

RENATA MARCINIAK-FIRADZA

Uniwersytet Łódzki
Zakład Dialektologii Polskiej i Logopedii

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6301-8820>

Audiogenne zaburzenia głosu – charakterystyka, diagnostyka, rehabilitacja

Audiogenic Voice Disorders – Characteristics, Diagnostics, Rehabilitation

STRESZCZENIE

Głos pozostaje w ścisłym związku i zależnościach z narządem słuchu i mowy, bowiem jednym z najważniejszych uwarunkowań prawidłowego rozwoju mowy i głosu dziecka jest czynnościowo wydolny układ słuchowy, który z jednej strony umożliwia odbiór mowy ze środowiska, a z drugiej, dzięki słuchowej autokontroli, pozwala na doskonalenie wytwarzanej przez dziecko mowy i kontrolę głosu.

Różna jest charakterystyka zaburzeń głosu ze względu na różne uszkodzenia/zaburzenia słuchu. Stopień zaburzeń głosu będzie uzależniony od głębokości niedosłuchu, momentu wystąpienia, czasu trwania, efektów dotychczasowej rehabilitacji, rodzaju protezowania słuchowego i indywidualnych kompetencji dziecka.

Głos dziecka z uszkodzonym narządem słuchu można zbadać/ocenić w sposób subiektywny bądź w sposób obiektywny przez zastosowanie dostępnych metod analizy akustycznej.

Rehabilitacja audiogennych zaburzeń głosu polega, po pierwsze, na zastosowaniu odpowiednich aparatów słuchowych czy implantów słuchowych, a po drugie, na wprowadzeniu odpowiednio dobranych dla potrzeb i możliwości pacjentów ćwiczeń.

Słowa kluczowe: głos, zaburzenia głosu, zaburzenia słuchu, dysfonia audiogenna

SUMMARY

The voice is closely related and dependent on the organ of hearing and speech, because one of the most important determinants of the proper development of speech and voice of the child is the

functionally efficient auditory system, which on the one hand allows the reception of speech from the environment, and on the other, thanks to auditory self-control, allows for the improvement of the speech produced by the child and control

The characteristics of voice disorders vary due to different hearing disorders. The degree of voice disorders will depend on the depth of hearing loss, the moment of occurrence, duration, effects of previous rehabilitation, type of auditory prosthesis and individual competences of the child.

The voice of a child with a damaged hearing organ can be examined/assessed subjectively or objectively by using available acoustic analysis methods.

Rehabilitation of audiogenic voice disorders consists, firstly, in the use of appropriate hearing aids or hearing implants, and secondly, in the introduction of exercises appropriately selected for the needs and capabilities of patients.

Key words: voice, voice disorders, hearing disorders, audiogenic dysphonia

WPROWADZENIE

Głos, zawierający zespół dźwięków niosących w sobie bogactwo informacji osobniczych, semantycznych i emocjonalnych, jest ważnym elementem w patofizjologii procesu komunikatywnego. Jest unikalny podobnie, jak linie papilarne, i jest niepowtarzalny, co potwierdzają badania bliźniąt, u których głos może być podobny, ale nigdy nie jest taki sam (Szkielekowska 2015).

Głos – jak podkreśla Bogumiła Tarasiewicz – „jest indywidualnym, niepowtarzalnym atrybutem każdego człowieka, najpiękniejszym instrumentem świata, służącym porozumiewaniu się, wyrażaniu emocji i uczuć” (2011, 26).

Każdy głos ma odrębną strukturę akustyczną i posiada, uwarunkowane stanem zdrowia, czynnikami kulturowymi i językiem narodowym, biometryczne cechy behawioralne, związane przede wszystkim z budową narządu fonacyjnego i artykulacyjnego, pewnymi przyzwyczajeniami nabytymi w trakcie nauki mówienia, a także z umiejętnością posługiwania się danym językiem (Szkielekowska 2015).

Czynność tworzenia głosu ma swoje reprezentacje w korze mózgowej i należy do funkcji pierwotniejszych od mowy, a lokalizacja korowa ogranicza się do stref ruchowych dla mięśni krtani, gardła, warg oraz języka. Dzięki integracyjnej czynności ośrodkowego układu nerwowego głos występuje w ścisłym związku i zależnościach z narządem słuchu i mowy (Szkielekowska 2015).

U dziecka słyszącego mowa i głos rozwijają się poprzez spontaniczne wykształcanie się odruchów słuchowo-wzrokowo-werbalnych i czuciowo-kinestetyczno-werbalnych (Obrębowski 2004; Obrębowski, Wika 2019). Zatem jednym z najważniejszych uwarunkowań prawidłowego rozwoju mowy i głosu dziecka jest czynnościowo wydolny układ słuchowy, bowiem z jednej strony umożliwia odbiór mowy ze środowiska, a z drugiej, dzięki słuchowej autokontroli, pozwala na doskonalenie wytwarzanej przez dziecko mowy i kontrolę głosu.

Słuch odgrywa decydującą rolę w pofonacyjnej kontroli głosek na drodze:

1. percepcyjnej – poprzez drogi kojarzeniowe pomiędzy ośrodkiem korowym słuchu a płatami czołowymi; mechanizm ten polega na subiektywnej ocenie wytwarzanego głosu i na świadomej kontroli mięśni wewnątrzkraniowych;
2. odruchowej, o krótkim czasie utajenia – poprzez połączenia ślimakowokraniowe (Obrębowski 2004).

O ile ucho, jako wiodący narząd kontrolny, czuwa nad uzyskiwaniem indywidualnie właściwej fonacji pod względem wysokości czy natężenia, o tyle układ kinestetyczno-odruchowy steruje włączaniem do fonacji odpowiednich grup mięśniowych (Obrębowski 2004).

Zarówno wczesne, jak i późniejsze wystąpienie zaburzeń słuchu powoduje skutki w jakości głosu i mowy oraz w przebiegu procesów syntezy i analizy słuchowej w komunikowaniu się (Sekula 2005).

Upośledzenie słuchu prowadzi nie tylko do zaburzeń mowy (ang. *dyslalia audiogenes*), ale i do zaburzeń głosu (ang. *dysphonia audiogenes*). Oba te zaburzenia występują na ogół równocześnie.

Zaburzenia mowy i głosu u dziecka niesłyszącego zależą od:

1. stopnia niedosłuchu;
2. czasu wystąpienia dysfunkcji słuchu w życiu dziecka;
 - a) niedosłuch prelingwalny (przedjęzykowy), spowodowany uszkodzeniami w okresie zarodkowym i płodowym;
 - b) niedosłuch perilingwalny (okołojęzykowy), spowodowany uszkodzeniami układu słuchowego w okresie rozwoju mowy;
 - c) niedosłuch postlingwalny (podjęzykowy), spowodowany uszkodzeniem słuchu po zakończeniu rozwoju mowy, gdy opanowane zostały przynajmniej podstawy mowy i języka;
3. wrażliwości emocjonalnej i zdolności poznawczych dziecka;
4. efektywności rehabilitacji słuchu, mowy i głosu;
5. zaangażowania środowiska rodzinnego do współpracy w procesie rehabilitacji (Obrębowski 2004; Obrębowski 2014; Obrębowski, Wika 2019).

Celem artykułu jest zaprezentowanie charakterystyki zaburzeń głosu w różnego rodzaju uszkodzeniach słuchu, przedstawienie diagnostyki tych zaburzeń, a także zaproponowanie wybranych ćwiczeń rehabilitacyjnych.

ZNACZENIE SŁUCHU DLA PRAWIDŁOWEGO GŁOSU

Narząd słuchu, składający się z części obwodowej i ośrodkowej, połączonych drogami nerwowymi, jest jednym z narządów zmysłów człowieka, który służy do odbioru i przetwarzania informacji akustycznych.

Część obwodowa składa się z ucha zewnętrznego, środkowego i wewnętrznego. Docierający do ucha środkowego bodziec akustyczny z otoczenia zostaje w uchu wewnętrznym przetworzony w bodziec bioelektryczny i poprzez drogi nerwowe dociera do ośrodkowego układu nerwowego. Ośrodkowy układ nerwowy, zarówno w ośrodkach słuchowych piętra podkorowego, jak i korowego, wyposażony w liczne połączenia synaptyczne, dokonuje rozpoznania informacji poprzez porównanie z zakodowanymi wzorcami pamięciowymi. Dzięki temu uzyskuje informacje o wysokości, głośności, czasie trwania i kierunku źródła dźwięku. W ośrodkowym układzie nerwowym, opierając się na zakodowanych wzorcach pamięciowych, odbywa się skomplikowany proces analizy, syntezy i integracji odbieranych informacji akustycznych i przekazywany jest do dalszych ośrodków mózgowych w celu ich wykorzystania, np. w procesie komunikowania się z otoczeniem za pomocą mowy artykułowanej (Kubiak 2006, 56).

Zjawiska akustyczne występujące w środowisku, w którym żyje człowiek, działają na jego ustrój drogą zwaną wejściem układu, następnie zjawiska te zostają w nim przetworzone, po czym opuszczają układ drogą wyjścia. Taki układ sprawia, że człowiek ma łączność z otoczeniem. System ten jest precyzyjnie korelowany i ściśle ze sobą związany, dzięki temu odbywa się bardzo sprawna kontrola słuchu nad głosem (Kubiak 2006).

Jak wspomniano wyżej, warunkiem naturalnego i prawidłowego rozwoju głosu, ale także i mowy, jest możliwość słyszenia dźwięków otoczenia. Prawidłowy słuch pozwala na uporządkowanie znaczenia sygnałów akustycznych. Dzięki usłyszeniu samego siebie oraz porównaniu z tym, co dociera z otoczenia, rozwija się biologiczne słuchowe sprzężenie zwrotne (*biofeedback*), stanowiące bazę do rozwoju procesu porozumiewania się. Znaczne upośledzenie słuchu rujnuje tę możliwość oraz zaburza zdolność komunikowania się drogą językową (Sekula 2005), uniemożliwia też samoregulację wysokości, natężenia i barwy głosu (Obrębowski 1992).

Wrażenia słuchowe mają ogromne znaczenie w okresie naśladowania przez dziecko dźwięków i początków rozumienia mowy, kiedy dochodzi do łączenia zasłyszanych u otoczenia wzorców słuchowych wyrazów z desygnatami, do których się odnoszą oraz do rozwoju czynników muzycznych w głosie. Poza tym jest to okres typowy dla tych uwarunkowań ontogenetycznych, które powodują największą podatność ośrodkowego układu nerwowego na tworzenie odpowiednich połączeń strukturalno-czynnościowych, niezbędnych do prawidłowego rozwoju procesu komunikowania się z otoczeniem (Mitrinowicz-Modrzejewska 1968; Pruszewicz 1992; Zaleski 1996; Szkielkowska 2005, 2015).

Dla osób z wadami słuchu niezwykle trudne jest kontrolowanie i utrzymanie podstawowych parametrów głosowych, jakimi są barwa, wysokość i natężenie. W rezultacie u chorego obserwuje się inną niż w mowie osób słyszących

organizację prozodyczną (intonacyjną, rytmiczno-akcentową), niekiedy brak lub zanik elementów muzycznych mowy – melodii, rytmu, dynamiki oraz tempa. Trudności w autokontroli słuchowej dźwięków mowy powodują również problemy przejawiające się niewłaściwym oddychaniem, napięciem mięśniowym i pracą narządów artykulacyjnych (Maniecka-Aleksandrowicz, Szkielkowska 1998b; Kowalewska, Walencik-Topiłko 2014).

POJĘCIE DYSFONII I DYSFONII AUDIOGENNEJ

Zaburzenia głosu mogą pojawić się w różnym czasie, np. w okresie rozwojowym, w którym dokonuje się fizjologiczny rozwój głosu, czy też w wieku dojrzałym, kiedy dysfonie występują w przebiegu różnych chorób, a związane są m.in. z wpływami środowiskowymi i zawodowymi (Maniecka-Aleksandrowicz 1997).

W obcojęzycznej literaturze przedmiotu badacze przyczyny dysfonii dziecięcej klasyfikują jako: a) wrodzone (np. torbiele), b) genetyczne (zespół Downa), c) anatomiczne (krtanigomalacja), d) jatrogenne (intubacja), e) nowotworowe (brodawczakowate), f) zakaźne (zapalenie krtani), g) alergiczne, h) urazowe/podrażnienia (guzki, refluksowe zapalenie krtani), i) psychogenne (puberfonia), j) neurologiczne (paraliż), k) endokrynologiczne/metaboliczne (cukrzyca), l) różne (Pribuisiene 2019).

Szacuje się, że częstość występowania dysfonii u dzieci waha się od 4,4% do 38% ze zwiększoną częstością występowania dysfonii wśród chłopców i osób w przedziale wiekowym 8–14 lat. Szeroki zakres występowania dysfonii zależy od wielu czynników, m.in. definicji, wieku pacjentów czy badanej populacji (Pribuisiene 2019).

Hanna Mackiewicz-Nartowicz i współautorzy (2014) podają, iż zaburzenia głosu u dzieci dotyczą od 6% do 25% populacji. Zaburzenia te, zdaniem badaczy, objawiają się dysfonią hiperfunkcjonalną i/lub miękkimi guzkami fałdu głosowego i są konsekwencjami nadużywania głosu i jego niewłaściwej emisji. Inne czynniki predysponujące dzieci do zaburzeń głosu obejmują choroby ogólnoustrojowe, takie jak astma oskrzelowa lub refluks żołądkowo-przełykowy. Na emisję głosu wpływa osobowość dziecka, a także czynniki środowiskowe, w tym liczba rodzeństwa lub relacje rodzinne, z których wszystkie mają kluczowe znaczenie. Podobne dane procentowe przytaczają P.H. Ramos i współautorzy (2022).

Unia Foniatrów Europejskich poleca następującą nomenklaturę w odniesieniu do zaburzeń głosu: 1) głos prawidłowy, 2) chrypka, 3) lekka dysfonia, 4) dysfonia średniego stopnia, 5) dysfonia dużego stopnia, 6) afonia, 7) głos zastępczy (gardłowy, przełykowy, przetokowy, uzyskany za pomocą protezy – sztucznej krtani) (Maniecka-Aleksandrowicz 1997).

Dysfonia jest określeniem wielopostaciowych zaburzeń głosu dotyczących jego wszystkich składowych akustycznych (częstotliwości, natężenia, czasu fonacji i barwy), występujących osobno lub zespołowo w różnych zestawieniach. W dysfoniach zmianom ulegają: sposób emisji, charakter głosu, zakres głosu, średnie położenie głosu, czas fonacji. Nierzadko dysfonii towarzyszy chrypka, która jest zjawiskiem akustycznym, wynikającym z nieprawidłowej wibracji fałdów głosowych z turbulencyjnym szmerem powietrza nieregularnie przechodzącego w czasie fonacji przez głośnię. Objawy dysfonii mogą być spowodowane przez zmiany chorobowe w samej krtani, przez zmiany patologiczne pozakrtaniowe, mogą też być wyrazem zaburzeń czynnościowych złożonego procesu fonacji. Dysfonie organiczne są ściśle związane ze zmianami patologicznymi, które są ich przyczyną (Maniecka-Aleksandrowicz 1997).

Dysfonie czynnościowe są wynikiem nieprawidłowych mechanizmów fonacyjnych wynikających z wadliwego działania mięśni wewnątrz- i zewnątrz-krtaniowych (ze zmianami ich napięcia, zakresu i precyzji ruchów, z zakłóceniami stosunków pomiędzy napinaniem i rozluźnianiem mięśni antagonistycznych oraz zaburzeniami ich równomiernej i harmonijnej współpracy). W dysfoniach czynnościowych często jest zaburzona koordynacja oddechowo-fonacyjna, zaś oddychanie wentylacyjne i funkcja obronna krtani pozostają niezmienione (Maniecka-Aleksandrowicz 1997).

Przyczynami wywołującymi czynnościowe zaburzenia fonacji są: nieprawidłowości konstytucjonalne narządu głosu, schorzenia miejscowe i ogólne, brak kontroli słuchowej pochodzenia miejscowego i ośrodkowego, nieprawidłowe nawyki fonacyjno-artykulacyjne, przeciążenie narządu głosu czy praca głosem w nieodpowiednich warunkach higienicznych (Maniecka-Aleksandrowicz 1997).

Wykluczenie czy ograniczenie funkcjonowania analizatora słuchowego blokuje lub zaburza w sposób istotny proces tworzenia głosu, prowadząc do zaburzeń, które nazywamy *dysfonią audiogenną* (ang. *dysphonia audiogenes*). Jest ona określeniem wielopostaciowych zmian głosu o typie zaburzeń czynnościowych, dotyczących jego wszystkich składowych akustycznych, takich jak częstotliwość, natężenie, czas trwania i barwa, powstałych na skutek braku lub ograniczenia kontroli słuchowej. Dysfonia audiogenna może być spowodowana niedosłuchem przewodzeniowym lub odbiorczym (Maniecka-Aleksandrowicz, Szkiełkowska 1998a, 1998b; Szkiełkowska 2005, 2015).

Stopień zaburzeń głosu będzie uzależniony od głębokości niedosłuchu, momentu wystąpienia, czasu trwania, efektów dotychczasowej rehabilitacji, rodzaju protezowania słuchowego i indywidualnych kompetencji dziecka (Maniecka-Aleksandrowicz, Szkiełkowska 1998a, 1998b; Szkiełkowska 2005, 2015; Kowalewska, Walencik-Topiłko 2014).

Najczęstszymi zaburzeniami dotyczącymi głosu i mowy współistniejącymi z głuchotą prelingwalną, czyli powstałą przed rozwojem mowy, w stosunku do osób z prawidłowym słuchem są:

- a) zmiany w zakresie częstotliwości podstawowej F0¹;
- b) zaburzenia parametrów częstotliwościowych i amplitudowych głosu;
- c) nieprawidłowa realizacja samogłosek;
- d) nosowanie;
- e) nieprawidłowe ustawianie języka;
- f) zaburzenia czynności krtani (Myszel, Skarżyński 2018).

W przypadku głuchoty postlingwalnej, czyli powstałej po okresie rozwoju mowy, najczęstszymi zaburzeniami są:

- a) zmiany dotyczące częstotliwości podstawowej głosu F0;
- b) nosowanie;
- c) zaburzenia artykulacji;
- d) nieprawidłowe ustawianie języka;
- e) zaburzenia parametrów częstotliwościowych i amplitudowych głosu (Myszel, Skarżyński 2018).

A. Nagy i współautorzy zbadali, czy istnieją jakiegokolwiek korelacje między parametrami ilościowej oceny nasilenia dysfonii a charakterystycznymi cechami akustycznymi upośledzenia słuchu. Ocenie poddano 36 pacjentów z hiperfunkcjonalną dysfonią pod kątem stopnia nasilenia dysfonii, odpytano kwestionariusz VHI oraz dokonano analizy akustycznej standaryzowanej próbki głosu. Następnie uczestników badań skierowano na badania audiometrii czystego tonu. Badanie wykazało u 33% badanych współwystępowanie dysfonii hiperfunkcjonalnej i upośledzenie słuchu. Z 12 przypadków z ubytkiem słuchu pięcioro było dzieci (28%) a siedmioro dorosłych (39%). U sześciorga z badanych zdiagnozowano łagodny przewodzeniowy ubytek słuchu (CHL, ang. *conductive hearing loss*), jeden pacjent miał łagodny czuciowo-nerwowy ubytek słuchu (SNHL, ang. *sensorineural hearing loss*), czworo – łagodny SNHL o wysokiej częstotliwości (Nagy et al. 2020).

Warto dodać, iż przegląd klasyfikacji zaburzeń głosu zarówno na gruncie polskim, jak i w literaturze obcojęzycznej powstałej od połowy XX wieku, dokonany przez Barbarę Maniecką-Aleksandrowicz (1997), pokazał, że po raz pierwszy na zaburzenia głosu związane z uszkodzonym słuchem zwrócono uwagę w podręczniku *Foniatria kliniczna* pod red. Antoniego Pruszewicza (1992). W klasyfikacji zaproponowanej przez autorów *Foniatrii klinicznej* wyróżniono *głos dziecka z uszkodzonym słuchem* (Maniecka-Aleksandrowicz 1997).

¹ Objaśnienie symboli oceny akustycznej głosu znajduje się w tabeli na końcu tekstu.

CHARAKTERYSTYKA AUDIOGENNYCH ZABURZEŃ GŁOSU

Poniżej dokonano charakterystyki zaburzeń głosu ze względu na różne uszkodzenia/zaburzenia słuchu.

Głos w niedosłuchu przewodzeniowym

Niedosłuchy przewodzeniowe są częstsze niż niedosłuchy odbiorcze, co wynika ze wzmożonej zapadalności na choroby infekcyjne u dzieci w wieku przedszkolnym i wczesnoszkolnym. Przewaga niedosłuchów przewodzeniowych nad odbiorczymi maleje z wiekiem wskutek stosowania farmakoterapii czy wykonywanych zabiegów otolaryngologicznych (np. usunięcie migdałka gardłowego, drenaż uszu) (Szkielekowska 2015).

Niedosłuch przewodzeniowy u dzieci nie wywołuje istotnych, utrwalonych zmian w głosie dziecka, zwykle mają one charakter przemijający. Charakterystyczne jest zwiększenie natężenia głosu podczas wypowiedzi, matowość oraz obecność nosowości w głosie spowodowanej ograniczoną czynnością jam rezonacyjnych wskutek toczącego się procesu chorobowego (przewlekły nieżyt nosa, gardła, przerost migdałka gardłowego, zapalenie zatok przynosowych) (Szkielekowska 2015).

Budowa jamy ustnej, gardła, nosa i zatok przynosowych ma znaczenie główne w osiągnięciu właściwej barwy i walorów estetycznych głosu. Toczące się w ich obrębie procesy chorobowe będą zmieniały w ocenie percepcyjnej strukturę akustyczną i jakość głosu u dzieci. Przeszkoda w układzie przewodzącym w obrębie ucha środkowego powoduje niewłaściwy, zniekształcony odbiór dźwięków dobiegających z zewnątrz, jak również zaburza u dziecka umiejętność skoncentrowania się na bodźcu dźwiękowym. Konsekwencją tego mogą być zaburzenia świadomych procesów uwagi i kontroli własnego głosu w okresie późniejszym (Szkielekowska 2015).

Głos w niedosłuchu odbiorczym

Narząd głosu dziecka z wadą słuchu jest w początkowym okresie życia prawidłowy pod względem anatomicznym pod warunkiem, że czynnik, który spowodował ubytek słuchu, nie uszkodził jednocześnie krtani. Zmiany w krtani dziecka niesłyszącego od urodzenia i zmiany w jego głosie powstają w pierwszych latach życia. Charakter tych zaburzeń uwarunkowany jest wieloma czynnikami, do których należy zaliczyć stopień ubytku słuchu, rodzaj niedosłuchu i czas jego trwania, moment wystąpienia, wiek pacjenta, poziom rozwoju mowy, indywidualne możliwości pacjenta, sposób leczenia i osiągnięte po jego zastosowaniu korzyści słuchowe, jak również efektywność prowadzonej rehabilitacji i czynniki środowiskowe, tj. otoczenie, w którym przebywa i się wychowuje. Uszkodzenie narządu głosu dziecka jest najczęściej zjawiskiem wtórnym, spowodowanym nie tylko brakiem kontroli słuchowej, lecz również nieodpowiednią rehabilitacją

słuchu, głosu i mowy od najmłodszych lat (Mitrinowicz-Modrzejewska 1963, 1968; Góralówna 1970; Gałkowski 1993; Szkiełkowska 2001, 2015; Szkiełkowska et al. 2000).

Wśród czynników mających wpływ na charakter zaburzeń głosu u dziecka z wadą słuchu należy również wskazać moment rozpoznania wady słuchu², moment protezowania czy moment rozpoczęcia terapii surdologopedycznej.

W obrębie krtani u dzieci z uszkodzonym słuchem można spodziewać się następujących zmian: obniżone lub podwyższone napięcia fałdów głosowych, niedomykalność głośni (brak pełnego przylegania fałdów głosowych podczas fonacji), asymetrie różnych struktur krtani (najczęściej chrząstek nalewkowatych), zmiany organiczne na fałdach głosowych w postaci obrzęków, guzków głosowych lub tendencji do ich tworzenia. Brak kontroli słuchowej u dzieci powoduje, że wykształcają one sobie niewłaściwe mechanizmy tworzenia głosu, a to z kolei daje wtórnie charakterystyczny obraz ich krtani (Pruszewicz 1992; Szkiełkowska 1999c, 2005, 2015). U dzieci niedosłyszących spotyka się najczęściej obraz hyperfunkcjonalnej czynności krtani, który cechuje się wzmożonym napięciem mięśni krtani, z widoczną niekiedy nadmierną czynnością mięśni twarzy i szyi (Szkiełkowska 1999c, 2005). Fałdy głosowe mają zwiększone napięcie, czasem są obrzęknięte na całej długości lub jej części, podczas fonacji nie występuje pełne zwarcie fonacyjne. W badaniu stroboskopowym, które umożliwia ocenę drgań fałdów głosowych, stwierdza się obniżoną amplitudę ich drgań (Szkiełkowska 2005, 2015).

W głębokich niedosłuchach odbiorczych dochodzi przede wszystkim do utraty samokontroli nad wysokością, natężeniem i barwą wytwarzanego głosu. Głos zazwyczaj jest szorstki, piskliwy i ochryply³, o zwężonej, niekiedy nawet do 3–4 tonów skali. Średnie położenie głosu mówionego mieszczące się w 1/3 górnej zakresu wg Seemana obniża się z wiekiem i w wyniku rehabilitacji do 1/3 dolnej skali. Głos ze skróconym czasem fonacji (prawie o połowę aniżeli u osób słyszących, tj. do 5–6 sekund) charakteryzuje się niestabilnością wysokości przy fonacji samogłoski. Zazwyczaj dziecko zaczyna fonować wysoko i stopniowo obniża głos. Zaburzenia akcentu dynamicznego prowadzą do wahania natężenia znacznie silniej wyrażonego w niedosłuchu głębokim. W obrazie laryngoskopowym nagłośnia najczęściej pochylona jest ku przodowi. Zaobserwować można ruchy paradoksalne fałdów głosowych w czasie oddychania. Ocena stroboskopowa głosu wykazuje skróconą amplitudę z redukcją przesunięcia brzeżnego i niepełną fazą

² W wyniku tzw. wczesnego rozpoznania i wczesnej interwencji (w związku z programem przesiewowych badań słuchu u noworodków, prowadzonym od 2002 roku) w wielu przypadkach w ogóle nie dochodzi do zaburzeń głosu.

³ Istnieją duże rozbieżności w subiektywnej ocenie głosu dzieci z uszkodzonym słuchem. I tak, na przykład, B. Sopko, P. Steiger, P. Finkenzeller opisali chrypkę u 10% dzieci, zaś U. Brunner-Frühwald u 67% (Obrębowski, Donat-Jasiak 2010).

zamknięcia głośni. Obok tych wykładników fonacji hyperfunkcjonalnych występować mogą guzki głosowe (Szkiełkowska 1999b, 1999c; Obrębowski 2004; Obrębowski, Donat-Jasiak 2010).

U dzieci niesłyszących (głuchych), pozbawionych kontroli słuchowej od urodzenia, we wczesnym okresie obserwuje się w obrębie krtani fałdy głosowe blade i gładkie, często o nieco zmniejszonym napięciu, z widoczną przy fonacji szczeliną pomiędzy fałdami głosowymi, przeważnie w odcinku środkowym lub przednim (Szkiełkowska 2005, 2015).

W latach 60. ubiegłego stulecia Leon Handzel (1969) w badaniach dzieci głuchych w wieku szkolnym wykorzystał do oceny krtani zdjęcia radiologiczne wykonane przy fonacji samogłosek [i] oraz [u], wskazując na odchylenia od fizjologicznego obrazu krtani. Analizując swoje wyniki, stwierdził: niesymetryczność i brak pneumatyzacji zachyłków gruszkowatych, płytkość i nierównomierne wykształcenie kieszonek Morgagniego, przerost fałdów rzekomych, zanikanie fałdów prawdziwych, nierównomierne wykształcenie fałdów głosowych, poszerzenie szpary głośni. Powyższe badania dowodzą, że niewykształcenie fizjologiczne czynności krtani ma wpływ na kształtowanie się fonacji i artykulacji (Szkiełkowska 2015).

Często zmiany w obrębie krtani współistnieją ze zmianami w obrębie obwodowego narządu mowy. Podczas badania można stwierdzić: nieprecyzyjne ruchy warg, zuchwy, obniżoną sprawność języka, nieprawidłową czynność zwieracza pierścienno-gardłowego, powodującą nosowanie, asymetryczne ruchy prawej i lewej połowy podniebienia. Niektórzy autorzy zmiany te tłumaczą znacznym obniżeniem wrażliwości proprioceptywnej (czucia głębokiego) podniebienia miękkiego. U dzieci niedosłyszących występować mogą objawy nosowania zamkniętego, natomiast u głuchych – nosowania otwartego (Obrębowski 1992, 2004; Pruszewicz 1992; Szkiełkowska 2005; Obrębowski, Donat-Jasiak 2010).

Zaburzenia oddychania u dzieci z głębokim niedosłuchem charakteryzują się skróceniem fazy wydechowej, częstymi i zbyt głębokimi wdechami, brakiem koordynacji pomiędzy fazą wydechową a fonacją i artykulacją. W badaniu pneumograficznym stwierdzić można brak fizjologicznego asynchronizmu pomiędzy brzuszny a piersiowy torem oddechowym oraz asymetryczne i paradoksalne ruchy przepony (Obrębowski 1992, 2004; Obrębowski, Donat-Jasiak 2010).

U dzieci z niedosłuchem spotyka się zaburzenia mutacji. Proces dojrzewania narządu głosu występuje zazwyczaj u nich później i trwa dłużej niż u dzieci słyszących. Utrudnione jest stabilizowanie się głosu. Pojawia się w tym okresie dysfonia hyperfunkcjonalna – jako skutek nieprawidłowej kompensacji zmian anatomicznych w narządzie głosu. Gdy rodzic, obserwując dziecko, dostrzeżga u niego problemy głosowe w okresie dojrzewania, utrzymujące się przez długi

czas (powyżej sześciu miesięcy), może to oznaczać konieczność wizyty u specjalisty (Szkielekowska 2005, 2015; Sekula 2005).

Niedosłuch odbiorczy u dziecka uniemożliwia samoregulację wysokości, natężenia, rytmu, barwy tworzonego głosu. U dzieci z uszkodzonym narządem słuchu melodia głosu pozostaje stale na niskim poziomie jako wyraz odruchów wrodzonych, pierwotnych, dziedzicznych, nie ulegając dalszemu kształtowaniu (Mitrinowicz-Modrzejewska 1963; 1968), natomiast rozwój struktury akustycznej głosu zostaje zahamowany na tym etapie, na którym doszło do upośledzenia słuchu (Handzel 1956). U dzieci głuchych wraz z wiekiem i rozwojem aparatu fonacyjno-artykulacyjnego skala głosu poszerza się, głos ulega obniżeniu (Handzel 1965). Jednakże brak kontroli słuchowej uniemożliwia formowanie się prawidłowej wysokości głosu i fonacji. Cechami dysfonii audiogennej, poza monotonią, są wahania wysokości tonalnej (Pruszewicz et al. 1993; Szyfter et al. 1996; Dehqan, Scherer 2011).

Nastawienie głosowe, które oznacza sposób przechodzenia fałdów głosowych z pozycji oddechowej do fonacyjnej, jest różne w zależności od wtórnych zmian czynnościowych w obrębie krtani powstałych na podłożu zaburzeń słuchu u dzieci. Głos może reprezentować cechy dysfonii hyperfunkcjonalnej, związanej ze wzmożonym napięciem mięśni krtani, lub hipofunkcjonalnej, charakteryzującej się osłabieniem siły mięśni krtani. Rodzaj wystąpienia danego typu zaburzeń reguluje głębokość ubytku słuchu (Pruszewicz 1992; Szkielekowska 1999c, 2005, 2015).

Warto podkreślić, że nastawienie głosowe zmienia swój charakter, gdy dziecko niesłyszące zostaje zaopatrzone w protezę słuchową – implant bądź też aparat słuchowy. Głos zaczyna cechować się twardym nastawieniem, ma stosunkowo duże natężenie, jest bezdźwięczny (Kowalewska, Walencik-Topiłko 2014).

Głos dzieci niedosłyszących jest obłożony, matowy, ochrypnięty, falujący, krzykliwy, z przydźwiękiem nosowym, party, o twardym nastawieniu i dużym natężeniu. Kształtujące się cechy głosu dzieci niesłyszących (od urodzenia) są konsekwencją czynnościowych zaburzeń w obrębie krtani typu hipofunkcjonalnego. Głos dzieci głuchych jest cichy, monotony, o nastawieniu chuchającym. Jest też ograniczony do kilku tonów, brak mu częstotliwości tworzących, powstających dzięki odbrzmieniu jam rezonacyjnych. Przeprowadzenie głosu do jam rezonacyjnych nie stanowi łatwego zadania, bowiem zwierający pierścień gardłowy pozostaje zbyt słaby, aby oddzielić gardło średnie od górnego i jamy nosowej. Wskutek powyższych zależności powietrze podczas mówienia dostaje się do jamy nosowej, co nadaje dźwiękom nosowe zabarwienie. U osób głuchych występuje podwyższenie rezonansu nosowego oraz obniżenie aktywności zastawkowej zwieracza podniebieno-gardłowego, mimo że w badaniu EMG rejestruje się prawidłową aktywność mięśniową podniebienia (Ysunza, Vazquez 1993).

M.B. Higgins (1994), wykorzystując kompleksowe metody elektrofizjologiczne u osób z upośledzonym słuchem, wykazał, że osoby te odznaczały się wyższym ciśnieniem wewnątrz jamy ustnej, w okolicy podgłośniowej, oraz większymi oporami krtani, zwiększeniem częstotliwości podstawowej (Szkielekowska 2005, 2015).

Komputerowa analiza wybranych wypowiedzi dzieci ze znacznym lub głębokim uszkodzeniem narządu słuchu, uczęszczających do klas I-VI szkoły podstawowej, pozwoliła na ustalenie, że u większości z nich występują objawy charakterystyczne dla dysfonii hyperfunkcyjnej, z cechami nosowania mieszanego lub zamkniętego. Nosowanie ma charakter czynnościowy i jest spowodowane nieprawidłową funkcją podniebienia miękkiego oraz złą pracą pierścienia zwierającego gardła. W prowadzonych badaniach stwierdzono nieprawidłowy typ oddychania, najczęściej obojczykowo-żebrowy, głos o twardym nastawieniu, zbyt niski lub za wysoki, na ogół o zmniejszonej dźwięczności, oprócz tego występował skrócony czas fonacji, zakłócone były elementy prozodyczne wypowiedzi i zmieniona barwa głosu z cechami nosowania. Procentowe wyniki badania przedstawiają się następująco:

- 76% badanych oddychało nieprawidłowo, 11% częściowo prawidłowo;
- 77% miało nieprawidłową pracę fałdów głosowych, 7% częściowo prawidłową;
- 73% miało nieprawidłową fonację;
- nosowanie zamknięte miało 42% dzieci, otwarte – 2%, mieszane – 5%;
- 97% miało nieprawidłową prozodykę, zaś 2% – częściowo prawidłową (Zielińska 2002).

Badania akustyczne prowadzone w Instytucie Fizjologii i Patologii Słuchu w Warszawie pokazały, że głos dzieci z głębokim niedosłuchem odbiorczym różni się w sposób istotny od głosu dzieci słyszących i wykazuje zróżnicowanie w zależności od zastosowanej formy zaopatrzenia słuchowego (aparaty słuchowe lub implanty ślimakowe) (Szkielekowska 1999a, 1999b). Analizy te dowiodły, że powyżej pierwszego roku życia głos dzieci z głębokim niedosłuchem odbiorczym, w porównaniu z głosem dzieci słyszących, wykazuje cechy charakterystyczne w badaniu subiektywnym oraz różnice istotne statystycznie w badaniu akustycznym. Nie stwierdzono zaś różnic istotnych statystycznie w wartościach parametrów akustycznych pomiędzy niemowlętami słyszącymi i niesłyszącymi. Charakterystyka porównawcza parametrów opisujących cechy fizyczne głosu w badanych grupach wiekowych wykazała największe zróżnicowanie cech głosu pomiędzy dziećmi słyszącymi i niesłyszącymi powyżej trzeciego roku życia. Nieprawidłowości są istotne w grupach parametrów reprezentujących przede wszystkim zaburzenia częstotliwości i amplitudy, a także nieregularności głosu oraz występowanie subharmonicznych składników szumowych (Szkielekowska 2015).

Badania dotyczące zmiany częstotliwości podstawowej głosu dzieci niesłyszących w zależności od wieku pokazały, iż poza grupą niemowląt średnie wartości F0 były znacząco wyższe u dzieci niesłyszących w porównaniu z dziećmi słyszącymi. W grupie niemowląt, tj. od drugiego do dwunastego miesiąca życia, nie stwierdzono różnic w wartości tego parametru, natomiast w grupach wiekowych od pierwszego do trzeciego roku życia i od siódmego do dwunastego roku życia wskazano, że różnice w wartościach F0 są istotne statystycznie (Szkielkowska et al. 2002).

Stwierdzono w badaniach, że istnieje zależność częstotliwości podstawowej F0 od wieku. Zarówno u dzieci słyszących, jak i niesłyszących zaobserwowano stopniowe obniżanie się wartości F0 wraz z wiekiem. Dynamika tych zmian różniła się jednak w obu grupach (Szkielkowska et al. 2002).

Największe różnice w wartości F0 pomiędzy dziećmi słyszącymi a niesłyszącymi stwierdzono w grupie wiekowej od pierwszego do trzeciego roku życia. Częstotliwość podstawowa określana w tej grupie wiekowej u dzieci zdrowych wynosiła średnio 284 Hz, podczas gdy u dzieci niesłyszących w tym samym wieku osiągnęła średnią wartość 417 Hz. W grupie wiekowej od trzeciego do szóstego roku życia średnia wartość F0 u dzieci słyszących wynosiła 273 Hz, podczas gdy u dzieci niesłyszących 302 Hz. Na skutek intensywnego obniżania się głosu powyżej szóstego roku życia w grupie dzieci słyszących i dość stabilnego przebiegu u dzieci niesłyszących różnica pomiędzy średnimi wartościami F0 ponownie zwiększała się i wynosiła 72 Hz, przy średnich wartościach dla słyszących 217 Hz i dzieci niesłyszących 289 Hz (Szkielkowska et al. 2002).

Szczególnie interesujący wydaje się przebieg parametru F0 u niemowląt od drugiego miesiąca do końca pierwszego roku życia. W wyniku przeprowadzonych badań akustycznych nie stwierdzono różnic w rozkładzie tego parametru u dzieci słyszących i niesłyszących. U niemowląt początkowo dźwięki tworzone są podświadomie i mogą wyrażać one zadowolenie, ból czy przykrość. Dopiero około dziewiątego miesiąca życia dziecko zaczyna świadomie wykorzystywać analizator słuchowy, gromadząc wrażenia słuchowe z otoczenia, bawiąc się własnym głosem, czy później łącząc symbole akustyczne z właściwym ich znaczeniem. Ten fakt może więc tłumaczyć porównywalne wartości częstotliwości podstawowej u niemowląt słyszących i niesłyszących (Szkielkowska et al. 2002).

U wszystkich dzieci niesłyszących powyżej pierwszego roku życia częstotliwość podstawowa F0 przy fonacji izolowanej samogłoski [a] była znacząco wyższa od częstotliwości podstawowej u dzieci słyszących w obrębie tych samych grup wiekowych. Największe różnice pomiędzy wartościami F0 u dzieci słyszących i niesłyszących stwierdzono w grupie wiekowej od pierwszego do trzeciego roku życia. Badacze zauważają, że do trzeciego roku życia zauważa się dynamiczne obniżanie się częstotliwości podstawowej głosu u dzieci z prawidłowym

sluchem. Głos dzieci niesłyszących również ulega obniżeniu, lecz proces ten jest opóźniony (Szkielekowska et al. 2002).

Na podstawie wyników uzyskanych w badaniach stwierdzono, że intensywny okres obniżania się F_0 u niesłyszących przypada na okres od trzeciego do szóstego roku życia. Dużą różnicę w średnich wartościach F_0 u dzieci słyszących i niesłyszących w omawianej grupie wiekowej można tłumaczyć opóźnieniem, wywołanym zapewne zahamowaniem fizjologicznego wzrostu krtani i zaburzeniem mechanizmów na skutek uszkodzenia narządu słuchu. Różnica pomiędzy średnimi wartościami F_0 głosów dzieci słyszących i niesłyszących zwiększa się powyżej szóstego roku życia, co związane z tym, że u dzieci niesłyszących powyżej szóstego roku życia wartość F_0 jest dość stabilna, u dzieci zaś słyszących intensywnie się obniża. Dynamika zmian parametru F_0 u dzieci słyszących jest więc odmienna od tej, jaką prezentują dzieci z uszkodzonym słuchem (Szkielekowska et al. 2002).

Struktura akustyczna głosu osób z uszkodzonym narządem słuchu typu odbiorczego zmienia się proporcjonalnie do głębokości ubytku słuchu. Wraz ze wzrostem stopnia niedosłuchu zwiększa się liczba nieprawidłowych cech głosu. Struktura akustyczna głosów dzieci niesłyszących jest różna w każdej grupie wiekowej od struktury akustycznej dzieci słyszących (Szkielekowska 2001). U dzieci z głębokim niedosłuchem odbiorczym, oprócz zmieniającej się wartości częstotliwości podstawowej F_0 , struktura akustyczna nie przeobraża się z wiekiem tak dynamicznie jak u dzieci słyszących. Istotne różnice w głosie dzieci niesłyszących i słyszących pojawiają się powyżej pierwszego roku życia, co oznacza, że zaopatrzenie słuchowe dziecka przed tym okresem nie spowoduje istotnych zmian w jakości głosu (Perrin et al. 1995, 1999; Szkielekowska 2015).

Jakość głosu dzieci z niedosłuchem odbiorczym jest uzależniona od rodzaju zaopatrzenia słuchowego. W ocenie subiektywnej głos dzieci implantowanych nie różni od głosu dzieci korzystających z klasycznych aparatów słuchowych. Natomiast analiza akustyczna głosu wskazuje na istotne statystycznie różnice w obrębie parametrów akustycznych opisujących zaburzenia częstotliwości: vF_0 i zawartość szumu NHR. Wartości tych parametrów są znacząco większe u dzieci implantowanych (Szkielekowska 2015).

Poza rodzajem zaopatrzenia słuchowego istotny wydaje się także fakt, czy to zaopatrzenie dawało dziecku jakiegokolwiek korzyści. Opublikowane przez Agatę Szkielekową i współautorów (2000) wyniki badań dotyczyły dwu grup dzieci: a) tych, które nie nosiły aparatów słuchowych lub które nie miały z nich żadnej korzyści; b) dzieci korzystających z różnych form zaopatrzenia słuchowego i posiadających z nich dobrą korzyść.

Na podstawie przeprowadzonego wywiadu i badania przedmiotowego zaobserwowano, że dzieci, które nigdy nie nosiły aparatów słuchowych lub dzie-

ci, które nie miały z nich żadnej korzyści, a w związku z tym nie wykształciły mowy fonicznej, a ich rehabilitacja była skierowana na wykształcenie innych form komunikowania się z otoczeniem (gesty, język migowy, alfabet palcowy), miały podobny obraz krtani. Fałdy głosowe były leniwe przy fonacji o obniżonym napięciu. Charakter zamykania głośni był niepełny (w odcinku tylnym lub środkowym). Wykonane badanie stroboskopowe u dzieci starszych potwierdziło hyperfunkcjonalny sposób fonacji (Szkiełkowska et al. 2000).

W grupie parametrów opisujących zaburzenia częstotliwości zaobserwowano zwiększenie wartości vF_0 (zmiennosc częstotliwości podstawowej), parametru opisującego wszelkie długo- i krótkoterminowe zmiany F_0 oraz niewielki wzrost wartości $sPPQ$ w stosunku do dzieci słyszących. Pozostałe parametry, tj. Jitt, RAP, PPQ, miały wartości obniżone w stosunku do dzieci słyszących i grupy dzieci, które posiadały częściową kontrolę słuchową, tj. dzieci aparatuowanych i implantowanych (Szkiełkowska et al. 2000).

Parametry opisujące zaburzenia amplitudy Shim, ShdB, APQ, sAPQ miały wartości obniżone w porównaniu z dziećmi słyszącymi z wyjątkiem parametru vAm (wskaźnik zmienności amplitudy), który miał średnią wartość znacznie podwyższoną. Wartości średnie wszystkich parametrów określających obecność składowych szumowych w głosie, tj. NHR, VTI, SPI, były nieco obniżone w porównaniu z dziećmi słyszącymi. Parametry oceniające drżenie w głosie ATRI, FTRI, wykazały wartości większe niż u dzieci słyszących. W pozostałych parametrach oceniających bezgłos, przerwy w głosie i obecność subharmonicznych w badanej próbie głosu wartości średnie tych parametrów w grupie dzieci, które nie miały żadnej korzyści z posiadanych aparatów i w związku z tym nie rozwinęły mowy fonicznej, nie przekraczały zera (Szkiełkowska et al. 2000).

Na podstawie przeprowadzonego badania przedmiotowego zauważono, że dzieci korzystające z różnych form zaopatrzenia słuchowego i posiadające z niej dobrą korzyść prezentują hyperfunkcjonalny sposób fonacji. Badania krtani przy pomocy fiberoskopu miękkiego potwierdziły, że napięcie fałdów głosowych jest wzmożone, fałdy nadmiernie zwierają się przy fonacji w przedniej ich części, pozostawiając szparę fonacyjną w tylnym odcinku głośni. U dzieci starszych obserwacje potwierdzono badaniem stroboskopowym, w którym zauważono zmniejszoną amplitudę drgań, o przebiegu niesymetrycznym w niektórych przypadkach, słabo zaznaczonym przesunięciu brzeżnym. Ruchomość fałdów głosowych była prawidłowa, poziom fałdów równy, charakter zamykania głośni był niepełny i obejmował tylny odcinek głośni. Często w trakcie fonacji można było zauważyć u tych dzieci nadmierne napięcie mięśni szyi. Głos był tworzony w sposób party. W badaniach akustycznych zaobserwowano u dzieci prezentujących hyperfunkcjonalny sposób fonacji (tzn. dzieci korzystających z aparatów słuchowych, które rozwinęły mowę spontaniczną oraz dzieci, którym wszczepiono implanty

ślimakowe po co najmniej sześciomiesięcznym okresie użytkowania i rehabilitacji) istotne zmiany w strukturze akustycznej w odniesieniu do dzieci słyszących. Zaobserwowano wzrost wartości F0 (260,81 Hz – dzieci aparatuwane, 274,65 Hz – dzieci implantowane) w porównaniu z dziećmi słyszącymi, u których średnia wartość F0 wynosiła 215 Hz. W grupie parametrów opisujących zaburzenia częstotliwości (Jitt, RAP, PPQ, sPPQ, vF0) obserwowano wzrost średnich wartości tych parametrów w stosunku do dzieci słyszących. W obrębie parametrów opisujących zaburzenia amplitudy stwierdzono również wzrost ich średnich wartości. W grupie parametrów oceniających obecność składowych szumowych jedynie w przypadku parametru SPI (wskaźnik miękkiej fonacji) zauważono istotne obniżenie się średniej wartości w porównaniu z dziećmi słyszącymi. Pozostałe dwa parametry NHR i VTI miały wartości porównywalne. Parametry oceniające drżenie głosu (ATRI, FTRI) były prawie dwukrotnie podwyższone. Wartości średnie parametrów oceniających bezgłos (DUV, NUV) były podwyższone u dzieci prezentujących hyperfunkcjonalny sposób tworzenia głosu (Szkielewska et al. 2000).

W badaniach przeprowadzonych przez I. Kishon-Rabin i współautorów (1999) oceniano wpływ wszczępienia wielokanałowego implantu ślimakowego na głos pięciu dorosłych pacjentów z głuchotą postlingwalną. Parametry akustyczne głosu mierzono w okresie jednego miesiąca, sześciu i 24 miesiące po implantacji. Odnotowano przede wszystkim wyraźne obniżenie częstotliwości podstawowej F0. Znaczące zmiany zachodziły do dwóch lat po implantacji. Zauważono również, że szybkość, z jaką głos uległ poprawie, zależała w grupie badanych pacjentów od: a) czasu implantacji, b) wieku, w którym wystąpiła głuchota postlingwalna, c) czasu, jaki upłynął między momentem wystąpienia głuchoty a wszczępieniem implantu, d) indywidualnych predyspozycji pacjentów.

P. Campisi i współautorzy (2005) przeprowadzili analizę głosu u 21 dzieci ze znacznym lub głębokim ubytkiem słuchu po wszczępieniu implantu ślimakowego, w tym u 15 z głuchotą prelingwalną i 6 z głuchotą postlingwalną. Badacze dokonali analizy akustycznej głosu przed implantacją, bezpośrednio po aktywacji systemu implantu ślimakowego oraz dwa i sześć miesięcy po wszczępieniu implantu. Analiza parametrów akustycznych głosu wykonana za pomocą MDVP (ang. *Multi Dimensional Voice Program*) przed wszczępieniem implantu ślimakowego wykazała przede wszystkim zaburzenia polegające na zwiększeniu wskaźnika zmiany częstotliwości podstawowej vF0, który wyniósł 2,81% (przy normie 1,75% +/- 0,08%) oraz wzrost wskaźnika zmiany amplitudy vAm do 23,58% (norma 15,1% +/- 0,77%) (cechy charakteryzujące głos niestabilny). W badaniach uzyskanych po wszczępieniu implantu ślimakowego stwierdzono, że wskaźnik zmiany częstotliwości podstawowej vF0 wykazywał tendencję do normalizacji, szczególnie w okresie dwóch i sześciu miesięcy od aktywacji implantu, choć

w stopniu mniejszym niż poprawa wskaźnika zmiany amplitudy. Wskaźnik ten bowiem uległ istotnemu statystycznie obniżeniu, co świadczy o większej stabilności głosu. Badania nie wykazały natomiast istotnych różnic (jeśli chodzi o te dwa parametry) pomiędzy grupą dzieci z głuchotą prelingwalną a dziećmi z głuchotą postlingwalną. Konkluzja, do której doszli badacze jest taka, iż u dzieci ciężka do głębokiej głuchota powoduje słabą długoterminową kontrolę częstotliwości i amplitudy. Implantacja ślimakowa przywraca kontrolę tylko amplitudy i implikuje potrzebę dodatkowych strategii rehabilitacyjnych w celu przywrócenia kontroli częstotliwości.

I. Hocevar-Boltezar i współautorzy (2005) przeprowadzili badania systemem MDVP, badając akustyczne parametry głosu w grupie 31 dzieci w wieku 2,5–13 lat z głuchotą prelingwalną, którym wszczepiono implant ślimakowy. Parametry akustyczne głosu badano podczas wydłużonej fonacji głoski [a] przed wszczepieniem implantu ślimakowego oraz w okresie 6, 12 i 24 miesięcy po wszczepieniu. Badacze analizowali głównie parametry takie jak: a) częstotliwość podstawowa F0; b) jitter, c) shimmer, d) wskaźnik hałasu do składowych harmonicznych NHR. Dodatkowo powyższe parametry poddano porównaniu w odniesieniu do dwu grup: a) dzieci zaimplantowanych przed czwartym rokiem życia, b) dzieci zaimplantowanych po czwartym roku życia. Uzyskano następujące wyniki badań: a) nie zaobserwowano istotnych statystycznie zmian w zakresie częstotliwości podstawowej F0, b) odnotowano istotną poprawę parametru jitter już w okresie sześciu miesięcy od zaimplantowania, c) zaobserwowano poprawę parametru shimmer również w okresie sześciu miesięcy od wszczepienia implantu, d) stwierdzono wyraźną poprawę parametru NHR w okresie 24 miesięcy od implantacji. Poza tymi wynikami zwrócono uwagę na kwestie parametrów u dzieci zaimplantowanych po czwartym roku życia, a mianowicie na istotne zmiany częstotliwości podstawowej F0 w 12 miesięcy po operacji i parametru shimmer w 24 miesiące po implantacji. Na podstawie uzyskanych wyników badań sformułowano następujące wnioski: a) wszczepienie implantu ślimakowego poprawia zdolność pacjenta do kontroli wysokości oraz natężenia głosu, b) dzieci zaimplantowane przed czwartym rokiem życia rozwijają zdolność do autokontroli własnego głosu szybciej i w większym zakresie, niż dzieci zaopatrzone w implant ślimakowy po czwartym roku życia. Do podobnych wniosków doszedł w swoich badaniach także T. Holler i współautorzy (2010).

M.K. Evans i D.D. Deliyski (2007) przebadali grupę dorosłych pacjentów z głuchotą prelingwalną przed wszczepieniem implantu ślimakowego i sześć miesięcy po wszczepieniu. Przed implantacją stwierdzono u pacjentów odchylenia/zaburzenia w zakresie zarówno obiektywnych cech głosu i mowy, takich jak: a) częstotliwości podstawowej F0, b) dotyczące wskaźnika krótkookresowej zmiany częstotliwości jitter, c) dotyczące wskaźnika krótkookresowej zmiany

amplitudy shimmer, d) stosunku szumu do składowych harmonicznym NHR, e) wskaźnika turbulencji głosu VTI, f) wskaźnika miękkiej fonacji SPI, g) wskaźnika zmienności amplitudy vAm , h) wskaźnika zmienności częstotliwości podstawowej $vF0$, jak i parametrów subiektywnych, takich jak: a) wysokość głosu, b) zmienność wysokości głosu, c) zmienność głośności, d) zmienność tempa mowy, e) zmienność intonacji. Analizie poddano próbki głosu uzyskane podczas wydłużonej fonacji głoski [a], w trakcie czytania oraz podczas mowy spontanicznej. Uzyskane wyniki badań pokazały tendencję do obniżania się częstotliwości podstawowej głosu $F0$ u wszystkich badanych, przy czym zmiana tego parametru była zróżnicowana w zależności od tego, czy osoba badana posługiwała się wcześniej językiem migowym, czy też używała jakiegokolwiek formy komunikacji werbalnej przed wszczęciem implantu ślimakowego. U tych pierwszych odnotowano spadek $F0$ głównie podczas wydłużonej fonacji samogłoski [a], natomiast u osób z drugiej grupy – przed implantacją. Obniżenie $F0$ obserwowano głównie podczas mowy spontanicznej po zastosowaniu implantu ślimakowego. Głos pacjentów po wszczęciu implantu stawał się stabilniejszy, obniżeniu uległy parametry jitter, shimmer oraz VTI. U wszystkich badanych osób odnotowano również zmiany w zakresie nosowania, tj. tendencję do zmniejszania stopnia nosowania.

Głos dziecka z uszkodzonym narządem słuchu, podobnie zresztą jak u dzieci słyszących, ulega kształceniu i zmianom wraz ze wzrostem i jego rozwojem, chociaż u dzieci niedosłyszących i niesłyszących przebiega wolniej i nieco inaczej. W różnych okresach życia osobniczego posiada pewne odmienności charakterystyczne dla danej grupy wiekowej, zatem inny będzie u dzieci w wieku prelingwalnym, inny u dzieci w wieku przedszkolnym, a inny u nastolatków. I tak, na przykład w grupie pacjentów z głuchotą prelingwalną zaobserwowano cechy dysfonii z niewielką przewagą dysfonii hyperfunkcjonalnej, zaś w grupie postlingwalnej – cechy dysfonii hipofunkcjonalnej (Kosztyła-Hojna et al. 2009).

Istotny będzie również rodzaj wyuczonego sposobu komunikowania się przez dziecko: czy porozumiewa się ono wyłącznie mową foniczną czy też językiem migowym, czy może stosuje oba te sposoby. Inaczej bowiem przebiega rozwój krtani, kiedy dziecko w sposób naturalny wykorzystuje do generowania głosu, który ma stać się podstawą do tworzenia mowy, nieco inaczej jest zaś w przypadku korzystania przez dziecko z alfabetu palcowego, kiedy krtani w kontekście komunikowania się pełni rolę drugoplanową. Prowadzone badania w tych grupach dzieci i młodzieży wykazały pewne odmienności w budowie i czynności krtani. W grupie nastolatków porozumiewających się wyłącznie językiem migowym zaobserwowano liczne asymetrie w obrębie krtani, cechy krtani zahamowanej we wzroście oraz objawy niezakończonych mutacji. Tych zmian nie dostrzeżono u młodzieży, która komunikowała się wyłącznie za pomocą mowy słownej (Szkielewska 2015).

W ostatnich latach w literaturze pojawiło się wiele doniesień opisujących zmiany głosu, jego cech akustycznych, charakterystyki formantowej i innych zależności ocenianych w miarę postępów rehabilitacji u dzieci korzystających z implantów ślimakowych (Szyfter et al. 1996; Szyfter 1997; Maniecka-Aleksandrowicz et al. 1998; por. też Kishon-Rabin et al. 1999; Campisi et al. 2005; Hovevar-Boltezar et al. 2005; Evans, Deliyski 2007). Autorzy są zgodni, że dając dziecku możliwość kontroli słuchowej, w tym własnego głosu, a następnie prowadząc właściwą rehabilitację słuchu, głosu i mowy, można spodziewać się normalizacji wymienionych wyżej nieprawidłowości w głosie tych dzieci (Szkielewska 1999a, 2015).

Głos w częściowej głuchocie

Częściowa głuchota PD (ang. *partial deafness*) to rodzaj niedosłuchu odbiorczego, w którym zachowana została prawidłowa czułość słuchu w zakresie niskich częstotliwości, zaś znacznie upośledzone jest słyszenie w zakresie średnich i wysokich częstotliwości (Skarżyński et al. 2010). Taka sytuacja słuchowa stwarza ograniczone możliwości odbioru, różnicowania i rozpoznawania dźwięków mowy, ale umożliwia rozwój głosu i komunikacji werbalnej (Szkielewska 2015).

Głos dzieci z częściową głuchotą w ocenie odsłuchowej u większości (65%) był nieprawidłowy, tj. matowy, niestabilny, zbyt wysoki, o twardym nastawieniu i dużym natężeniu (Szkielewska 2015).

W badaniach obiektywnych u wszystkich dzieci stwierdza się zaburzenia struktury harmoniczej, tj. nieprawidłowe wartości parametrów oceniających zaburzenia częstotliwości, amplitudy, drżenia głosu oraz w zakresie parametrów akustycznych. Te ostatnie są odmienne w zależności od wieku. W grupie dzieci młodszych cechami różnicującymi głosy w sposób istotnie statystyczny są następujące parametry: częstotliwość podstawowa F0, parametr oceniający względne zmiany amplitudy ShdB oraz parametr oceniający składowe szumowe NHR. Średnia wartość częstotliwości podstawowej F0 w grupie dzieci młodszych wynosi średnio 293 Hz i jest wyższa w porównaniu z dziećmi słyszącymi. W przypadku pozostałych parametrów akustycznych różnicujących głosy dzieci z częściową głuchotą wartości parametru ShdB oraz NHR są znacząco niższe w porównaniu z grupą dzieci słyszących (Szkielewska 2015).

W grupie dzieci starszych obecnych jest znacznie więcej parametrów akustycznych, których wartości znacząco wyróżniają głosy dzieci z częściową głuchotą. Są to parametry: częstotliwościowe F0, vF0, parametry opisujące zmiany amplitudy vAm, parametry opisujące składowe szumowe w głosie NHR, SPI oraz parametr opisujący drżenie (modulacje) w głosie. Częstotliwość podstawowa F0 w grupie dzieci starszych z częściową głuchotą jest wyższa od średniej wartości dla dzieci słyszących i wynosi średnio 240,02 Hz. Wartości parametrów,

opisujące zaburzenia częstotliwości w tej grupie dzieci, prezentują wartości znacząco niższe w porównaniu z grupą dzieci słyszących. W zakresie parametrów opisujących zaburzenia amplitudy dzieci starsze w wieku szkolnym przedstawiają wartości istotnie niższe od dzieci słyszących. Natomiast wskaźnik zmian amplitudy v_{Am} jest zwykle podwyższony. W grupie parametrów informujących o obecności składowych szumowych wartości są niższe istotnie od wartości tych parametrów w głosie dzieci słyszących (Szkielekowska 2015).

Głos w zaburzeniach przetwarzania słuchowego APD (ang. *auditory processing disorders*)

Na przestrzeni ostatnich lat podnosi się problem występowania dysfonii dziecięcej w przypadkach współistnienia zaburzeń procesów przetwarzania słuchowego przy prawidłowej czułości słuchu obwodowego (Arnaut et al. 2011; Szkielekowska et al. 2012; Szkielekowska 2012, 2015), choć prace o tej tematyce są nieliczne. Autorzy tych publikacji zgodnie potwierdzają, że niepowodzenia rehabilitacji głosu u dzieci można tłumaczyć zaburzeniem funkcji ośrodkowego przetwarzania słuchowego, w tym lokalizacji źródła dźwięku i lateralizacji, przetwarzania czasowego dźwięku czy rozumienia sygnału w obecności sygnału zagłuszającego (Arnaut et al. 2011).

M.A. Arnaut i współautorzy odkryli, że prawie 40% badanych dzieci dysfonicznych miało trudności z przetwarzaniem słuchowym, podczas gdy 100% dzieci bez problemów z głosem miało prawidłowe wyniki (Anranut et al. 2011).

Z kolei J.S. Ramos i współautorzy zaobserwowali, że dystoniczne kobiety wykazywały zaburzenia w czasowych umiejętnościach przetwarzania słuchowego, mierzone testem Pitch Pattern Sequence i testem Duration Pattern Sequence. Badacze podkreślili związek między nieprawidłową produkcją głosu a upośledzeniem centralnych funkcji słuchowych (Ramos et al. 2018).

C.E. Steep i współautorzy odnotowali zaburzoną kontrolę słuchowo-ruchową u pacjentów z nadczynnościowymi zaburzeniami głosu (Steep et al. 2017).

Zaburzenia procesów przetwarzania słuchowego stanowią istotny czynnik w patomechanizmie dyfonii dziecięcej (Szkielekowska 2012). U dzieci z dysfonią dziecięcą, u których współistnieją zaburzenia procesów przetwarzania słuchowego, stwierdza się trudności w zakresie różnicowania wysokości, głośności i długości dźwięku. Dzieci te są nieuważne, sprawiają wrażenie, że niedosłyszają informacji dźwiękowych z zewnątrz, mimo że badania audiologiczne wykazują u nich prawidłowy próg słyszenia. Współwystępowanie zaburzeń słuchowych u dzieci z czynnościowymi zaburzeniami głosu zakłóca proces autokontroli własnego głosu. Dowodem na to może być fakt, że dzieci z dysfonią mają trudności z powtórzeniem dźwięków zróżnicowanych pod względem częstotliwości i natężenia. Dzieci z czynnościowymi zaburzeniami głosu zawsze są hałaśliwe i mówią bardzo głośno, a także, co podnosi wielu badaczy, przekrzykują się i nie są muzykal-

ne (Szkielekowska 2015). Agata Szkielekwowska publikuje wyniki badań własnych, z których wynika, iż brak uzdolnień muzycznych stwierdza się u 60% badanych dzieci, zaś nadmierną krzykliwość obserwuje się u 97% dziewcząt i 99% chłopców z zaburzeniami czynnościowymi głosu w postaci dysfonii hyperfunkcjonalnej (Szkielekowska 2015).

Przeprowadzone i opublikowane w 2022 roku badania 331 dzieci w wieku od 7 do 12 lat z dysfonią hyperfunkcjonalną i 213 dzieci w wieku od 7 do 12 lat (grupa kontrolna), przeprowadzone przez A. Szkielekwowską, P. Krasnodębską i B. Miaškiewicz, mające na celu ocenę wybranych funkcji słuchowych u dzieci z dysfonią hyperfunkcjonalną, wskazują, iż dzieci z dyfonią hyperfunkcjonalną mają trudności w przetwarzaniu słuchowym w każdym wieku od 7 do 12 lat. W przypadku Testu Wzorca Częstotliwości (FPT) odsetek prawidłowo zidentyfikowanych sekwencji przez dzieci z dysfonią był średnio o 43% niższy niż u dzieci z grupy kontrolnej, a w przypadku Testu Wzorca Czasu Trwania (DPT) o 26% niższy. W każdym wymienionym wyżej teście psychoakustycznym zaobserwowano dwa okresy krytyczne – w wieku 7 lat i ponownie w wieku 10 lat (Szkielekowska et al. 2022).

Dzieci z przewlekłą chrypką i współistniejącymi zaburzeniami przetwarzania słuchowego prezentują w ocenie subiektywnej głos matowy, w większości przypadków ochrypnięty w stopniu umiarkowanym, tworzony najczęściej z wysiłkiem, z twardym nastawieniem i dużym natężeniem. Podczas różnych zadań fonacyjnych u większości dzieci odnotowano trudności w powtarzaniu poszczególnych sentencji w zakresie głośności i wysokości dźwięków. W badaniach obiektywnych struktura akustyczna głosów dzieci z dysfonią dziecięcą wykazuje istotne zróżnicowanie w stosunku do struktury akustycznej głosu dzieci zdrowych, bez problemów głosowych i słuchowych. Największe różnice istotne statystycznie w parametrach akustycznych głosu dotyczą parametrów opisujących zaburzenia częstotliwości (Jitt, RAP, PPQ, sPPQ, vF0), których wartości są znacząco podwyższone u dzieci z zaburzeniami procesów przetwarzania słuchowego. Podobne różnice wykazano w grupie parametrów szumowych, opisujących występowanie szumu w analizowanym sygnale, oraz parametru opisującego drżenie w głosie i parametru opisującego krótkoterminowe zaburzenia amplitudy głosu z cyklu na cykl (Szkielekowska 2015).

Przewlekłe trwająca chrypka u dziecka na podłożu zmian czynnościowych może doprowadzić do wytworzenia się zmian organicznych w obrębie fałdów głosowych w postaci guzków głosowych, a to z kolei prowadzi do wzrostu wartości średnich większości parametrów akustycznych, powodując istotne zaburzenia w strukturze głosu. Nieprawidłowe wyniki dotyczą przede wszystkim parametrów opisujących zaburzenia częstotliwości, następnie amplitudy oraz parametrów informujących o zawartości składowych szumowych, drżenia, przerw i nie-

regularności w głosie, jak również obecności komponentów subharmonicznych w głosie dzieci z dysfonią i współistniejącymi guzkami głosowymi (Szkielkowska 2015).

DIAGNOSTYKA AUDIOGENNYCH ZABURZEŃ GŁOSU

Głos dziecka z uszkodzonym narządem słuchu można zbadać/ocenić w sposób subiektywny bądź w sposób obiektywny przez zastosowanie dostępnych metod analizy akustycznej. Ocena głosu prowadzona odsłuchowo powinna być poprzedzona wywiadem, zawierającym informacje dotyczące leczenia foniatrycznego, laryngologicznego bądź jego braku, rozpoznania lekarskiego oraz wskazówek udzielonych przez specjalistę, momentu wystąpienia wady słuchu, stwierdzonego rodzaju niedosłuchu oraz rodzaju zastosowanej protezy słuchowej. Natomiast audytywna ocena głosu pacjenta powinna uwzględniać:

- a) charakter zaburzeń głosu (np. chrypka, zanik dźwięczności głosu);
- b) cechy głosu (np. bezdźwięczny, dźwięczny, matowy, czysty, szorstki, głuchy, dudniący, nosowy, skrzypliwy, syczący, piskliwy, piszczący, szczekający, gardłowy, krzykliwy, metaliczny, stłumiony itd.);
- c) barwę głosu (np. jasna, ciemna, szara, bezbarwna);
- d) natężenie (małe, średnie, duże);
- e) plastyczność głosu (płynność – brak płynności w zakresie zmiany wysokości, donośności). Chodzi m.in. o ustalenie zdolności utrzymania głosu na tym samym poziomie przez cały czas fonacji. W przypadku braku takiej zdolności określa się, że głos ma charakter falujący;
- f) rejestr (odpowiedni – nieodpowiedni dla płci i wieku);
- g) sposób tworzenia głosu. Należy ustalić, czy głos tworzony jest swobodnie, czy też z wysiłkiem. Swobodny sposób emisji głosu oznacza, że dziecko tworzy go bez wysiłku i wygodnie, bez napięcia wewnętrznego i bez napięcia mięśni szyi. Natomiast poszerzenie żył szyjnych, nadmierna mobilizacja mięśni krtani i szyi świadczy o wadliwym, partym sposobie tworzenia głosu;
- h) nastawienie głosowe, czyli sposób zachowania się fałdów głosowych przy przechodzeniu z ustawienia oddechowego do fonacji. W warunkach fizjologicznych ustawienie fałdów głosowych jest miękkie, uwarunkowane swobodnym przebiegiem drgań w trzech płaszczyznach: poziomej, pionowej i strzałkowej. Fałdy głosowe podczas fonacji zbliżają się do siebie, pozostawiając wąską szczelinę umożliwiającą im swobodne drgania. W przypadku patologii głos charakteryzuje się twardym nastawieniem, kiedy dochodzi do nadmiernego zwarcia fałdów głosowych, lub nastawie-

niem chuchającym, gdy do zwarcia pełnego podczas fonacji nie dochodzi i pozostaje między fałdami szczelina o różnym kształcie, przez którą przedostaje się część powietrza, tworząc komponent szumowy w głosie (Szkielekowska 2005; Kowalewska, Walencik-Topiłko 2014).

Poza wymienionymi parametrami oceniamy również poprzez obserwację:

- a) postawę ciała pacjenta (ustawienie tułowia, nóg). Skrzywienie kręgosłupa, wady postawy mogą wpływać na położenie krtani oraz tor oddechowu pacjenta;
- b) pozycję głowy (zwłaszcza wysunięcie głowy do przodu, hyperlordoza kręgosłupa szyjnego, co wpływa na pozycję krtani oraz wywiera niekorzystny wpływ na rezonatory);
- c) układ oddechowy (tor oddechowy, sposób wdechu, długość fazy wydechowej);
- c) układ fonacyjny (nastawienie głosowe, korzystanie z rezonatorów);
- d) ruchomość krtani w płaszczyźnie pionowej oraz symetrię tych ruchów;
- e) układ artykulacyjny (wargi, żuchwa, język, podniebienie twarde, podniebienie miękkie, zgryz);
- f) występujące wady wymowy (Szkielekowska 2005; Kowalewska, Walencik-Topiłko 2014).

Specjaliści rehabilitacji zaburzeń głosu i foniatrzy mogą również dokonać palpacji krtani oraz okolicznych tkanek pod kątem napięcia mięśni i ruchomości krtani oraz występujących w tej okolicy bólu czy wrażliwości.

Zebrany wywiad i uzyskane wyniki badań umożliwiają zaplanowanie terapii i jej realizację (Kowalewska, Walencik-Topiłko 2014).

Proces tworzenia głosu jest zjawiskiem fizycznym. Poprzez badanie zjawiska tworzenia głosu, czyli akustycznych właściwości fali głosowej, można uzyskać informacje dotyczące jakości wytwarzanego głosu i czynności fonacyjnej krtani (Maniecka-Aleksandrowicz et al. 1998).

Przy użyciu aparatury pomiarowej można wyznaczyć średnie położenie i zakres głosu oraz poziom napięcia. Bardzo przydatnym badaniem jest pomiar czasu fonacji. Pomiaru dokonujemy trzykrotnie, a następnie wynik uśredniamy. Prosimy pacjenta o wypowiedzenie samogłoski [a] w sposób ciągły, głosem mówionym. Norma dla osób dorosłych wynosi od 20 do 25 sekund. W przypadku dzieci przyjmuje się, że czas poniżej 10 sekund wskazuje na patologię narządu głosu (Hirano et al. 1968; Eberhardt 1998; Kowalewska, Walencik-Topiłko 2015, 271). Wiarygodnym i wartościowym uzupełnieniem podstawowego badania foniatrycznego jest analiza akustyczna głosu, w tym również głosów dzieci z uszkodzonym narządem słuchu (Monsen et al. 1979; Pruszewicz et al. 1993; Kotby et al. 1996; Szyfter et al. 1996; Szyfter 1997; Perrin et al. 1999; Szkielekowska et al. 1999a, 1999b; Szkielekowska 2005).

Głos jest zjawiskiem akustycznym i wszelkie jego zaburzenia charakteryzują się nieprawidłowym rozkładem jego wszystkich składowych, czyli częstotliwości, amplitud, natężenia i barwy. Do najczęściej prowadzonych badań akustycznych głosu należą: analiza przebiegu czasowego, analiza widmowa, analiza spektrograficzna, analiza wieloparametryczna przy zastosowaniu specjalnych programów, np. programu do wieloparametrycznej analizy głosu *Multi Dimensional Voice Program (MDVP)*. Badania akustyczne głosu są bardzo pomocne w ocenie rodzaju i stopnia zaburzeń głosu, jak również mogą być cenną pomocą w ustaleniu postępowania rehabilitacyjnego i sprawdzianem efektów zaopatrzenia słuchowego i zastosowanej rehabilitacji (Monsen et al. 1979; Pruszewicz 1992; Pruszewicz et al. 1998; Perrin et al. 1995; Kotby et al. 1996; Maniecka-Aleksandrowicz et al. 1998; Maniecka-Aleksandrowicz, Szkiełkowska 1998a, 1998b; Szkiełkowska 2001, 2005, 2015; Guerrero Lopez et al. 2013).

REHABILITACJA AUDIOGENNYCH ZABURZEŃ GŁOSU

Celem prowadzonej rehabilitacji zaburzeń głosu spowodowanych uszkodzeniem słuchu jest: normalizacja napięcia mięśniowego, wypracowanie właściwego wzorca oddechowego, zwiększenie efektywności oddychania, koordynacji oddechow-fonacyjno-artykulacyjnej oraz uruchomienie rezonatorów nasady (Szkiełkowska 2005).

Schemat postępowania rehabilitacyjnego u dzieci niedosłyszących nie różni się w sposób znaczący od ogólnie wypracowanych zasad rehabilitacji głosu. Program ten powinien być jednak dostosowany indywidualnie do pacjenta, z uwzględnieniem jego wieku, poziomu rozwoju językowego, możliwości intelektualnych, ogólnego stanu zdrowia i sylwetki emocjonalnej (Szkiełkowska 2015).

Dzieci z niedosłuchem przewodzeniowym rzadko wymagają czynności rehabilitacyjnych w zakresie reedukacji głosu w trakcie i po zakończonym leczeniu, natomiast w przypadku niedosłuchu odbiorczego zawsze potrzebna jest wielospecjalistyczna opieka koncentrująca się na zastosowaniu odpowiednich aparatów słuchowych, a następnie szeroko pojętej rehabilitacji logopedycznej, foniatrycznej, psychologicznej i pedagogicznej (Malesińska 1994; Szkiełkowska 2005, 2008).

Wczesne działania rewalidacyjne muszą zapewnić dziecku z wadą słuchu kontakt z mową ustną oraz prawidłowe używanie traktu głosowego w okresie krytycznym, czyli w pierwszych latach życia. W innym przypadku może dojść do nieodwracalnych zmian fizjologicznych w obrębie nieużywanego bądź źle używanego traktu głosowego, a wrodzone zdolności językowe, niewzmacniane w odpowiedni sposób, będą skłonne zanikać (Zielińska 2002).

U osób niedosłyszących, w związku z osłabieniem w stopniu znaczącym kanału słuchowego, w rehabilitacji wykorzystuje się kanał wzrokowy i czuciowy. Zwłaszcza dzieci wymagają wprowadzenia ćwiczeń na drodze obserwacji, naśladownictwa, wielokrotnego powtarzania. Prowadzący ćwiczenia logopedyczne i foniatryczne muszą mieć świadomość, że niedostateczna kontrola słuchowa pacjenta czy niewłaściwe wykorzystanie jej podczas rehabilitacji może doprowadzić do wytworzenia, a następnie do utrwalenia błędnych nawyków fonacyjnych, co znajduje odzwierciedlenie w jakości tworzonego głosu. Dlatego tak ważną rolę przypisuje się treningowi słuchowemu oraz wychowaniu słuchowemu (Szkielewska 2015).

Najtrudniejszym etapem rehabilitacji pacjentów niedosłyszących jest wyrobienie u nich umiejętności odróżniania cech głosu prawidłowego, eufonicznego od głosu nieprawidłowego. Dlatego ta pierwsza faza postępowania rehabilitacyjnego powinna mieć charakter edukacyjny, wypracowujący u pacjenta znajomość cech głosu, różnic wynikających z odmiennych sposobów jego tworzenia i emisji, jak również pogłębiający świadomość o procesie jego tworzenia (Szkielewska 2015).

Szkielewska i współautorzy (1999a) podkreślają, iż bez względu na wiek pacjenta i poziom rozwoju jego mowy rehabilitację zaburzeń głosu należy zacząć od ćwiczeń oddechowych, mających na celu wypracowanie prawidłowego i efektywnego toru oddechowego oraz wydłużenie fazy wydechu. Właściwe ćwiczenia, z wykorzystaniem tzw. podparcia oddechowego, powinny być zawsze poprzedzone serią ćwiczeń mających na celu dotlenienie, uspokojenie, odprężenie dziecka i zniesienie wszelkich niepotrzebnych napięć mięśniowych. Ćwiczenia zawsze powinny być krótkie i konieczne przeplatane elementami zabawy (Szkielewska et al. 1999a).

Po opanowaniu powyższych ćwiczeń należy przejść do innych metod rehabilitacyjnych, dostosowanych w zależności od istniejących deficytów akustycznych w głosie. Mają one na celu wydłużenie czasu fonacji, eliminację elementów spastyczności w głosie, ustawienie właściwej wysokości, nastawienia, charakteru tworzenia głosu. Można zastosować ćwiczenia manipulacyjne krtani, które służą obniżeniu głosu, biernego zamykania głośni czy stymulacji mięśnia pierścienno-tarczowego (napinacza fałdów głosowych) (Szkielewska et al. 1999a).

Narząd głosu dziecka niedosłyszącego i głuchego wymaga ćwiczeń przez długie lata, co najmniej do okresu mutacji, całkowitego rozwoju krtani i przestrzeni rezonacyjnych (Szkielewska 2005, 2015).

Podstawowym sposobem rehabilitacji zaburzeń głosu w okresie mutacji są ćwiczenia oddechowe i głosowe. Najważniejszą rolę odgrywają tu ćwiczenia manipulacyjne na krtani, które regulują napięcie mięśni krtani i ustawiają krtani we właściwej pozycji na szyi (Szkielewska 2005).

W zależności od istniejącego deficytu w głosie określonego w badaniu subiektywnym i obiektywnym można zastosować u dzieci z implantami i zaaparowanych następujące metody rehabilitacji: a) relaksacja; b) ćwiczenia oddechowe; c) trening słuchowy; d) ćwiczenia usprawniające motorykę podniebienia; e) ćwiczenia mormorando; f) ćwiczenia ziewania/wzdychania; g) ćwiczenia *pusching* według Weissa; h) ćwiczenia eliminacji twardego ataku; i) ćwiczenia wysokości głosu; j) ćwiczenia napięcia głosu; k) wydłużanie czasu fonacji; l) ćwiczenia odwrotnej fonacji; ł) ćwiczenia z wykorzystaniem metody akcentów (według Kotby'ego); m) ćwiczenia manipulacyjne na krtani; n) ćwiczenia wykorzystujące właściwości fonetyczne sylab języka polskiego (Szkiełkowska et al. 1999a, 1999b).

Anna Walencik-Topiłko w ramach ćwiczeń emisji głosu dla osób z zaburzeniami słuchu proponuje następujące ćwiczenia:

1. Ćwiczenia słuchowe jako wprowadzenie do ćwiczeń emisyjnych: a) ćwiczenia kształcące umiejętność różnicowania napięcia dźwięku (dynamika); b) ćwiczenia kształcące umiejętność różnicowania długości dźwięku (rytm i tempo); c) ćwiczenia kształcące umiejętność różnicowania wysokości dźwięku (melodyka); d) ćwiczenia kształcące umiejętność różnicowania barwy i dźwięku.
2. Ćwiczenia postawy ciała.
3. Ćwiczenia relaksacyjne.
4. Ćwiczenia oddechowe: a) ćwiczenia różnicowania wdechu i wydechu; b) wypracowanie oddechu dynamicznego torem przeponowym; c) uzyskanie podparcia przeponowego; d) ćwiczenia kształcące świadomość siły wydechu; e) ćwiczenia wydłużające fazę wydechu; f) ćwiczenia kształcące umiejętność tworzenia głosu z miękkim nastawieniem; g) ćwiczenia kształcące umiejętność wykorzystania rezonatorów nasady w tworzeniu dźwięku; h) ćwiczenia kształcące umiejętność różnicowania wysokości, napięcia i barwy głosu w mowie.
5. Ćwiczenia artykulacyjne (Walencik-Topiłko 2015; por. też Kowalewska, Walencik-Topiłko 2014).

Systematycznie prowadzona rehabilitacja głosu pozwala na poprawę wybranych jego parametrów. Poprawia się tym samym jakość głosu, co warunkuje lepszą zrozumiałość mowy w procesie komunikowania się z otoczeniem.

PODSUMOWANIE

Proces tworzenia i kształtowania się głosu jest uwarunkowany wieloma czynnikami. Pierwszoplanową rolę odgrywa prawidłowo funkcjonujący analizator słuchowy. Na skutek ograniczenia lub braku kontroli słuchowej dochodzi do

zaburzeń głosu (dysfonii audiogennej) i utrwalenia się wtórnie specyficznych warunków funkcjonalno-strukturalnych w obrębie krtani (Szkiełkowska et al. 2000).

Stopień zaburzeń głosu u dzieci z uszkodzonym słuchem zależy m.in. od stopnia ubytku słuchu, rodzaju niedosłuchu i czasu jego trwania, momentu wystąpienia, wieku pacjenta, poziomu rozwoju mowy, momentu rozpoznania wady słuchu, momentu protezowania czy momentu rozpoczęcia terapii surdologopedycznej. Upośledzenie słuchu pozbawia dziecko słuchowej samokontroli wysokości, natężenia i barwy tworzonego głosu.

Cechy głosu dziecka niedosłyszącego lub niesłyszącego można scharakteryzować subiektywnie, odsłuchowo lub obiektywnie, za pomocą specjalistycznych badań.

Rehabilitacja audiogennych zaburzeń głosu polega, po pierwsze, na zastosowaniu odpowiednich aparatów czy protez słuchowych, a po drugie, na wprowadzeniu odpowiednio dobranych dla potrzeb i możliwości pacjentów ćwiczeń, w tym m.in. ćwiczeń relaksacyjnych, oddechowych, usprawniających motorykę podniebienia, mormorando, eliminacji twardego ataku, wysokości i natężenia głosu, wydłużania czasu fonacji. Istotny jest też trening słuchowy.

SYMBOLE OCENY AKUSTYCZNEJ GŁOSU

Skrót	Rozwinięcie w języku oryginalnym	Odpowiednik w języku polskim
APQ	Amplitude Perturbation Quotient	procentowy wskaźnik względnej zmiany amplitudy
ATRI	Amplitude Tremor Intensity Index	współczynnik intensywności modulacji amplitudy
DUV	Degree of Voiceless	stopień bezgłosu (wyrażony w procentach)
F0	Fundamental Frequency	częstotliwość podstawowa
FTRI	F0 Tremor Intensity Index	wskaźnik intensywności modulacji (drżenia) częstotliwości podstawowej
Jitt	Jitter Percent	procentowy wskaźnik względnej zmienności częstotliwości podstawowej
NHR	Noise-to-Harmonic Ratio	stosunek szumu do sygnału
NUV	Number of Voiceless	liczba bezgłosów (wyrażona ilością segmentów bezgłosowych)
PPQ	Pitch Period Perturbation Quotient	iloraz zmiany okresu częstotliwości podstawowej

Ciąg dalszy tabeli

RAP	Relative Average Perturbation	iloraz średniej zmiany częstotliwości podstawowej
sAPQ	Smoothed Amplitude Perturbation Quotient	wygładzony iloraz względnej zmiany amplitudy
ShdB	Shimmer in decibels	wskaźnik względnej modulacji amplitudy w decybelach
Shim	Shimmer Percent	procentowy wskaźnik względnej zmiany amplitudy
SPI	Soft Phonation Index	współczynnik dyskretnej fonacji
sPPQ	Smoothed Pitch Perturbation Quotient	wygładzony iloraz zmian częstotliwości podstawowej
vAm	Peak Amplitude Variation	wskaźnik zmiany amplitudy
vF0	Fundamental Frequency Variation	wskaźnik zmiany częstotliwości podstawowej
VTI	Voice Turbulence Index	wskaźnik turbulencji głosu

za: Myszel, Skarżyński 2018, s. 20

BIBLIOGRAFIA

- Arnaut M.A., Agostino C.V., Pereira L.D., Weckx L.L., Brando de Avila C.R., 2011, *Auditory processing in dysphonic children*, "Brazilian Journal of Otorhinolaryngology" 77 (3), s. 362–268.
- Campisi P., Low A., Papsin B., Mount R., Cohen-Kerem R., Harrison R., 2005, *Acoustic analysis of the voice in pediatric cochlear implant recipients: a longitudinal study*, "The Laryngoscope" 115(6), s. 1046–1050.
- Dehqan A., Scherer R.C., 2011, *Objective voice analysis of boys with profound hearing loss*, "Journal of Voice" 25(2), s. 61–65.
- Eberhardt G., 1998, *Zaburzenia głosu u dzieci w wieku rozwojowym*, [w:] *Zaburzenia głosu – badanie – diagnozowanie – metody usprawniania*, oprac. H. Mierzejewska, M. Przybysz-Piwkowska, Warszawa, s. 7–21.
- Evans M.K., Deliyński D.D., 2007, *Acoustic voice analysis of prelingually deaf adults before and after cochlear implantation*, "Journal of Voice" 21(6), s. 669–682.
- Gałkowski T., 1993, *Kilka uwag na temat potrzeb rozwojowych dzieci głuchych*, „Audiofonologia” 5, s. 137–147.
- Guerrero Lopez H., Mondain M., Amy de la Bretèque B., Serrafiero P., Trottier C., Barkat-Defradas M., 2013, *Acoustic, aerodynamic and perceptual analysis of the voice of cochlear-implanted children*, "Journal of Voice" 27(4), s. 1–17.
- Góralówna M., 1970, *Dziecko z trwałym kalectwem sluchu*, Warszawa.
- Handzel L., 1956, *Acoustic analysis of vowels in deaf children by means of „visible speech” apparatus*, „Folia Phoniatic” 8, s. 237–246.

- Handzel L., 1965, *Zagadnienie kształtowania się czynników muzycznych w mowie dzieci słyszących, niedosłyszących z resztkami słuchu i głuchych*, Warszawa.
- Handzel L., 1969, *Z badań nad funkcjonalnym obrazem krtani dzieci głuchych. Badanie rentgenograficzne. Pamiętnik Konferencji Naukowej, IV Dni Otolaryngologii Dziecięcej*, Zakopane, s. 360–363.
- Higgins M.B., 1994, *Physiological assessment of speech and voice production of adults with hearing loss*, "Journal of Speech and Hearing Research" 37(3), s. 510–521.
- Hirano M., Koike Y., Von Leden H., 1968, *Maximum phonations time and air usage during phonation*, "Folia Phoniatria" 20, s. 185–201.
- Hocevar-Boltezar I., Vatovec J., Gros A., Zargi M., 2005, *The influence of cochlear implantation on some voice parameters*, "International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology" 69(12) s. 1635–1640.
- Holler T., Campisi P., Allegro J., Chadha N.K., Harrison R.V., Papsin B. et al., 2010, *Abnormal voicing in children using cochlear implants*, "Archives of Otorhinolaryngology-Head & Neck Surgery" 136(1), s. 17–21.
- Kishon-Rabin I., Taitelbaum R., Tobin Y., Hildesheimer M., 1999, *The effect of partially restored hearing on speech production of postlingually deafened adults with multichannel cochlear implants*, "The Journal of the Acoustical Society of America" 106(5), s. 2843–2857.
- Kosztyla-Hojna B., Rogowski M., Kasperuk M., Rutkowski R., Ryćko P., 2009, *Analiza jakości głosu i mowy u pacjentów z implantem ślimakowym – doniesienie wstępne*, „Polski Merkuriusz Lekarski” 27(160), s. 305–310.
- Kotby M.N., Wafy W.A., Rifaie N.A., Abdel-Nasserr N.H., Aref E.E., Elsharkaawy A.A., 1996, *Multidimensional analysis of speech of hearing impaired children*, "Scandinavian Audiology. Supplementum" 42, s. 27–33.
- Kowalewska E., Walencik-Topiłko A., 2014, *Zaburzenia głosu u osób z wadą słuchu – diagnoza i terapia*, [w:] *Muzyka w logopedii. Terapia, wspomaganie, wsparcie – trzy drogi, jeden cel*, red. D. Baczała, J.J. Błężyński, Toruń, s. 165–175.
- Kowalewska E., Walencik-Topiłko A., 2015, *Metodyka diagnozy i terapii głosu*, [w:] *Metodologia badań logopedycznych z perspektywy teorii i praktyki*, red. S. Milewski, K. Kaczorowska-Bray, Gdańsk, s. 270–285.
- Kubiak S., 2006, *Budowa narządu słuchu i jego właściwości*, [w:] S. Kubiak, B. Wiskirska-Woźnica, G. Demenko, *Zarys higieny narządu głosu*, Włocławek, s. 45–61.
- Mackiewicz-Nartowicz H., Sinkiewicz A., Bielecka A., Owczarzak H., Mackiewicz-Milewska M., Winiarski P., 2014, *Long term results of childhood dysphonia treatment*, „International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology” 78(5), s. 753–755.
- Malesińska M., 1994, *Program rehabilitacji całkowitej utraty słuchu u osób po wszczepieniu implantów ślimakowych*, „Otolaryngologia Polska” XLVIII, suplement 15, s. 92–104.
- Maniecka-Aleksandrowicz Barbara, 1997, *Klasyfikacja zaburzeń głosu*, „Audiofonologia” X, s. 61–67.
- Maniecka-Aleksandrowicz B., Kołodziej A., Szkielkowska A., 1998, *Zastosowanie systemów analizy dźwięku w badaniu głosu*, [w:] *Zaburzenia głosu – badanie – diagnozowanie – metody usprawniania*, oprac. H. Mierzejewska, M. Przybysz-Piwkowska, Warszawa, s. 45–52.
- Maniecka-Aleksandrowicz B., Szkielkowska A., 1998a, *Głos dziecka implantowanego*, „Audiofonologia” XII, s. 127–135.
- Maniecka-Aleksandrowicz B., Szkielkowska A., 1998b, *Zaburzenia głosu i rehabilitacja osób z uszkodzonym narządem słuchu*, [w:] *Zaburzenia głosu – badanie – diagnozowanie – metody usprawniania*, oprac. H. Mierzejewska, M. Przybysz-Piwkowska, Warszawa, s. 53–64.
- Mitrinowicz-Modrzejewska A., 1963, *Fizjologia i patologia głosu, słuchu i mowy*, Warszawa.
- Mitrinowicz-Modrzejewska A., 1968, *Głuchota wieku dziecięcego*, Warszawa, s. 59–69.

- Monsen R.B., Engebretson A.M., Vemula N.R., 1979, *Some effects of deafness on the generation of voice*, „The Journal of the Acoustical Society of America” 66(6), s. 1680–1690.
- Myszal K., Skarżyński P.H., 2018, *Zmiany głosu i mowy pacjentów po wszczępieniu systemu implantu ślimakowego. Analiza wybranych danych literaturowych*, „Nowa Audiofonologia” 7(1), s. 19–24.
- Nagy A., Elshafei R., Mahmoud S., 2020, *Correlating undiagnosed hearing impairment with hyperfunctional dysphonia*, „Journal of Voice” 34(4), s. 616–621.
- Obrębowski A., 1992, *Głos i mowa dziecka z uszkodzonym słuchem*, [w:] *Foniatria kliniczna*, red. Antoni Pruszewicz, Warszawa, s. 360–361.
- Obrębowski A., 2004, *Niedosluch a zaburzenia mowy u dziecka*, „Otorynolaryngologia” 3(2), s. 51–54.
- Obrębowski A., 2014, *Fizjologia i patologia sluchu*, [w:] *Protetyka sluchu*, red. E. Hojan, Poznań, s. 11–31.
- Obrębowski A., Donat-Jasiak T., 2010, *Wpływ uszkodzenia sluchu na głos i mowę*, [w:] *Audiologia kliniczna. Zarys*, red. A. Pruszewicz, A. Obrębowski, wyd. IV rozszerzone i poprawione, Poznań, s. 626–629.
- Obrębowski A., Wika T., 2019, *Głos i mowa dziecka z uszkodzonym słuchem*, [w:] *Zarys foniatrii klinicznej*, red. A. Pruszewicz, A. Obrębowski, Poznań, s. 295–297.
- Perrin M.E., Berger-Vachon C., Le Dissez C., Kauffmann J., Morgon A., 1995, *The normality of voice of cochlear implant children*, „Oto-Rhino-Laryngology” 50, s. 167–173.
- Perrin E., Berger-Vachon C., Topouzkhanian A., Truy E., Morgon A., 1999, *Evaluation of cochlear implanted children’s voices*, „International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology” 47(2), s. 181–186.
- Pribuisiene R., Pribuisis K., Liutkevicius V., Balsevicius T., Milasiene R., Uloza V., 2019, *Glottal function index questionnaire for screening of pediatric dysphonia*, „International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology” 123, s. 97–101.
- Pruszewicz A., red., 1992, *Foniatria kliniczna*, Warszawa.
- Pruszewicz A., Demenko G., Wika T., 1993, *Variability Analysis of F0 Parameter in Voice of Individuals with Hearing Disturbances*, „Acta-Otolaryngologica” 113, s. 450–454.
- Pruszewicz A., Szyfter W., Świdziński P., Wiskirska-Woźnica B., Świdziński W., Karlik M., 1998, *Analiza akustyczna głosu u osób, u których zastosowano aparat słuchowy lub implant ślimakowy*, „Otolaryngologia Polska” 52(6), s. 695–700.
- Ramos J.S., Feniman M.R., Gielow I., Silverio K.C.A., 2018, *Correlation between voice and auditory processing*, „Journal of Voice” 32(6), s. 771–e25.
- Ramos P.H., Álvarez M.L., León N.I., Badía P.I., Napolitano C.A., 2022, *Voice Disorders in Children: Experience in the Voice Unit at Universidad Católica Clinical Hospital*, „Journal of Voice” 36(2), s. 293(1)–293(5).
- Sekula A., 2005, *Niedosluch u dziecka z zaburzenia rozwoju mowy*, [w:] *Audiologia kliniczna*, red. M. Śliwińska-Kowalska, Łódź, s. 361–365.
- Skarżyński H., Lorens A., Piotrowska A., Skarżyński P.H., 2010, *Hearing preservation in partial deafness treatment*, „Medical Science Monitor” 16(11), s. 555–562.
- Steph C.E., Lester-Smith R.A., Abur D., Daliri A., Pieter Noordzij J., Lupiani A.A., 2017, *Evidence for auditory-motor impairment in individuals with hyperfunctional voice disorders*, „Journal of Speech, Language, and Hearing Research” 60(6), s. 1545–1550.
- Szkiełkowska A., 2001, *Wpływ odbiorczych zaburzeń sluchu na jakość głosu u dzieci*, Rozprawa doktorska, Uniwersytet Medyczny, Warszawa.
- Szkiełkowska A., 2005, *Zaburzenia głosu spowodowane uszkodzeniem narządu sluchu*, [w:] *Podstawy neurologopedii. Podręcznik akademicki*, red. T. Gałkowski, E. Szelań, G. Jastrzębowska, Opole, s. 629–652.

- Szkiełkowska A., 2012, *Ocena wyższych procesów słuchowych w dysfonii dziecięcej*. Rozprawa habilitacyjna, IFPS, Warszawa.
- Szkiełkowska A., 2015, *Głos a zaburzenia słuchu u dzieci*, [w:] *Surdologopedia. Teoria i praktyka*, red. E. Muzyka-Furtak, Gdańsk, s. 212–227.
- Szkiełkowska A., Krasnodębska P., Miałkiewicz B., *Assessment of auditory processing in childhood dysphonia*, “International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology” 155, s. 1–5.
- Szkiełkowska A., Maniecka-Aleksandrowicz B., Dolecki J., 1999a, *Rehabilitacja głosu dzieci z implantami ślimakowymi*, „Audiofonologia” XV, s. 133–139.
- Szkiełkowska A., Maniecka-Aleksandrowicz B., Dolecki J., 1999b, *Rehabilitacja głosu dzieci z aparatury*, „Audiofonologia” XV, s. 167–174.
- Szkiełkowska A., Maniecka-Aleksandrowicz B., Ratyńska J., Markowska R., 1999c, *Videolaryngoskopowy obraz krtani dziecka niesłyszącego*, „Audiofonologia” XV, s. 181–185.
- Szkiełkowska A., Ratyńska J., Grzanka A., Markowska R., 2000, *Ocena krtani i głosu dziecka niesłyszącego*, „Audiofonologia” XVIII, s. 161–167.
- Szkiełkowska A., Ratyńska J., Markowska R., 2002, *Zmiany częstotliwości podstawowej głosu dzieci niesłyszących w zależności od wieku*, „Audiofonologia” XXII, s. 149–154.
- Szkiełkowska A., Ratyńska J., Skarżyński H., Michalak T., 2012, *Acoustic structure of the voice in children considered for partial deafness treatment*, „Journal of Hearing Science” 2(2), s. 75–80.
- Szyfter W., 1997, *Ocena zachowań słuchowych dzieci posługujących się wszczepem ślimakowym*, „Otolaryngologia Polska” L, suplement 22, s. 200–204.
- Szyfter W., Pruszewicz A., Świdziński P., Szymiec E., Karlik M., 1996, *The acoustic analysis of voice in patients with multi-channel cochlear implant*, “Revue de Laryngologie-Otologie-Rhinologie” 117(3), s. 225–227.
- Tarasiewicz B., 2011, *Mówię i śpiewam świadomie. Podręcznik do nauki emisji głosu*, Kraków.
- Walencik-Topiłko A., 2015, *Ćwiczenia emisji głosu dla osób z zaburzeniami słuchu*, [w:] *Surdologopedia. Teoria i praktyka*, red. E. Muzyka-Furtak, Gdańsk, s. 354–370.
- Ysunza A., Vazquez M.C., 1993, *Velopharyngeal Sphincter Physiology in Deaf Individuals*, “Cleft Palate – Craniofacial Journal” 30(2), s. 141–143.
- Zaleski T., 1996, *Potrzeba wczesnego rozpoznawania zaburzeń słuchu*, „Audiofonologia” IX, s. 103–107.
- Zielińska J., 2002, *Badanie głosu u małych dzieci z wadą słuchu za pomocą specjalistycznej aparatury*, „Audiofonologia” XXI, s. 65–78.