

# Skuteczność stosowania implantu ślimakowego u dzieci z jednostronną głuchotą – przegląd i charakterystyka wybranych publikacji

## Efficacy of cochlear implantation in children with single-sided deafness – review and characteristics of selected publications

Dorota Pastuszak<sup>1A-F</sup>, Anita Obrycka<sup>2A-F</sup>, Piotr H. Skarżyński<sup>3,4AEF</sup>,  
Elżbieta Włodarczyk<sup>1AE</sup>, Henryk Skarżyński<sup>5EF</sup>

<sup>1</sup> Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Światowe Centrum Słuchu, Klinika Rehabilitacji, Warszawa/Kajetany

<sup>2</sup> Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Światowe Centrum Słuchu, Zakład Implantów i Percepcji Słuchowej, Warszawa/Kajetany

<sup>3</sup> Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Światowe Centrum Słuchu, Zakład Teleaudiologii i Badań Przesiewowych, Warszawa/Kajetany

<sup>4</sup> Instytut Narządów Zmysłów, Kajetany

<sup>5</sup> Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Światowe Centrum Słuchu, Klinika Oto-Ryńko-Laryngochirurgii, Warszawa/Kajetany

### Wkład autorów:

- A Projekt badania
- B Gromadzenie danych
- C Analiza danych
- D Interpretacja danych
- E Przygotowanie pracy
- F Przegląd literatury
- G Gromadzenie funduszy

### Streszczenie

**Wprowadzenie:** Osoby z jednostronną głuchotą mają trudności z rozumieniem mowy w trudnych warunkach akustycznych oraz z lokalizacją źródła dźwięku. Przyczyną tych problemów jest brak słyszenia dwuuszynowego. W przypadku dzieci konsekwencją braku słyszenia binauralnego jest także występujące częściej niż u dzieci ze słuchem prawidłowym opóźnienie w rozwoju mowy oraz trudności w nauce. Przywrócenie słyszenia dwuuszynowego u osób dorosłych z nabytą jednostronną głuchotą możliwe jest dzięki zastosowaniu implantu ślimakowego. Rozwiązanie to jest coraz częściej stosowane również w grupie dzieci z jednostronną głuchotą ze względu na uzyskiwane efekty zastosowania implantu ślimakowego u dorosłych. Celem niniejszej pracy jest dokonanie przeglądu publikacji dotyczących leczenia jednostronnej głuchoty za pomocą implantu ślimakowego, oceniających skuteczność stosowania tej metody u dzieci z jednostronną głuchotą.

**Materiał i metody:** Publikacje pozyskano, korzystając z wyszukiwania elektronicznego w bazach PubMed oraz Ovid. Przyjęto następujące kryteria włączenia do przeglądu literatury: badania zostały wykonane w grupie dzieci ze zdiagnozowaną jednostronną głuchotą, leczonych za pomocą implantu ślimakowego oraz zawierały wyniki oceny skuteczności interwencji związanej z zastosowanym leczeniem.

**Wyniki:** Otrzymano 18 publikacji spełniających przyjęte kryteria. W trzech publikacjach przedstawione zostały korzyści z wszczepionego implantu ślimakowego w zakresie redundancji binauralnej oraz efektu wyciszenia binauralnego (ang. *squelch*), natomiast w pięciu – w zakresie efektu cienia głowy. W pięciu pracach wykazano także poprawę możliwości lokalizacji dźwięku, w sześciu zaś wykazano poprawę funkcjonowania pacjenta po wszczepieniu implantu ślimakowego w ocenie subiektywnej z wykorzystaniem badań kwestionariuszowych. W dwóch analizowanych pracach wykazano, że u dzieci z nieleczoną jednostronną głuchotą wystąpiło opóźnienie w rozwoju mowy w stosunku do normy rozwojowej.

**Wnioski:** Z przeprowadzonej analizy wynika, że zastosowanie implantu ślimakowego u dzieci z jednostronną głuchotą pozwala na poprawę obiektywnych i subiektywnych wyników percepcji słuchowej. Korzyści z implantu ślimakowego w zakresie słyszenia dwuuszynowego w grupie dzieci z wrodzoną jednostronną głuchotą, u których nie zastosowano takiego leczenia we wczesnym dzieciństwie, są ograniczone. Należy przy tym podkreślić, że w literaturze przedmiotu wciąż mało jest doniesień na temat leczenia jednostronnej

**Autor korespondencyjny:** Dorota Pastuszak, Klinika Rehabilitacji, Światowe Centrum Słuchu, Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, ul. Mokra 17, Kajetany, 05-830 Nadarzyn; email: d.pastuszak@ifps.org.pl

głuchoty u dzieci za pomocą implantu ślimakowego. Co więcej, istniejące badania opierają swoje wyniki na małych grupach pacjentów. Także z tego powodu dotychczas nie zostały zidentyfikowane czynniki wpływające na możliwość przywrócenia słyszenia dwuosusznego u dzieci. Konieczne jest zatem prowadzenie dalszych badań na dużych grupach pacjentów.

**Słowa kluczowe:** dzieci z SSD • jednostronna głuchota • implant ślimakowy

## Abstract

**Introduction:** People with single-sided deafness have difficulties with speech understanding in noise and sound localization. The cause of these problems is a lack of binaural hearing. In case of children, this causes delays in speech development and learning difficulties more often than in children with normal hearing. Restoration of binaural hearing in adults with acquired single-sided deafness is possible with cochlear implantation. This solution is also more and more often used in the group of children with single-sided deafness due to the effects of using the cochlear implant in adults. The aim of the study is a review of publications on the treatment of single-sided deafness with cochlear implant, evaluating the effectiveness of this method in children with single-sided deafness.

**Material and methods:** Publications were obtained using electronic searches in the PubMed and Ovid databases. Including criteria: studies in a group of children with single-sided deafness, treated with a cochlear implant, and containing the results of the intervention related to the applied treatment.

**Results:** The 18 publications meeting the specific criteria were found. Three publications presented the benefits after cochlear implantation in terms of binaural redundancy and the binaural squelch effect, and five in terms of the head shadow effect. Five studies also showed improvement in sound localization, and six publications showed improvement in patient's functioning after cochlear implantation in subjective assessment using questionnaires. Two analyzed studies showed that children with untreated single-sided deafness presented delays in speech development in relation to the developmental norm.

**Conclusions:** The literature analysis indicates that using cochlear implant in children with single-sided deafness allows improvement of the objective and subjective hearing results. The benefits on binaural hearing in a group of children with congenital single-side deafness who did not undergo intervention in early childhood may be limited. However, due to the small number of publications basing their results on small groups of patients, the factors influencing the possibility of restoring binaural hearing in children have not been identified so far. It is necessary to carry out more studies on large groups of patients.

**Key words:** children with SSD • single-sided deafness • cochlear implant

## Wykaz skrótów

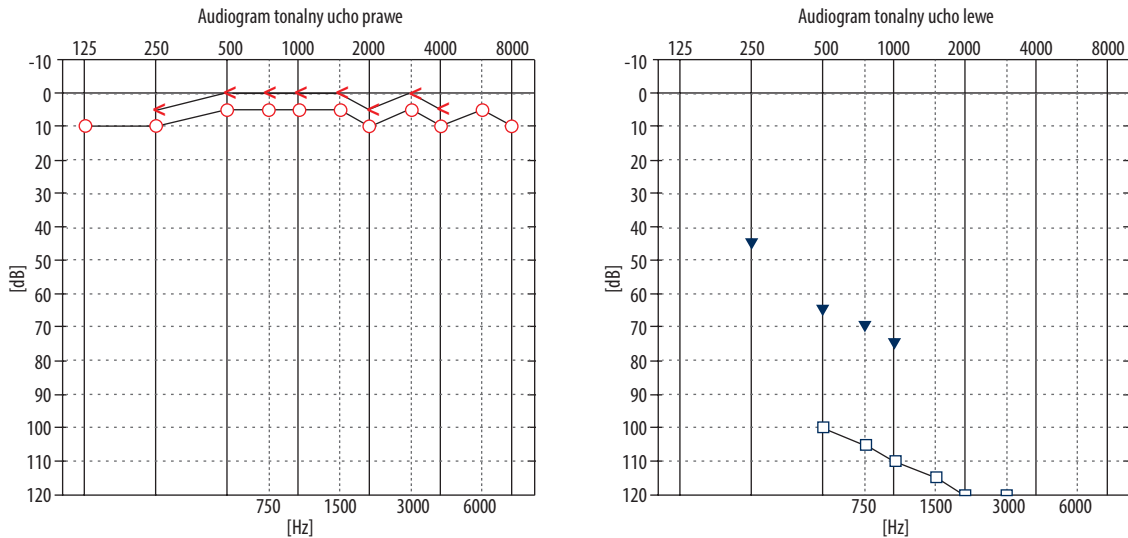
Skrót	Rozwinięcie skrótu	Odpowiednik w języku polskim
AHL	asymmetric hearing loss	niedostuch asymetryczny
ASHA	American Speech-Language-Hearing Association	Amerykańskie Stowarzyszenie Mowy, Języka i Słuchu
Bayley-III-NL	<i>Bayley Scales of Infant and Toddler Development – Third Edition – NL</i>	–
CMV	cytomegalovirus	wirus cytomegalii
EBM	evidence-based medicine	medycyna oparta na faktach
EVA	enlarged vestibular aqueduct	zespół poszerzonego wodociągu przedsionka
IFPS	Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu	–
SRT	speech recognition threshold	próg rozumienia mowy
SSD	single-sided deafness	jednostronna głuchota
SSQ	<i>Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale</i>	–

## Wprowadzenie

Jednostronna głuchota (ang. *single-sided deafness*, SSD) charakteryzuje się uszkodzeniem słuchu w stopniu głębokim w jednym uchu oraz normą słuchową w drugim [1]. W literaturze zaburzenie to definiowane jest w różny sposób. Według Van de Heyninga [2] o jednostronnej głuchocie mówimy wówczas, gdy średni próg słyszenia dla częstotliwości 0,5, 1, 2 i 4 kHz w gorszym uchu wynosi  $\geq 70$  dB HL, a w uchu lepszym wynosi  $\leq 30$  dB HL. Z kolei Ramos Macías [3,4] definiuje SSD jako brak korzyści po zastosowaniu tradycyjnego aparatu słuchowego w uchu niesłyszącym, podczas gdy ucho zdrowe powinno mieć

próg słyszenia nie niższy niż 20 dB HL dla częstotliwości 0,5, 1, 2 i 4 kHz. Przykładowy audiogram osoby z jednostronną głuchotą przedstawiono na **rycynie 1**.

Przez wiele lat uważano, że pacjenci z normą słuchową w jednym uchu nie wymagają leczenia oraz nie muszą korzystać z protez słuchu, ponieważ rozwijają mowę i nie mają problemu z jej rozumieniem [5]. Jednak wyniki badań przedstawiane w literaturze pokazują, że osoby z jednostronną głuchotą (SSD) zmagają się z wieloma problemami w życiu codziennym [6,7]. Pacjenci z SSD mają przede wszystkim trudności z lokalizacją źródła dźwięku [8–10], rozumieniem mowy na tle hałasu oraz w sytuacji, kiedy



**Rycina 1.** Przykładowy audiogram tonalny osoby z jednostronną głuchotą  
**Figure 1.** Example of an audiogram of a person with single-sided deafness

mowa nadawana jest od strony ucha niesłyszącego [11]. Przyczyną tego jest brak słyszenia binauralnego, czyli brak dwuosznej percepcji dźwięków oraz możliwości analizowania otrzymywanych sygnałów przez ośrodkową część drogi słuchowej [8]. Słyszenie binauralne możliwe jest dzięki współistnieniu trzech efektów: cienia głowy (ang. *head shadow effect*), redundancji binauralnej (ang. *binaural redundancy*) oraz efektu wyciszenia binauralnego (ang. *squelch effect*) [7,12–14].

Efekt cienia głowy jest zjawiskiem związanym z przestrzennym rozdzieleniem sygnału mowy i hałasu. Głowa stanowi fizyczną barierę dla fal dźwiękowych i dzięki temu ucho, które znajduje się od strony źródła dźwięku odbiera go bardziej intensywnie niż ucho znajdujące się z drugiej strony głowy. Dotyczy to zarówno sygnałów mowy, jak i szumu. Podczas prowadzenia rozmowy w hałasie zjawisko to pozwala na słuchanie uchem, które znajduje się od strony osoby mówiącej, ponieważ ma ono korzystniejszy stosunek sygnału do szumu niż ucho przeciwne [15–17].

Redundancja binauralna ułatwia rozumienie mowy w sytuacji, gdy zarówno rozmówca, jak i źródło hałasu znajdują się naprzeciwko słuchacza. Te same sygnały docierają do każdego z uszu, a układ słuchowy odbiera pewien nadmiar informacji (nazwany inaczej redundancją) [7]. Dzięki nadmiarowej ilości informacji możliwa jest poprawa rozumienia mowy w trudnych warunkach akustycznych w sytuacji odsłuchu obuusznego w porównaniu do odsłuchu jednostronnego.

O efekcie wyciszenia binauralnego, inaczej efekcie *squelch*, mówimy, gdy sygnał mowy i szum są od siebie oddzielone przestrzennie. W takiej konfiguracji mózg jest w stanie wykorzystać informację o szumie od strony, która w danej chwili ma gorszy stosunek sygnału do szumu i odseparować go od sygnału mowy. Termin wyciszenie binauralne tłumaczy się inaczej jako wyciszenie sygnałów zakłócających po to, by lepiej rozumieć mowę [7,15,18].

Pierwszą opcją leczenia jednostronnej głuchoty były aparaty słuchowe typu CROSS [12,19]. Wielu pacjentów nie akceptowało takiego rozwiązania, ponieważ wiązało się ono z noszeniem aparatu na obydwójgu uszach. Aparat na uchu niesłyszącym zbierał dźwięki od strony ucha głuchej i przesyłał je do aparatu na uchu słyszącym. Innym rozwiązaniem było zastosowanie implantów na przewodnictwo kostne typu BAHAs, wszczepianych po stronie niesłyszczącej [20,21]. Te metody leczenia przeznaczone były dla starszych dzieci lub dorosłych z SSD.

Oba rozwiązania działają na zasadzie przenoszenia dźwięku ze strony ucha niesłyszącego do ucha prawidłowo słyszącego. Zatem dają świadomość dźwięku po stronie ucha niesłyszącego, co jest korzystne dla pacjenta w sytuacji, gdy sygnał użyteczny, np. sygnał mowy, dobiega od strony ucha niesłyszącego, a zakłócenia od strony ucha słyszącego. Jednak w sytuacji, gdy źródło hałasu znajduje się od strony ucha niesłyszącego, niepożądane dźwięki przenoszone są do ucha słyszącego, co prowadzi do pogorszenia rozumienia mowy [19]. Zatem rozwiązania tego rodzaju nie dają możliwości przywrócenia możliwości słyszenia binauralnego [7].

Pomimo ograniczeń związanych ze stosowaniem systemów CROSS i BAHAs nie brano pod uwagę możliwości zastosowania implantu ślimakowego w uchu niesłyszącym. Uważano, że tzw. słyszenie elektryczne jest tak różne od słyszenia prawidłowego drugim uchem, że tych dwóch rodzajów stymulacji nie można skutecznie połączyć [22]. Przełom w tej kwestii dokonał się w 2002 roku, kiedy prof. Henryk Skarżyński przeprowadził pierwszą na świecie operację wszczepienia implantu ślimakowego osobie z częściową głuchotą, zachowując słuch pacjenta w zakresie niskich częstotliwości i pozwalając na połączenie tego słuchu ze słuchem elektrycznym [23]. Dalsze badania prowadzone w Instytucie Fizjologii i Patologii Słuchu (IFPS) potwierdziły, że możliwe jest połączenie słuchu akustycznego i elektrycznego w jednym uchu [24]. Stymulacja taka jest nie tylko akceptowana przez

pacjenta, lecz co najważniejsze – przynosi znaczące korzyści w postaci poprawy rozumienia mowy zarówno w ciszy, jak i w hałasie w porównaniu do stymulacji wyłącznie akustycznej lub wyłącznie elektrycznej [25,26]. Wyniki prowadzonych badań pozwoliły na rozszerzenie kryteriów kwalifikacji i objęcie skuteczną pomocą szerszej grupy pacjentów z częściową głuchotą [27] oraz pacjentów z jednostronną głuchotą [14].

Pierwsze zastosowania implantu ślimakowego u pacjentów z SSD dotyczyły pacjentów dorosłych z uporczywymi szumami usznymi w uchu niesłyszącym, które nie poddawały się standardowym metodom leczenia [28]. Z czasem okazało się, że takie podejście pozwala także przywrócić słyszenie w uchu głuchym, a co najważniejsze – stwarza szansę na odtworzenie słyszenia obuusznego [7,14], umożliwiającego między innymi lokalizację źródła dźwięku w przestrzeni oraz poprawę rozumienia mowy w szumie w porównaniu do słyszenia jednousznego [18].

Przez wiele lat jednostronna głuchota u dzieci wykrywana była dopiero w wieku przedszkolnym lub szkolnym z powodu braku badań przesiewowych [29]. Obecnie jednostronne wrodzone zaburzenie słuchu może zostać wykryte dzięki powszechnemu programowi przesiewowych badań słuchu noworodków, który w Polsce funkcjonuje od 2002 roku. Dzięki wczesnemu wykryciu wady słuchu dzieci z SSD kierowane są już w wieku noworodkowym do poradni audiologicznej. Takie rozwiązanie pozwala rodzicom na zapoznanie się z najnowszymi metodami leczenia jednostronnej głuchoty. Szacuje się, że w krajach rozwiniętych ubytek słuchu dotyka około 1–2 noworodki na 1000. Ocenia się, że około 30–40% niedosłuchów to jednostronne ubytki słuchu [4,30], a wśród tych niedosłuchów jednostronna głuchota (SSD) stanowi 30–40% [31].

Przyczyna jednostronnej głuchoty u dzieci często jest trudna do ustalenia. Może być to niedosłuch wrodzony, nabyty lub idiopatyczny. U dzieci jednostronna głuchota może być spowodowana: wrodzonym wirusem cytomegalii (CMV) [30], zespołem poszerzonego wodociągu przedstonka (EVA), aplazją lub hipoplazją nerwu słuchowego [22,32]. Do najczęstszych nabytych przyczyn jednostronnego upośledzenia słuchu należą: urazy głowy, zapalenie opon mózgowo-rdzeniowych, nagła głuchota o nieznanym etiologii oraz świnka. W niektórych przypadkach przyczyna SSD jest nieznaną, głuchota pojawia się nagle, prawdopodobnie z powodu infekcji wirusowej lub bakteryjnej [33].

Na podstawie wyników badań dotyczących neuroplastyczności i rozwoju drogi słuchowej za krytyczny dla leczenia obustronnej wrodzonej głuchoty przyjmuje się okres do około 3 roku życia [34,35]. Jednak badania wskazują również, że wcześniejsza interwencja, jeszcze przed ukończeniem przez dziecko pierwszego roku życia, pozwala na szybszy rozwój percepcji słuchowej [36,37]. W przypadku wrodzonej jednostronnej głuchoty, we wczesnym etapie rozwoju dziecka, czyli w okresie wysokiej neuroplastyczności, brak obustronnej stymulacji dźwiękowej powoduje wzmocnienie przetwarzania informacji słuchowych w ośrodkowym układzie nerwowym ze strony ucha słyszącego. W wyniku tego następuje reorganizacja kory słuchowej na korzyść ucha zdrowego

opisywana w literaturze jako *aural preference* [38–40]. W trakcie tej reorganizacji dochodzi do adaptacyjnych zmian morfologicznych i funkcjonalnych kory słuchowej. Po ukończeniu przez dziecko 36. miesiąca życia odwrócenie tego procesu jest trudne. Wszczepienie implantu ślimakowego w krytycznym okresie dla rozwoju słuchowego może zahamować reorganizację kory słuchowej, zapobiec asymetrii w przetwarzaniu sygnału – przewadze ucha słyszącego i przywrócić dwuuszne przetwarzanie słuchowe [41,42]. Natomiast u dzieci z wrodzoną jednostronną głuchotą po latach słyszenia jednostronnego przywrócenie efektów słyszenia dwuusznego po zastosowaniu implantu ślimakowego może być trudne i może wymagać długotrwałej rehabilitacji [42].

Ponadto badania wykazały, że jednostronna głuchota u dzieci negatywnie wpływa na rozwój mowy, funkcji poznawczych i jakość życia dzieci. Występuje ryzyko pojawienia się problemów psychospołecznych, behawioralnych oraz edukacyjnych w porównaniu do rówieśników z prawidłowym słuchem [43–46]. Dzieci przebywają na ogół w bardzo zróżnicowanym środowisku dźwiękowym – w szkole/ salach lekcyjnych, na placach zabaw czy boiskach. W takich miejscach lokalizacja i odbiór dźwięków są znacznie utrudnione. Dlatego też brak zdolności słyszenia dwuusznego może mieć wpływ na umiejętności komunikacyjne i rozwój funkcji poznawczych u dzieci z SSD [45,47]. Na związek jednostronnego uszkodzenia narządu słuchu u dzieci z zaburzeniami mowy i trudnościami w nauce zwraca uwagę Amerykańskie Stowarzyszenie Mowy, Języka i Słuchu (*American Speech-Language-Hearing Association, ASHA*) [48]. Podkreśla, że u dzieci z SSD może wystąpić opóźnienie rozwoju mowy i języka i zaleca wczesną diagnozę logopedyczną.

Dzieci z jednostronną głuchotą często kierowane są na terapię logopedyczną oraz zajęcia wspomagające (rewalidacja, zajęcia dydaktyczno-wyrównawcze). Dotychczasowe badania pokazują, że nieleczona i nierehabilitowana jednostronna głuchota u dzieci może powodować następujące konsekwencje:

- trudności z uwagą słuchową i problemy w opanowaniu materiału szkolnego; dotyczy to języków obcych i przedmiotów ścisłych. Od 22 do 35% dzieci z jednostronną wadą słuchu nie uzyskuje promocji do następnej klasy, a 12–41% potrzebuje dodatkowego wsparcia edukacyjnego [49,50];
- wady artykulacyjne: seplenienie boczne (łac. *stigmatis laterialis*), które jest spowodowane brakiem kontrolowania słuchowego artykulacji po stronie niesłyszącej [51,52];
- stres i poczucie braku pewności siebie w obecności szumu prowadzące do unikania kontaktów i spotkań z rówieśnikami [40];
- przechylenie głowy (nadstawianie ucha słyszącego) w kierunku źródła dźwięku, co w konsekwencji może powodować wady postawy i skrzywienia kręgosłupa [53];
- w przyszłości ograniczenie lub brak możliwości wykonywania pewnych zawodów, np. policjanta, pilota, taksówkarza czy nauczyciela [49,54].

Biorąc pod uwagę wyniki badań audiologicznych u dorosłych pacjentów z jednostronną głuchotą – użytkowników

implantu ślimakowego wskazujące na możliwość przywrócenia możliwości słyszenia dwuosobnego oraz konsekwencje jednostronnej głuchoty u dzieci, implant ślimakowy jest również coraz częściej stosowany w grupie dzieci z SSD.

## Cel pracy

Celem pracy jest przegląd oraz analiza wybranych publikacji dotyczących leczenia jednostronnej głuchoty za pomocą implantu ślimakowego oceniających skuteczność stosowania tej metody u dzieci z SSD.

## Materiał i metody

Publikacje pozyskano, korzystając z wyszukiwania elektronicznego. Niniejsza praca zawiera przegląd angielskich publikacji dostępnych do stycznia 2023 roku w bazach PubMed oraz Ovid. Przyjęto następujące kryteria wyszukiwania artykułów. Po pierwsze, zawierają opis badań wykonanych w grupie pacjentów w wieku poniżej 18 lat, ze zdiagnozowaną jednostronną głuchotą i leczonych za pomocą implantu ślimakowego. W związku z tym, że jednostronna głuchota nie jest definiowana jednakowo przez wszystkich autorów, do przeglądu kwalifikowane były publikacje prezentujące wyniki dzieci, których średni próg słyszenia dla przewodnictwa powietrznego, wyznaczony dla częstotliwości 0,5, 1, 2, 4 kHz, w uchu słyszającym wynosił poniżej 35 dB HL, a w uchu niesłyszającym – powyżej 90 dB HL. Analizie poddano publikacje zawierające wyniki oceny skuteczności interwencji związanej z zastosowaniem implantu ślimakowego. W przeglądzie uwzględniono artykuły prezentujące co najmniej jeden z następujących aspektów: rozwój i percepcję mowy, możliwość lokalizacji źródła dźwięku, subiektywną ocenę korzyści słuchowych oraz ocenę elektrofizjologiczną drogi słuchowej.

Do wyszukiwania artykułów zastosowano następujące słowa kluczowe: dzieci z SSD, jednostronna głuchota oraz implant ślimakowy (ang. *children with SSD, single-sided deafness, cochlear implant*). Z badania wyłączono prezentacje konferencyjne i przeglądy literatury.

## Wyniki

Uzyskano 86 artykułów, z których 18 spełniało kryteria wyboru. Proces selekcji artykułów do przeglądu piśmiennictwa przedstawiono w **tabeli 1**. Prace realizowane były przez dziewięć ośrodków z Europy, cztery ośrodki z Ameryki Północnej i jeden ośrodek z Australii. Wszystkie prace opisywały badania obserwacyjne i uwzględniały od 3 do 23 pacjentów. Ogółem w analizowanych pracach uwzględniono wyniki badań 207 dzieci. Publikacje zawierały ocenę korzyści po wszczepieniu implantu ślimakowego u dzieci z jednostronną głuchotą mierzonych przynajmniej jednym testem percepcji mowy pozwalającym na ocenę: efektu redundancji binauralnej, efektu wyciszenia binauralnego, efektu cienia głowy, lokalizacji dźwięku, jakości życia, rozwoju mowy oraz pomiary z wykorzystaniem badań elektrofizjologicznych. Podział publikacji zakwalifikowanych do przeglądu ze względu na prezentowane wyniki przedstawia **tabela 2**.

**Tabela 1.** Schemat procesu selekcji publikacji do przeglądu piśmiennictwa

**Table 1.** The scheme of selection of publication used in the literature review

Selekcja publikacji	Liczba artykułów
Ogólna liczba artykułów dostępnych w bazie PubMed i Ovid	86
Artykuły wykluczone z przeglądu literatury <sup>1</sup>	59
Artykuły rozpatrywane pod kątem analizy	27
Artykuły odrzucone <sup>2</sup>	9
Publikacje wybrane do przeglądu	18

<sup>1</sup> Zastosowano kryterium wyłączenia: przeglądy literatury, streszczenia, recenzje, duplikujące się publikacje, pojedyncze studium przypadku, nie spełniały definicji SSD.

<sup>2</sup> Prace usunięte ze względu na: brak wyników badań, dotyczyły łącznie pacjentów SSD i AHL (ang. *asymmetric hearing loss*), nie zawierały osobno danych dotyczących dzieci SSD.

**Tabela 2.** Podział publikacji zakwalifikowanych do przeglądu ze względu na prezentowane wyniki

**Table 2.** Characteristics of publications qualified for the review due to the presented results

Podział badań ze względu na prezentowane wyniki	Liczba artykułów
1. Ocena percepcji mowy i lokalizacji dźwięku:	
• efekt redundancji binauralnej	10
• efekt wyciszenia binauralnego	8
• efekt cienia głowy	9
• lokalizacja dźwięku	8
2. Subiektywna ocena jakości życia – kwestionariusz SSQ	7
3. Ocena rozwoju mowy i języka	2
4. Ocena elektrofizjologiczna	1

## Ocena percepcji mowy i lokalizacji dźwięku

W 10 badaniach [1,40,50,55,56,59,60,62–64] z udziałem od 3 do 20 dzieci (ogółem przebadano 97 dzieci) oceniano percepcję mowy w hałasie; w ośmiu badaniach [1,4,40,55,60,62–64] z udziałem od 2 do 20 dzieci (przebadano 86 dzieci) oceniano możliwości lokalizacji źródła dźwięku. Charakterystyka dzieci objętych badaniami: wiek dzieci w momencie wszczepienia implantu wynosił od 9 miesięcy do 18 lat; niedosłuch wrodzony miało 82 dzieci, a niedosłuch nabyty – 86 dzieci (dla 2 osób nie podano takiej informacji); czas korzystania z implantu wynosił od 2 miesięcy do 7 lat i 8 miesięcy.

Do oceny percepcji mowy wykorzystano głównie test zdaniowy (osiem publikacji), liczbowy (jedna publikacja), w jednej publikacji zastosowano różne testy w zależności

od wieku dziecka. W ośmiu publikacjach wynikiem testu było oznaczenie progu rozumienia mowy (ang. *speech recognition threshold*, SRT). Poziom prezentowanego szumu wynosił od 55 do 70 dB. Poziom mowy był tak dostosowywany, aby określić SRT (50% dyskryminacji prezentowanych słów). W pozostałych publikacjach wynikiem był stopień dyskryminacji mowy. Badania prowadzone były w różnych konfiguracjach pozwalających na ocenę poszczególnych efektów słyszenia dwuuszynowego: redundancji, wyciszenia binauralnego i cienia głowy. Ocena poszczególnych efektów wymagała testowania pacjenta w każdej konfiguracji dwukrotnie: bez procesora mowy implantu ślimakowego oraz w procesorze mowy.

Charakterystyka analizowanych publikacji została przedstawiona w **tabeli 3**. W zestawieniu podano charakterystykę badanych grup i rodzaj testu wykorzystanego w badaniach. Dla każdego badanego efektu binauralnego podano liczbę pacjentów i informację o tym, czy uzyskano efekt istotny statystycznie. Informacje o liczebności grup oraz istotności efektu podano również dla badania lokalizacji źródła dźwięku i badania kwestionariuszem SSQ (*Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale*). W części publikacji nie badano efektów słyszenia dwuuszynowego, a jedynie możliwości dyskryminacji mowy przez implant przy zastosowaniu maskowania lub blokowania ucha słyszającego. Informacje o wynikach tych prac, jak również inne istotne uwagi do poszczególnych publikacji zostały umieszczone w ostatniej kolumnie **tabeli 3**.

Do oceny efektu redundancji binauralnej (10 artykułów) zarówno mowa, jak również szum prezentowane były naprzeciwko pacjenta. Poprawę rozumienia mowy z implantem w tej konfiguracji wykazano w trzech publikacjach [55,56,62]. W dwóch publikacjach [1,40] wskazano, że nie uzyskano tego efektu. Pięć źródeł [50,59,60,63,64] podaje wyniki małych grup pacjentów (od 3 do 7 dzieci) i ma charakter studium przypadku.

Efekt wyciszenia binauralnego (8 artykułów) najczęściej oceniano, prezentując mowę od strony ucha słyszającego, natomiast szum – od strony ucha z implantem. W tej konfiguracji ucho zaimplantowane ma gorsze warunki odsłuchowe (stosunek sygnału do szumu jest korzystniejszy dla ucha ze słuchem prawidłowym). W efekcie wyciszenia binauralnego, czyli efekcie *squlech* poprawę rozumienia mowy w implancie odnotowano w trzech publikacjach [55,56,62]. W dwóch artykułach nie odnotowano korzyści [1,40]. Trzy publikacje, ze względu na małą liczebność grup (do 7 osób), podają statystyki opisowe bez testów istotności [59,60,64].

Podczas badania efektu cienia głowy (9 artykułów) mowa prezentowana była od strony ucha zaimplantowanego, a szum od strony ucha słyszającego. W takim układzie ucho zaimplantowane ma lepsze warunki odsłuchowe (stosunek sygnału do szumu jest korzystniejszy). W pięciu pracach [1,40,55,56,62] przedstawiono korzyści wynikające z efektu cienia głowy w implancie. Cztery artykuły [59,60,63,64] mają charakter studium przypadku.

W pięciu pracach [3,4,57,58,61] nie były badane efekty słyszenia dwuuszynowego. Wykazano jedynie możliwość dyskryminacji mowy przez ucho z implantem przy

zastosowaniu maskowania lub blokowania ucha prawidłowo słyszającego. Natomiast w pracy Deep i wsp. [59] podano wyniki oceny efektów binauralnych u 5 dzieci. Jednakże w wyniku zastosowanej metody pacjenci uzyskali podobne, bliskie maksimum wyniki zarówno w procesorze mowy, jak i bez procesora, uniemożliwiające ocenę korzyści z implantu.

Lokalizacja dźwięku została oceniona w ośmiu badaniach [1,4,40,55,60,62–64]. W testach lokalizacji stosowano od 3 do 13 głośników z różnymi bodźcami dźwiękowymi (dźwięk telefonu, odgłosy zwierząt, czyste tony); poziom prezentacji sygnału wahał się od 55 do 70 dB. W pięciu pracach [1,4,40,55,62] wykazano poprawę możliwości lokalizacji dźwięku po wszczępieniu implantu. Jednak w dwóch pracach [4,62] nie badano błędu lokalizacji, przedstawiono możliwość określenia kierunku propagacji dźwięku z prawej strony, z lewej strony, z przodu czy z tyłu.

Część publikacji prezentowała również wyniki w podziale na jednostronną głuchotę wrodzoną i nabytą. Analizy wyników badań w takim podziale mają pomóc w odpowiedzi na pytanie, czy korzyści z wszczępienia implantu w przypadku wrodzonej jednostronnej głuchoty są porównywalne do korzyści u dzieci z wadą nabytą. Ponadto służą próbie określenia krytycznej granicy wieku implantacji w przypadku wrodzonego SSD.

W badaniu Arndt i wsp. [1] w grupie dzieci z nabytym SSD (9 pacjentów) wykazano możliwość przywrócenia efektu cienia głowy; nie wykazano ani klinicznie, ani statystycznie istotnej różnicy w rozumieniu mowy w implancie i bez implantu w konfiguracjach oceniających efekt redundancji binauralnej i efekt wyciszenia binauralnego. Natomiast w grupie 4 dzieci z wrodzonym SSD nie zaobserwowano żadnych efektów binauralnych. Távara-Vieira i Rajan [64] opisali grupę 3 pacjentów z wrodzonym SSD, którzy otrzymali implant ślimakowy w wieku 17 miesięcy, 4;5 lat oraz 6;8 lat. Ze względu na wiek najmłodszego dziecka korzyści ze słyszenia obuuszynowego nie zostały zbadane. Natomiast dwoje starszych pacjentów nie wykazało korzyści słuchowych po zastosowaniu implantu ślimakowego. Zarówno Arndt i wsp. [1], jak i Távara-Vieira i Rajan [64] jako przyczynę braku poprawy klinicznej po zastosowaniu implantu ślimakowego u dzieci z wrodzonym SSD podali wiek w momencie interwencji wynoszący powyżej 4 lat.

Oprócz rodzaju głuchoty (wrodzona, nabyta) zwraca się także uwagę na dzienny czas korzystania z procesora mowy. Pomimo niejednoznacznych wyników Arras i wsp. [40] nie wykazali korelacji pomiędzy dziennym czasem korzystania z procesora a wynikami testów audiologicznych, podczas gdy Arndt i wsp. [1] oraz Thomas i wsp. [62] wiążą lepsze wyniki z dłuższym dziennym czasem korzystania z urządzenia; konsekwentne korzystanie z procesora mowy sprzyja lepszym wynikom percepcji słuchowej.

### Subiektywna ocena jakości życia – kwestionariusz SSQ

Jednym z najczęściej wykorzystywanych narzędzi do pomiaru jakości życia pacjentów z SSD jest kwestionariusz SSQ. Jest to wystandaryzowane narzędzie pozwalające na ocenę w trzech podskalach: 1 – rozumienie mowy

**Tabela 3.** Podsumowanie prac zawierających wyniki percepcji mowy, lokalizacji dźwięku i oceny subiektywnej z wykorzystaniem kwestionariusza SSQ**Table 3.** Summary of papers containing the results of speech perception, sound localization and subjective assessment with SSQ questionnaire

Źródło (autorzy, data publikacji)	Rodzaj niedostuchu	Średni wiek w latach w momencie implantacji (min-max)	Czas korzystania z implantu (min-max)	Przeprowadzone badania (liczba zbadanych pacjentów/ wynik)						Uwagi
				Rodzaj użytego testu percepcji mowy/ wynik	Redundacja binauralna	Wyciszenie binauralne	Cień głowy	Lokalizacja	SSQ	
Arras T. i wsp. 2022 [40]	9 – wrodzony 1 – nabyty 2 – nieznan	4;7 (3;9-7;7)	3,1 roku (1,9-3,5)	test liczbowy/ SRT	12/-	12/-	12/+	12/+	nb	-
Brown K.D. i wsp. 2022 [55]	9 – wrodzony 11 – nabyty	5;5 (3;5-12;7)	>12 m-cy	test zdaniowy/ SRT	20/+	20/+	20/+	20/+	20/+	prawdopodobnie ta sama grupa jest opisywana w artykułach [55,56]
Park L.R. i wsp. 2021 [56]	9 – wrodzony 11 – nabyty	5;5 (3;5-12;7)	>12 m-cy	test zdaniowy/ SRT	20/+	20/+	20/+	nb	nb	prawdopodobnie ta sama grupa jest opisywana w artykułach [55,56]
Falcón Benítez N. i wsp. 2021 [57]	23 – nabyty	7 (6-12)	>12 m-cy (12-30)	słowa dwusylabowe/ stopień dyskryminacji	nb	nb	nb	nb	23/+	wykazano możliwość dyskryminacji mowy przez implant przy maskowaniu/ blokowania ucha prawidłowo słyszającego, możliwość dyskryminacji kierunku z czterech stron: prawa, lewa, przód, tył
Rauch A.K. i wsp. 2021 [58]	7 – wrodzony 2 – nabyty	4;8 (1;9-13;10)	3,5 roku (1,9-4,10)	różne testy (zależnie od wieku)/ stopień dyskryminacji	nb	nb	nb	nb	9/-	wykazano możliwość percepcji mowy przez implant przy zablokowanym uchu słyszającym. Dla SSQ brak testów istotności
Deep N.L. i wsp. 2020 [59]	3 – wrodzony 2 – nabyty	4;5 (1;0-9;3)	3,4 roku (1,2-6)	test zdaniowy/ stopień dyskryminacji	5/-	5/-	5/-	nb	nb	większość wyników w implancie i bez implantu 90-100% (efekt sufitu); praca ma charakter studium przypadku
Ehrmann-Mueller D. i wsp. 2020 [60]	6 – wrodzony 1 – nabyty	8;6 (3;6-16;3)	>12 m-cy	różne testy (zależnie od wieku)/ stopień dyskryminacji	7/-	7/-	7/-	6/-	nb	mała grupa, praca ma charakter studium przypadku, tylko statystyki opisowe, bez testów istotności
Zeitler D.M. i wsp. 2019 [50]	3 – nabyty	8;6 (1;5-15;1)	1,1 roku (0,2-2,3)	test zdaniowy/ SRT	3/-	nb	nb	nb	nb	studium przypadku, wszystkie dzieci miały lepszy wynik w implancie niż bez, tylko statystyki opisowe, bez testów istotności

**Tabela 3 c.d.** Podsumowanie prac zawierających wyniki percepcji mowy, lokalizacji dźwięku i oceny subiektywnej z wykorzystaniem kwestionariusza SSQ**Table 3 cont.** Summary of papers containing the results of speech perception, sound localization and subjective assessment with SSQ questionnaire

Źródło (autorzy, data publikacji)	Rodzaj niedostuchu	Średni wiek w latach w momencie implantacji (min–max)	Czas korzystania z implantu (min–max)	Przeprowadzone badania (liczba zbadanych pacjentów/ wynik)						Uwagi
				Rodzaj użytego testu percepcji mowy/ wynik	Redundacja binauralna	Wyciszenie binauralne	Cień głowy	Lokalizacja	SSQ	
Ramos Macías A. i wsp. 2019 [4]	4 – wrodzony 19 – nabyty	7;2 (0;9–11;2)	>12 m-cy	–	nb	nb	nb	19/+	23/+	wykazano możliwość dyskryminacji kierunku źródła dźwięku z trzech stron: prawa, lewa, przód
Beck R.L. i wsp. 2017 [61]	9 – wrodzony	4;8 (1;9–13;1)	1,4 roku (0,4–2,1)	różne testy (zależnie od wieku)/ stopień dyskryminacji	nb	nb	nb	nb	9/+	wykazano możliwości dyskryminacji mowy przez implant, ucho słyszące było blokowane – duży rozrzut wyników
Thomas J.P. i wsp. 2017 [62]	17 – wrodzony	5;6 (0;1–11;3)	>12 m-cy	test zdaniowy/ SRT	14/+	14/+	14/+	14/+	17/+	wykazano możliwość dyskryminacji kierunku źródła dźwięku z trzech stron: prawa, lewa, przód
Ramos Macías A. i wsp. 2016 [3]	2 – nabyty	4 (2–11)	12 m-cy	słowa dwusylabowe/ stopień dyskryminacji	nb	nb	nb	nb	nb	wykazano możliwości percepcji mowy przez implant, ucho słyszące było blokowane/ maskowane, studium przypadku
Rahne T. i wsp. 2016 [63]	2 – wrodzony 2 – nabyty	8;3 (7–10)	12 m-cy	test zdaniowy/ SRT	3/–	nb	3/–	4/–	nb	mała grupa, praca ma charakter studium przypadku
Távora-Vieira D., Rajan G. 2016 [64]	3 – wrodzony	4;2 (1;4–6;8)	36 m-cy	test zdaniowy/ SRT	3/–	3/–	3/–	2/–	nb	mała grupa, praca ma charakter studium przypadku
Arndt S. i wsp. 2015 [1]	4 – wrodzony 9 – nabyty	10;9 (4;3–18)	>12 m-cy	test zdaniowy/ SRT	9/–	9/–	9/+	9/+	9/+	w pracy podano dodatkowo wyniki 4 dzieci z wrodzonym SSD w formie studium przypadku

Opis: „+” oznacza istotną poprawę z implantem, „–” nie wykazano różnic istotnych statystycznie, nb – nie badano.

Note: ‘+’ indicates significant improvement with CI, ‘–’ no statistically significant differences were reported, nb – not tested.

w różnych sytuacjach akustycznych (w ciszy, w hałasie, w grupie osób, w pomieszczeniach z pogłosem); 2 – słyszenie przestrzenne: lokalizacja dźwięku, możliwość określenia kierunku, odległości, ruchu źródła dźwięku; 3 – jakość słyszenia: rozpoznawanie i segregowanie dźwięków, łatwość słuchania, ocena naturalności dźwięku. Warunki akustyczne podczas badań audiometrycznych (lokalizacja, rozumienie mowy w hałasie) różnią się

od warunków akustycznych w życiu codziennym. SSQ pozwala na subiektywną ocenę funkcjonowania pacjenta z SSD w warunkach, z którymi pacjent ma do czynienia na co dzień [65]. Ponadto w przypadku bardzo małych dzieci niemożliwe jest przeprowadzenie badań audiologicznych pozwalających na ocenę efektów słyszenia binauralnego. Obserwacja dziecka w różnych warunkach akustycznych w życiu codziennym pozwala rodzicom na subiektywną



ocenę poprawy słyszenia dziecka. W siedmiu badaniach [1,4,55,57,58,61,62] z udziałem 110 dzieci zastosowano kwestionariusz SSQ, który wypełniali rodzice przed wszczęciem implantu i po operacji (od 1 do 3 lat). W sześciu artykułach [1,4,55,57,61,62] wyniki wykazały statystycznie istotną poprawę we wszystkich trzech podskalach (tabela 3). W jednym artykule [58] dla wyników SSQ nie wykonano analiz statystycznych weryfikujących, czy różnica przed wszczęciem i po wszczęciu implantu ślimakowego jest istotna statystycznie.

### Ocena rozwoju mowy i języka

Ocenę rozwoju mowy i języka przeprowadzono w dwóch publikacjach [31,66] z 18 zakwalifikowanych do przeglądu. W badaniu przeprowadzonym w Belgii przez Sangen i wsp. [66] grupę badaną stanowiło 6 dzieci z SSD z implantem ślimakowym, 12 dzieci z SSD bez implantu oraz 19 dzieci ze słuchem prawidłowym. Wiek pacjentów w momencie implantacji wynosił od 8 do 26 miesięcy, a wiek w momencie badania – powyżej 2 lat. Okres korzystania z procesora mowy wynosił powyżej 11 miesięcy. Badania przeprowadzane były dwa razy w roku w domu pacjenta testami oceniającymi zdolności językowe (rozumienie mowy, zasób słownictwa) oraz umiejętności poznawcze. Wykorzystano narzędzia odnoszące się do norm rozwojowych: *Schlichting Receptive Language Test*, *Schlichting Expressive Language Test* oraz *Bayley Scales of Infant and Toddler Development – Third Edition – NL* (Bayley-III-NL). Podsumowując, w przeprowadzonym badaniu dzieci z SSD z implantem prezentowały wyniki umiejętności językowych i rozwoju funkcji poznawczych porównywalne do dzieci ze słuchem prawidłowym. Ponadto dzieci chętnie nosiły procesor mowy. Natomiast wyniki dzieci z SSD, u których nie zastosowano implantu, były bardziej zróżnicowane; wykazano opóźnienia w rozwoju mowy w stosunku do normy rozwojowej.

Podobne badania przeprowadzone zostały również przez Arras i wsp. [31]. Do analizy włączono 61 dzieci w wieku od 2 lat do 5 lat. Grupę badaną stanowiło: 15 dzieci z SSD z implantem ślimakowym, 16 dzieci z SSD bez implantu ślimakowego i 30 dzieci z prawidłowym słuchem. Umiejętności językowe i słuchowe oceniano 1–2 razy w roku, stosując: *Schlichting Receptive Language Test*, sprawdzający umiejętności rozumienia języka, oraz dwie podskale testu *Schlichting Expressive Language Test* (*Word Development Test* – oceniający zasób słownictwa oraz *Sentence Development Test* – analizujący umiejętności w zakresie gramatyki). Obydwa testy zostały zwalidowane, charakteryzują je dobre właściwości psychometryczne [31]. Uzyskano porównywalne wyniki w 3 grupach dla umiejętności językowych i słownictwa. Natomiast w testach gramatycznych dzieci z wrodzonym SSD, u których zastosowano implant ślimakowy, radziły sobie podobnie jak rówieśnicy ze słuchem prawidłowym i znacznie lepiej niż dzieci z SSD bez implantu ślimakowego. Badania te wykazały, że dzieci z nieleczonej jednostronną głuchotą mają deficyty językowe [31,67]. Autorka uważa, że jest to związane z trudnościami w percepcji dźwięków, zwłaszcza w hałaśliwym otoczeniu, w którym osoby ze słuchem prawidłowym korzystające z efektów słyszenia dwuuszego mają możliwość segregowania dźwięków, korzystania z odmaskowania przestrzennego, co powoła na

lepsze rozumienie mowy. U dzieci z jednostronną głuchotą brak słyszenia dwuuszego może prowadzić do opóźnień w kształtowaniu się mowy, a zwłaszcza reguł języka. Ponadto przebywanie w głośnym otoczeniu prowadzi do zwiększonego wysiłku słuchowego (ang. *listening effort*), co z kolei może powodować szybsze zmęczenie i problemy behawioralne. Leczenie jednostronnej głuchoty za pomocą implantu ślimakowego może zmniejszyć wysiłek słuchowy u dzieci, pomóc w przetwarzaniu mowy w hałasie [31,40] oraz w kształtowaniu umiejętności gramatycznych.

### Ocena elektrofizjologiczna

Jedna z analizowanych publikacji [39] opisuje wykorzystanie badań elektrofizjologicznych do oceny aktywności kory słuchowej u dzieci z jednostronną głuchotą – użytkowników implantów ślimakowych. Do badania zakwalifikowano 22 dzieci z SSD korzystających z implantu ślimakowego. Pacjentów podzielono na dwie grupy: 15 dzieci z wrodzonym SSD (wiek w momencie wszczęcia implantu wynosił od 1 roku do 6 lat) i 7 dzieci z nabytym SSD w okresie dojrzewania (wiek w momencie wszczęcia implantu wynosił od 11 do 17 lat, a czas trwania głuchoty – od 12 do 19 miesięcy). U pacjentów wykonano badanie słuchowych potencjałów korowych po miesiącu i powyżej 3 miesięcy od aktywacji implantu. Potencjały korowe wywołano bodźcem akustycznym podawanym do ucha prawidłowo słyszającego przez słuchawkę wewnątrzuszną oraz bodźcem elektrycznym podawanym przez implant. Po miesiącu korzystania z implantu analiza słuchowych potencjałów korowych w obydwu grupach dzieci potwierdziła przewagę ucha prawidłowo słyszającego (ang. *aural preference*). Zaobserwowano silniejszą aktywację kory słuchowej w odpowiedzi na stymulację ucha prawidłowo słyszającego niż w odpowiedzi na stymulację ucha zaimplantowanego. W grupie dzieci z nabytym SSD systematyczne i konsekwentne korzystanie z implantu spowodowało widoczne zmniejszenie przewagi ucha słyszającego. Natomiast w przypadku dzieci z wrodzonym SSD zaobserwowano wzmocnienie odpowiedzi na stymulację z ucha implantowanego. Uzyskane wyniki pokazują, że reorganizacja korowa spowodowana jednostronną głuchotą zachodzi niezależnie od momentu jej wystąpienia, jednak konsekwentne korzystanie z implantu ślimakowego po stronie ucha głuchego może odwrócić te procesy.

### Podsumowanie

Jak wynika z przeprowadzonego przeglądu, obecne zasoby badań w grupie dzieci z jednostronną głuchotą są niewielkie. Większość prac opiera swoje wyniki i wnioski na małych grupach pacjentów. Są to głównie wyniki podane w formie opisu serii przypadków. Doniesienia takie kwalifikuje się zgodnie z EBM (ang. *evidence-based medicine*) do badań o bardzo niskim poziomie wiarygodności. Prace te charakteryzuje duży rozrzut wyników i brak dobrej jakości analiz statystycznych.

Badania przeprowadzone na większych grupach dają bardziej wiarygodne wyniki. Wskazują one, że brak odpowiedniego leczenia w grupie dzieci z wrodzoną jednostronną głuchotą powoduje deficyty związane z rozwojem mowy i języka charakteryzujące się mniejszym zasobem słownictwa, trudnościami w stosowaniu

reguł gramatycznych i problemami z rozumieniem mowy w trudnych warunkach akustycznych. Interwencja polegająca na wszczepieniu implantu ślimakowego pozwala na zmniejszenie tych deficytów. Ponadto badania te dowodzą, że zastosowanie implantu ślimakowego u dzieci z jednostronną głuchotą pozwala na poprawę obiektywnych i subiektywnych wyników percepcji słuchowej. Jednak w analizowanych badaniach zakres tej poprawy nie został jednoznacznie określony. Część autorów prac włączonych do przeglądu podkreśla możliwości przywrócenia wszystkich efektów słyszenia dwuusznego, inni autorzy – możliwość przywrócenia tylko efektu cienia głowy. Jednak wszystkie przyględzone prace raportują poprawę lokalizacji źródła dźwięku i poprawę w zakresie subiektywnej oceny korzyści słuchowych.

Mała liczba publikacji niewątpliwie wynika z trudności przeprowadzenia oceny w grupie dzieci z SSD. Z jednej strony trudności polega na doborze testu do wieku i możliwości dziecka, z drugiej strony – na wyborze takiej metody, która pozwoli na testowanie efektów słyszenia dwuusznego. Zastosowanie ujednoliconego protokołu oceny korzyści słuchowych po wszczepieniu implantu ślimakowego u dzieci z SSD umożliwiłoby połączoną analizę wyników wielu pojedynczych badań i pozwoliłoby na uzyskanie pewniejszych wniosków ze zbioru tych badań.

## Piśmiennictwo

- Arndt S, Prosse S, Laszig R, Wesarg T, Aschendorff A, Hassepass F. Cochlear implantation in children with single-sided deafness: does aetiology and duration of deafness matter? *Audiol Neurotol*, 2015; 20 (Suppl. 1): 21–30; <https://doi.org/10.1159/000380744>.
- Van de Heyning P, Távora-Vieira D, Mertens G, Van Rompaey V, Rajan GP, Müller J i wsp. Towards a unified testing framework for single-sided deafness studies: a consensus paper. *Audiol Neurotol*, 2016; 21(6): 391–8; <https://doi.org/10.1159/000455058>.
- Ramos Macías Á, Borkoski-Barreiro SA, Falcón González JC, Ramos de Miguel Á. AHL, SSD and bimodal CI results in children. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*, 2016; 133: S15–20; <https://doi.org/10.1016/j.anorl.2016.04.017>.
- Ramos Macías Á, Borkoski-Barreiro SA, Falcón González JC, de Miguel Martínez I, Ramos de Miguel Á. Single-sided deafness and cochlear implantation in congenital and acquired hearing loss in children. *Clin Otolaryngol*, 2019; 44(2): 138–43; <https://doi.org/10.1111/coa.13245>.
- Cadieux JH, Firszt JB, Reeder RM. Cochlear implantation in nontraditional candidates: preliminary results in adolescents with asymmetric hearing loss. *Otol Neurotol*, 2013; 34(3): 408–15; <https://doi.org/10.1097/MAO.0b013e31827850b8>.
- Dwyer NY, Firszt JB, Reeder RM. Effects of unilateral input and mode of hearing in the better ear: self-reported performance using the Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale. *Ear Hear*, 2014; 35(1): 126–36; <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e3182a3648b>.
- Kruszyńska M, Lorens A, Obrycka A, Pastuszak D, Skarżyński H. Efekty binauralne u pacjentów z jednostronną głuchotą i pacjentów z asymetrycznym niedosłuchem, użytkowników systemu implantu ślimakowego. *Now Audiofonol*, 2016; 5(4): 43–48; <https://doi.org/10.17431/902577>.
- Ma N, Morris S, Kitterick PT. Benefits to speech perception in noise from the binaural integration of electric and acoustic signals in simulated unilateral deafness. *Ear Hear*, 2016; 37(3): 248–59; <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000252>.
- Sullivan CB, Al-Qurayshi Z, Zhu V, Liu A, Dunn C, Gantz BJ i wsp. Long-term audiologic outcomes after cochlear implantation for single-sided deafness. *Laryngoscope*, 2020; 130(7): 1805–11; <https://doi.org/10.1002/lary.28358>.
- Benchetrit L, Ronner EA, Anne S, Cohen MS. Cochlear implantation in children with single-sided deafness: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Otolaryngol Neck Surg*, 2021; 147(1): 58; <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2020.3852>.
- Deun LV, van Wieringen A, Van den Bogaert T, Scherf F, Offeciers FE, Van de Heyning PH i wsp. Sound localization, sound lateralization, and binaural masking level differences in young children with normal hearing. *Ear Hear*, 2009; 30(2): 178–90; <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e318194256b>.
- Arndt S, Aschendorff A, Laszig R, Beck R, Schild C, Kroeger S i wsp. Comparison of pseudobinaural hearing to real binaural hearing rehabilitation after cochlear implantation in patients with unilateral deafness and tinnitus. *Otol Neurotol*, 2011; 32(1): 39–47; <https://doi.org/10.1097/MAO.0b013e3181fcf271>.
- Firszt JB, Holden LK, Reeder RM, Cowdrey L, King S. Cochlear implantation in adults with asymmetric hearing loss. *Ear Hear*, 2012; 33(4): 521–33; <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e31824b9dfc>.
- Skarżyński H, Lorens A, Kruszyńska M, Obrycka A, Pastuszak D, Skarżyński PH. The hearing benefit of cochlear implantation for individuals with unilateral hearing loss, but no tinnitus. *Acta Otolaryngol (Stockh)*, 2017; 137(7): 723–9; <https://doi.org/10.1080/00016489.2016.1274427>.
- Avan P, Giraudet F, Büki B. Importance of binaural hearing. *Audiol Neurotol*, 2015; 20 (Suppl. 1): 3–6; <https://doi.org/10.1159/000380741>.

16. Vlastarakos PV, Nazos K, Tavoulari EF, Nikolopoulos TP. Cochlear implantation for single-sided deafness: the outcomes: an evidence-based approach. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2014; 271(8): 2119–26; <https://doi.org/10.1007/s00405-013-2746-z>.
17. Wanna GB, Gifford RH, McRackan TR, Rivas A, Haynes DS. Bilateral cochlear implantation. *Otolaryngol Clin North Am*, 2012; 45(1): 81–9; <https://doi.org/10.1016/j.otc.2011.08.018>.
18. Lorens A, Kruszyńska M, Obrycka A, Skarzynski PH, Wilson B, Skarzynski H. Binaural advantages in using a cochlear implant for adults with profound unilateral hearing loss. *Acta Otolaryngol (Stockh)*, 2019; 139(2): 153–61; <https://doi.org/10.1080/00016489.2018.1535190>.
19. Friedmann DR, Ahmed OH, McMenomey SO, Shapiro WH, Waltzman SB, Jr JTR. Single-sided deafness cochlear implantation: candidacy, evaluation, and outcomes in children and adults, 2016; 37(2): e154–60; <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000000951>.
20. Snapp HA, Holt FD, Liu X, Rajguru SM. Comparison of speech-in-noise and localization benefits in unilateral hearing loss subjects using contralateral routing of signal hearing aids or bone-anchored implants. *Otol Neurotol*, 2017; 38(1): 11–8; <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000001269>.
21. Ratuszniak A, Mrówka M, Skarżyński P, Skarżyński H. Urządzenia wszczepialne na przewodnictwo kostne – zasada działania oraz wskazania. *Now Audiofonol*, 2017; 6(3): 29–34; <https://doi.org/10.17431/1002721>.
22. Dhanasingh A, Hochmair I. CI in single-sided deafness. *Acta Otolaryngol (Stockh)*, 2021; 141 (Suppl. 1): 82–105; <https://doi.org/10.1080/00016489.2021.1888496>.
23. Skarzynski H, Lorens A, Piotrowska A, Skarzynski PH. Hearing preservation in partial deafness treatment. *Med Sci Monit*, 2010; 16(11): CR555–62.
24. Lorens A, Zgoda M, Skarzynski H. A new audio processor for combined electric and acoustic stimulation for the treatment of partial deafness. *Acta Otolaryngol (Stockh)*, 2012; 132(7): 739–50; <https://doi.org/10.3109/00016489.2012.654852>.
25. Lorens A, Polak M, Piotrowska A, Skarzynski H. Outcomes of treatment of partial deafness with cochlear implantation: a duet study. *Laryngoscope*, 2008; 118(2): 288–94; <https://doi.org/10.1097/MLG.0b013e3181598887>.
26. Pastuszek D, Kruszyńska M, Lorens A, Skarżyński P, Skarżyński H. Trening słuchowy u dorosłych pacjentów z jednostronnym głębokim niedosłuchem, użytkowników implantów ślimakowych. *Now Audiofonol*, 2018; 7(4): 41–46; <https://doi.org/10.17431/1003112>.
27. Skarżyński H, Skarżyński PH, Dziendziel B, Rajchel J, Lorens A. Elektro-naturalna stymulacja w leczeniu częściowej głuchoty. *Now Audiofonol*, 2018; 7(3): 45–52; <https://doi.org/10.17431/1003136>.
28. Van de Heyning P, Vermeire K, Diebl M, Nopp P, Anderson I, De Ridder D. Incapacitating unilateral tinnitus in single-sided deafness treated by cochlear implantation. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 2008; 117(9): 645–52; <https://doi.org/10.1177/000348940811700903>.
29. *Audiologia kliniczna*. Zarys. Wyd. 4. Pruszewicz A, Obrębowski A (red.). Poznań: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego; 2010.
30. Morton CC, Nance WE. Newborn hearing screening: a silent revolution. *N Engl J Med*, 2006; 354(20): 2151–64; <https://doi.org/10.1056/NEJMra050700>.
31. Arras T, Boudewyns A, Dhooge I, Offeciers E, Philips B, Desloovere C i wsp. Assessment of receptive and expressive language skills among young children with prelingual single-sided deafness managed with early cochlear implantation. *JAMA Network Open*, 2021; 4(8): e2122591; <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.22591>.
32. Cushing SL, Gordon KA, Sokolov M, Papaioannou V, Polonenko M, Papsin BC. Etiology and therapy indication for cochlear implantation in children with single-sided deafness: retrospective analysis. *HNO*, 2019; 67(10): 750–9; <https://doi.org/10.1007/s00106-019-00729-8>.
33. Borawska B, Piotrowska A, Mueller-Malesińska M, Skarżyński H, Olszewski Ł. Przyczyny jednostronnego głębokiego niedosłuchu odbiorczego u dzieci. *Audiofonologia*, 2006; 28: 67–9.
34. Kral A, Sharma A. Developmental neuroplasticity after cochlear implantation. *Trends Neurosci*, 2012; 35(2): 111–22; <https://doi.org/10.1016/j.tins.2011.09.004>.
35. Sharma A, Dorman MF, Spahr AJ. A sensitive period for the development of the central auditory system in children with cochlear implants: implications for age of implantation. *Ear Hear*, 2002; 23(6): 532–9; <https://doi.org/10.1097/00003446-200212000-00004>.
36. Obrycka A, Lorens A, Padilla Garcia JL, Piotrowska A, Skarzynski H. Validation of the LittleEARS Auditory Questionnaire in cochlear implanted infants and toddlers. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2017; 93: 107–16; <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2016.12.024>.
37. Obrycka A, Lorens A. Auditory development and speech perception in children after partial deafness cochlear implantation. W: *Methods of partial deafness treatment*. Skarżyński H, Skarżyński PH (red.). The Netherlands: Routledge; 2022, s. 331–42. <https://doi.org/10.1201/9781003164876>.
38. Gordon K, Henkin Y, Kral A. Asymmetric hearing during development: the aural preference syndrome and treatment options. *Pediatrics*, 2015; 136(1): 141–53; <https://doi.org/10.1542/peds.2014-3520>.
39. Lee HJ, Smieja D, Polonenko MJ, Cushing SL, Papsin BC, Gordon KA. Consistent and chronic cochlear implant use partially reverses cortical effects of single sided deafness in children. *Sci Rep*, 2020; 10(1): 21526; <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78371-6>.
40. Arras T, Boudewyns A, Swinnen F, Zarowski A, Philips B, Desloovere C i wsp. Longitudinal auditory data of children with prelingual single-sided deafness managed with early cochlear implantation. *Sci Rep*, 2022; 12(1): 9376; <https://doi.org/10.1038/s41598-022-13247-5>.
41. Polonenko MJ, Gordon KA, Cushing SL, Papsin BC. Cortical organization restored by cochlear implantation in young children with single sided deafness. *Sci Rep*, 2017; 7(1): 16900; <https://doi.org/10.1038/s41598-017-17129-z>.
42. Gordon K, Kral A. Animal and human studies on developmental monaural hearing loss. *Hear Res*, 2019; 380: 60–74; <https://doi.org/10.1016/j.heares.2019.05.011>.
43. Anne S, Lieu JEC, Cohen MS. Speech and language consequences of unilateral hearing loss: a systematic review. *Otolaryngol Neck Surg*, 2017; 157(4): 572–9; <https://doi.org/10.1177/0194599817726326>.
44. Lieu JEC. Permanent unilateral hearing loss (UHL) and childhood development. *Curr Otorhinolaryngol Rep*, 2018; 6(1): 74–81; <https://doi.org/10.1007/s40136-018-0185-5>.

45. Van Wieringen A, Boudewyns A, Sangen A, Wouters J, Desloovere C. Unilateral congenital hearing loss in children: challenges and potentials. *Hear Res*, 2019; 372: 29–41; <https://doi.org/10.1016/j.heares.2018.01.010>.
46. Kurkowski ZM. Głuchota jednostronna – problem lingwistyczny, psychologiczny i pedagogiczny. *Stuch*, 2000; 1: 1–3.
47. Liu J, Zhou M, He X, Wang N. Single-sided deafness and unilateral auditory deprivation in children: current challenge of improving sound localization ability. *J Int Med Res*, 2020; 48(1): 030006051989691; <https://doi.org/10.1177/0300060519896912>.
48. ASHA. Unilateral hearing loss in children, 2013, <https://www.asha.org/public/hearing/unilateral-hearing-loss-in-children/> [dostęp: 4.04.2023].
49. Lieu JEC. Speech-language and educational consequences of unilateral hearing loss in children. *Arch Otolaryngol Neck Surg*, 2004; 130(5): 524; <https://doi.org/10.1001/archotol.130.5.524>.
50. Zeitler DM, Sladen DP, DeJong MD, Torres JH, Dorman MF, Carlson ML. Cochlear implantation for single-sided deafness in children and adolescents. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2019; 118: 128–33; <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2018.12.037>.
51. Wolnowska B. Jednostronne niedosłuchy a audiogennie uwarunkowane zaburzenia artykulacji (materiały konferencyjne). XVI Konferencja Sekcji Audiologicznej i Sekcji Foniatrycznej PTORLChGiSz, 18–20.05.2023, Poznań.
52. Bienkowska KI, Jedlińska A, Lipiec D, Więcek-Poborzycyk I. Auditory dyslalia and articulation disorders of a different aetiology in children with hearing impairment. *Logopedia Silesiana*, 2019; 8: 176–205; <https://doi.org/10.31261/LOGOPEDIASILESIANA.2019.08.09>.
53. Lucas L, Katiri R, Kitterick PT. The psychological and social consequences of single-sided deafness in adulthood. *Int J Audiol*, 2018; 57(1): 21–30; <https://doi.org/10.1080/14992027.2017.1398420>.
54. Martínez-Cruz CF, Poblano A, Conde-Reyes MP. Cognitive performance of school children with unilateral sensorineural hearing loss. *Arch Med Res*, 2009; 40(5): 374–9; <https://doi.org/10.1016/j.arcmed.2009.05.008>.
55. Brown KD, Dillon MT, Park LR. Benefits of cochlear implantation in childhood unilateral hearing loss (CUHL Trial). *Laryngoscope*, 2021; 132 (Suppl. 6): S1–S18; <https://doi.org/10.1002/lary.29853>.
56. Park LR, Dillon MT, Buss E, O'Connell BP, Brown KD. Spatial release from masking in pediatric cochlear implant recipients with single-sided deafness. *Am J Audiol*, 2021; 30(2): 443–51; [https://doi.org/10.1044/2020\\_AJA-20-00119](https://doi.org/10.1044/2020_AJA-20-00119).
57. Falcón Benítez N, Falcón González JC, Ramos Macías Á, Borkoski Barreiro S, Ramos de Miguel Á. Cochlear implants in single-sided deafness. Comparison between children and adult populations with post-lingually acquired severe to profound hearing loss. *Front Neurol*, 2021; 12: 760831; <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.760831>.
58. Rauch AK, Arndt S, Aschendorff A, Beck R, Speck I, Ketterer MC i wsp. Long-term results of cochlear implantation in children with congenital single-sided deafness. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2021; 278(9): 3245–55; <https://doi.org/10.1007/s00405-020-06409-6>.
59. Deep NL, Gordon SA, Shapiro WH, Waltzman SB, Roland JT, Friedmann DR. Cochlear implantation in children with single-sided deafness. *Laryngoscope*, 2020; 131(1): E271–E277; <https://doi.org/10.1002/lary.28561>.
60. Ehrmann-Mueller D, Kurz A, Kuehn H, Rak K, Mlynski R, Hagen R i wsp. Usefulness of cochlear implantation in children with single sided deafness. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2020; 130: 109808; <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2019.109808>.
61. Beck RL, Aschendorff A, Hassepaß F, Wesarg T, Kröger S, Jakob TF i wsp. Cochlear implantation in children with congenital unilateral deafness: a case series. *Otol Neurotol*, 2017; 38(10): e570–6; <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000001597>.
62. Thomas JP, Neumann K, Dazert S, Voelter C. Cochlear implantation in children with congenital single-sided deafness. *Otol Neurotol*, 2017; 38(4): 496–503; <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000001343>.
63. Rahne T, Plontke SK. Functional result after cochlear implantation in children and adults with single-sided deafness. *Otol Neurotol*, 2016; 37(9): e332–40; <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000000971>.
64. Távora-Vieira D, Rajan GP. Cochlear implantation in children with congenital unilateral deafness: mid-term follow-up outcomes. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*, 2016; 133: S12–4; <https://doi.org/10.1016/j.anorl.2016.04.016>.
65. Dajos-Krawczyńska K. Kwestionariusz Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ) – przegląd literatury. *Now Audiofonol*, 2016; 5(2): 62–5; <https://doi.org/10.17431/894784>.
66. Sangen A, Dierckx A, Boudewyns A, Dhooge I, Offeciers E, Wouters J i wsp. Longitudinal linguistic outcomes of toddlers with congenital single-sided deafness – six with and twelve without cochlear implant and nineteen normal hearing peers. *Clin Otolaryngol*, 2019; 44(4): 671–6; <https://doi.org/10.1111/coa.13347>.
67. Sangen A, Royackers L, Desloovere C, Wouters J, van Wieringen A. Single-sided deafness affects language and auditory development – a case-control study. *Clin Otolaryngol*, 2017; 42(5): 979–87; <https://doi.org/10.1111/coa.12826>.