

Przesłano do redakcji:
09.04.2026
Zaakceptowano po recenzji:
11.06.2026
Opublikowano:
31.07.2026

Wykorzystanie systemu Sentio w konfiguracji CROS u pacjentki z jednostronną głuchotą – opis przypadku

Use of the Sentio system in a CROS configuration in a patient with single-sided deafness – a case report

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

Katarzyna B. Cywka^{1A-F} , Piotr H. Skarżyński^{2,3A-E} ,
Monika Bączyk^{2C-F} , Henryk Skarżyński^{1A} 

¹ Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Światowe Centrum Słuchu, Klinika Oto-Ryń-
-Laryngochirurgii, Warszawa/Kajetany

² Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Światowe Centrum Słuchu, Zakład Teleaudiologii
i Badań Przesiewowych, Warszawa/Kajetany

³ Instytut Narządów Zmysłów, Kajetany

Streszczenie

Wprowadzenie: Jednostronna głuchota (SSD) charakteryzuje się występowaniem głębokiego lub całkowitego ubytku słuchu w jednym uchu przy normie słuchowej w drugim. Brak słyszenia binauralnego prowadzi do trudności w rozumieniu mowy, lokalizacji dźwięku oraz obniżenia jakości życia. Dostępne są różne metody leczenia SSD, dobierane indywidualnie w zależności od: etiologii, czasu trwania zaburzenia, uwarunkowań anatomicznych, wyników badań audiologicznych i potrzeb pacjenta. Najczęściej stosowaną metodą leczenia jest implantacja ślimakowa. Inną dostępną opcją jest zastosowanie implantów wykorzystujących przewodnictwo kostne. Celem pracy była ocena efektywności klinicznej i bezpieczeństwa zastosowania aktywnego implantu kostnego Sentio w konfiguracji CROS u pacjentki z SSD.

Opis przypadku: Przedstawiono przypadek 50-letniej pacjentki z jednostronną głuchotą spowodowaną nagłą głuchotą z uszkodzeniem części przedsionkowej błędnika. Ze względu na całkowitą ossyfikację ślimaka niemożliwe było wykonanie implantacji ślimakowej. Pacjentka została zakwalifikowana do wszczepienia aktywnego implantu wykorzystującego przewodnictwo kostne Sentio w konfiguracji CROS. Zabieg i okres pooperacyjny przebiegły bez komplikacji. W dniu aktywacji procesora oraz podczas wizyt kontrolnych (po miesiącu oraz po sześciu miesiącach) przeprowadzono badania rozumienia mowy w szumie oraz ocenę trudności słuchowych w codziennych sytuacjach za pomocą kwestionariusza APHAB. Po implantacji zaobserwowano wyraźną poprawę rozumienia mowy w szumie, zarówno podczas aktywacji procesora, jak i kolejnych wizyt kontrolnych. Pacjentka zgłaszała także zmniejszenie odczuwanych trudności słuchowych.

Wnioski: Uzyskane wyniki potwierdzają skuteczność kliniczną oraz bezpieczeństwo zastosowania implantu Sentio w konfiguracji CROS w opisywanym przypadku. Obserwacje te wymagają dalszej weryfikacji w badaniach obejmujących większe grupy pacjentów.
Słowa kluczowe: jednostronna głuchota • CROS • SSD • implanty kostne • Sentio

Abstract

Introduction: Single-sided deafness (SSD) is characterized by profound or complete hearing loss in one ear, with normal hearing in contralateral ear. The lack of access to binaural hearing leads to difficulties in speech comprehension, sound localization, and a reduced quality of life. Various treatment methods for SSD are available, selected on an individual basis depending on the etiology, duration of the condition, anatomical factors, audiological test results, and the patient's needs. The most commonly used method is

Autor korespondencyjny: Monika Bączyk, Zakład Teleaudiologii i Badań Przesiewowych, Światowe Centrum Słuchu, Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, ul. Mochnackiego 10, 02-042 Warszawa; email: m.baczuk@ifps.org.pl

cochlear implantation. Another available treatment option involves the use of bone-conduction implants. The aim of this study was to evaluate the clinical efficacy and safety of the Sentio active bone-conduction implant in a CROS configuration in a patient with SSD. **Case report:** We present the case of a 50-year-old female patient with single-sided deafness caused by sudden sensorineural hearing loss with damage to the vestibular portion of the labyrinth. Due to complete ossification of the cochlea, cochlear implantation was not possible. The patient was qualified for implantation of an active Sentio bone-conduction implant in a CROS configuration. The procedure and postoperative period proceeded without complications. On the day of processor activation and during follow-up visits (at 1 and 6 months), speech-in-noise tests and an assessment of subjective hearing difficulties in everyday situations using the APHAB questionnaire were conducted. A marked improvement in speech-in-noise understanding was observed after implantation, both during processor activation and at subsequent follow-up visits. The patient also reported a reduction in perceived hearing difficulties. **Conclusions:** The obtained results show clinical efficacy and safety of the Sentio implant in a CROS configuration in the presented case of a patient with single-sided deafness. These findings require further verification in studies involving larger patient groups. **Keywords:** single-sided deafness • CROS • SSD • bone implants • Sentio

Skrót	Rozwinięcie skrótu	Odpowiednik w języku polskim
AHL	asymmetric hearing loss	niedosłuch asymetryczny
APHAB	<i>Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit</i>	kwestionariusz APHAB
AV	<i>Aversiveness</i>	<i>Stopień akceptacji nieprzyjemnych dźwięków</i>
BAHS	bone-anchored hearing systems	systemy implantów słuchowych zakotwiczonych w kości
BCD	bone-conduction devices	urządzenia wykorzystujące przewodnictwo kostne
BN	<i>Background noise</i>	<i>Komunikacja w szumie</i>
CI	cochlear implant	implant ślimakowy
CROS	contralateral routing of signal	–
EC	<i>Ease of communication</i>	<i>Komunikacja w ciszy</i>
GS	global score	wynik ogólny
RV	Reverberation	<i>Komunikacja w warunkach pogłosu</i>
SNR	signal-to-noise ratio	stosunek sygnału do szumu
SRT	speech recognition threshold	próg rozumienia mowy
SSD	single-sided deafness	jednostronna głuchota
SSQ12B/C	<i>Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale 12 – Benefit/Comparison</i>	kwestionariusz SSQ12B/C
TDCI	transcutaneous direct conduction implant	–
WRS	word recognition score	wynik rozpoznawania słów

Wprowadzenie

Jednostronna głuchota (ang. *single-sided deafness*, SSD) to zaburzenie charakteryzujące się głębokim niedosłuchem lub całkowitym brakiem słyszalności w jednym uchu, przy zachowanej normie słuchu w uchu przeciwległym [1]. Szacuje się, że częstość jej występowania w populacji ogólnej wynosi od 12 do 27 przypadków na 100 000 osób [2]. Istotne znaczenie kliniczne ma różnicowanie jednostronnej głuchoty od niedosłuchu asymetrycznego (ang. *asymmetric hearing loss*, AHL). Podstawowym kryterium odróżniającym te jednostki chorobowe jest stopień asymetrii ubytku słuchu między uszami. W literaturze brak jest jednolitej, powszechnie przyjętej definicji niedosłuchu asymetrycznego. Według niektórych źródeł AHL określana jest jako różnica progów słyszenia między uszami przekraczająca 10 dB HL (średnia dla częstotliwości 500–4000 Hz) [3,4]. Inne opracowania definiują AHL jako asymetrię wynoszącą co najmniej 20 dB HL dla dwóch sąsiadujących częstotliwości lub 15 dB HL dla

dwóch dowolnych częstotliwości w zakresie 2000–8000 Hz [5]. AHL obejmuje zarówno przypadki, gdy jedno ucho ma prawidłową czułość słuchu, a w drugim występuje niedosłuch, jak i wtedy, gdy niedosłuch jest obustronny, lecz o różnym nasileniu w każdym z uszu [3]. SSD i AHL różnią się również konsekwencjami klinicznymi. Pacjenci z AHL mają częściowe korzyści ze słyszenia binauralnego, co nie występuje w przypadku osób z SSD [6]. Różnice te mają istotny wpływ na wybór odpowiedniej strategii rehabilitacji słuchu.

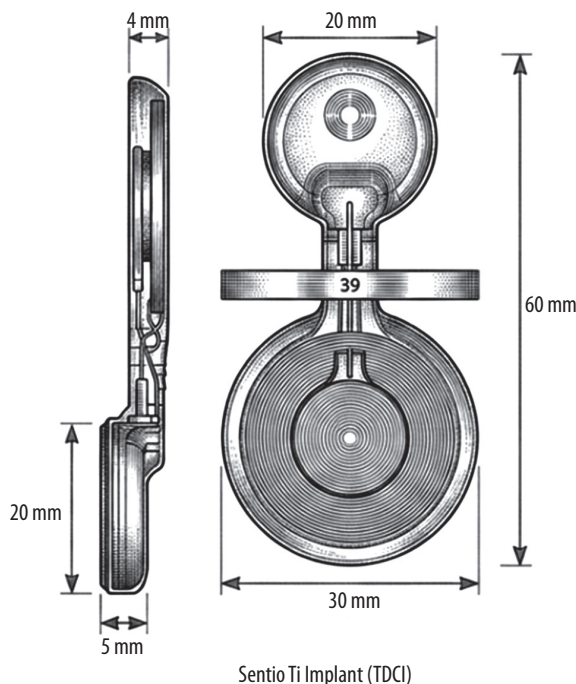
Etiologia jednostronnej głuchoty jest bardzo zróżnicowana. W zależności od momentu wystąpienia schorzenia wyróżnia się postać wrodzoną oraz nabytą. Wrodzona SSD często wiąże się z nieprawidłowościami w rozwoju struktur ucha wewnętrznego oraz nerwu słuchowego, takimi jak: aplazja lub hipoplazja nerwu słuchowego, malformacje ślimaka lub przedstonka, atrezja przewodu słuchowego wewnętrznego [7]. Jednostronna głuchota może być również skutkiem wrodzonego zakażenia wirusem cytomegalii (CMV),

które jest jedną z najczęstszych przyczyn niedosłuchu u dzieci [8]. Przyczyną wrodzonej SSD mogą być też czynniki genetyczne, obejmujące zarówno izolowane mutacje genowe, jak i zespoły wad wrodzonych, m.in. zespół Waardenburga [9,10]. Nabyta jednostronna głuchota może być natomiast wynikiem infekcji wirusowych (np. zakażenia wirusem świnki) oraz procesów zapalnych, takich jak zapalenie błędnika czy zapalenie opon mózgowo-rdzeniowych, prowadzących do uszkodzenia ucha wewnętrznego [11]. Istotną grupę przyczyn stanowią także urazy głowy, obejmujące zwłaszcza okolice kości skroniowej, które mogą skutkować uszkodzeniem nerwu słuchowego lub struktur ucha wewnętrznego [12]. Wśród innych przyczyn SSD wymienia się: stosowanie leków ototoksycznych, chorobę Ménière'a, zaawansowanego perlaka, choroby autoimmunologiczne czy guzy kąta mostowo-mózdkowego [11,13]. Ponadto u osób dorosłych jednostronna głuchota często pojawia się nagle, a jej etiologia pozostaje nieokreślona [14].

Pacjenci SSD są pozbawieni słyszenia binauralnego, co powoduje istotne trudności w codziennym funkcjonowaniu, takie jak m.in. zaburzenia rozumienia mowy, zwłaszcza w hałasie, oraz ograniczona zdolność lokalizacji źródła dźwięku [15,16]. Jednostronna głuchota u dzieci ma negatywny wpływ na rozwój poznawczy oraz rozwój mowy. Prowadzi to do problemów psychospołecznych, obniżenia jakości życia oraz trudności szkolnych [17,18]. Ponadto u wielu pacjentów z SSD występują silne szumy uszne [19].

Sposób leczenia jednostronnej głuchoty zależy od: etiologii, czasu trwania zaburzenia, warunków anatomicznych oraz indywidualnych potrzeb pacjenta. Kluczowe znaczenie ma spełnienie określonych kryteriów kwalifikacyjnych, właściwych dla danej metody terapeutycznej, oraz poinformowanie pacjenta o zaletach i ograniczeniach każdej z nich [14]. Jedną z dostępnych opcji leczenia jest zastosowanie implantów ślimakowych celem przywrócenia słyszenia binauralnego, a dzięki temu uzyskania korzyści wynikających z integracji obuuszej [20]. U pacjentów z SSD zaopatrzonych w implant ślimakowy obserwuje się znaczną poprawę rozumienia mowy w hałasie, lepszą lokalizację źródła dźwięku, a także zmniejszenie uciążliwości szumów usznych. Jest to jednak rozwiązanie przeznaczone dla osób o odpowiednich uwarunkowaniach anatomicznych, nie może być też stosowane w przypadku niektórych schorzeń, np. hipoplazji czy aplazji nerwu słuchowego [21,22].

Inną metodą rehabilitacyjną w jednostronnej głuchocie jest zastosowanie systemu typu CROS (ang. *contralateral routing of signal*), który przekierowuje dźwięk z ucha niesłyszącego do ucha zdrowego. W tym podejściu stosuje się zarówno klasyczne aparaty słuchowe, jak i urządzenia wykorzystujące przewodnictwo kostne [23,24]. Rozwiązanie to wpływa na poprawę percepcji mowy, redukuje efekt cienia głowy oraz przyczynia się do poprawy jakości życia, jednakże nie przywraca słyszenia binauralnego, w związku z czym pacjenci wciąż mierzą się z trudnościami z lokalizacją dźwięków [25,26]. Zastosowanie aparatów słuchowych w konfiguracji CROS zapewnia zmniejszony wysiłek słuchowy i jednocześnie jest nieinwazyjne [27]. Metoda ta wiąże się jednak z koniecznością noszenia drugiego



Rycina 1. Schemat budowy implantu Sentio
Figure 1. Schematic diagram of the Sentio implant

urządzenia na zdrowym uchu, co często jest odrzucane przez pacjentów ze względów estetycznych oraz psychologicznych, a ponadto może powodować dyskomfort, jeśli występuje efekt okluzji [28].

Urządzenia wykorzystujące kostne przewodnictwo dźwięku w konfiguracji CROS umożliwiają transmisję bodźców akustycznych ze strony ucha gorzej słyszącego do ucha zdrowego za pośrednictwem drgań kości czaszki [29]. Wśród nich można wymienić implanty zakotwiczone w kości (ang. *bone-anchored hearing systems*, BAHS), które składają się z wszczepionego w kość skroniową tytanowego implantu połączonego z zewnętrznym procesorem za pomocą łącznika przechodzącego przez skórę. Niewielkie rozmiary części wszczepialnej oraz jej płytkie zakotwiczenie w kości pozwalają na stosowanie tego rozwiązania u pacjentów po przebytych operacjach wyrostka sutkowatego [30]. Jednak zastosowanie takiego urządzenia wymaga przzerwania ciągłości skóry, co wiąże się z występowaniem zwiększonego ryzyka infekcji, podrażnienia skóry czy przemieszczenia implantu [31,32].

Alternatywne rozwiązanie stanowią aktywne implanty kostne, w których zewnętrzny procesor utrzymywany jest na miejscu za pomocą magnesu [33]. Wśród niewątpliwych zalet zastosowania tych urządzeń należy wymienić: zachowanie ciągłości powłok skórnych, brak efektu okluzji, komfort użytkowania oraz niższe ryzyko infekcji skóry. Implant Sentio (Oticon Medical), wprowadzony do praktyki klinicznej w 2024 roku, jest najmniejszym spośród obecnie dostępnych na rynku aktywnych implantów na przewodnictwo kostne. **Rycina 1** przedstawia schemat budowy implantu Sentio. Ze względu na obecność wszczepianych elementów systemu implantacja wiąże się z ograniczeniami w późniejszej diagnostyce obrazowej. U pacjentów

z wszczepionym systemem Sentio dopuszcza się wykonywanie badań MRI przy natężeniu pola magnetycznego do 1,5 T. Badanie jest bezpieczne, pod warunkiem spełnienia ściśle określonych warunków producenta. Implant może być stosowany w konfiguracji CROS u pacjentów z jednostronną głuchotą, u których średni próg słyszenia dla przewodnictwa powietrznego drugiego ucha dla częstotliwości 500, 1000, 2000, 3000 Hz nie przekracza 20 dB HL. Przed decyzją o wszczepieniu systemu zaleca się przeprowadzenie próby z użyciem procesora dźwięku na opasce, zarówno w warunkach klinicznych, jak i domowych [34].

Celem niniejszej pracy była analiza skuteczności klinicznej oraz bezpieczeństwa zastosowania aktywnego implantu na przewodnictwo kostne Sentio w konfiguracji CROS u pacjentki z jednostronną głuchotą, u której niemożliwe było zastosowanie implantu ślimakowego.

Opis przypadku

Pacjentka w wieku 50 lat znajduje się pod opieką Instytutu Fizjologii i Patologii Słuchu (IFPS) od 2018 roku. W roku 2017 zgłosiła się na SOR innego ośrodka z zawrotami głowy i objawami zapalenia ucha prawego. Według wywiadu z pacjentką w tym okresie wystąpił również epizod nagłego pogorszenia słuchu w uchu prawym, określony jako nagła głuchota z uszkodzeniem części przedsionkowej błędnika. Zastosowano leczenie w komorze hiperbarycznej. Rok później pacjentka zgłosiła się do IFPS, gdzie na podstawie przeprowadzonych badań słuchu potwierdzono jednostronną głuchotę ucha prawego. Pacjentka nie zdecydowała się na stosowanie aparatów słuchowych w systemie CROS. W roku 2023 zakwalifikowano ją do próby wszczepienia implantu ślimakowego do ucha prawego. W trakcie zabiegu atykoantromastoidektomii stwierdzono skostnienie w obrębie części przyokienkowej oraz dalszego odcinka schodów bębienka. Wprowadzono elektrodę próbną do ucha prawego celem dalszej oceny radiologicznej. Po ponad 6 miesiącach wykonano tympanotomię eksploracyjną, usunięto elektrodę próbną i ponownie podjęto próbę wszczepienia implantu ślimakowego. Śródoperacyjnie odstąpiono jednak od implantacji ze względu na całkowitą ossyfikację ślimaka. W roku 2025 pacjentkę zakwalifikowano do wszczepienia aktywnego implantu na przewodnictwo kostne Sentio w konfiguracji CROS. Operację przeprowadzono w tym samym roku.

Analiza wyników badań i kwalifikacja do wszczepienia implantu Sentio

Przed podjęciem decyzji o implantacji przeanalizowano wyniki tomografii komputerowej w celu oceny warunków anatomicznych oraz przeprowadzono pełną ocenę audiologiczną. Wykonano badanie audiometrii tonalnej w celu oceny progów słyszenia. W uchu prawym potwierdzono głęboki niedosłuch zmysłowo-nerwowy. W uchu lewym średni próg słyszenia dla przewodnictwa powietrznego dla częstotliwości 500, 1000, 2000 i 3000 Hz wynosił 13,75 dB HL, co spełniało kryteria kwalifikacyjne do implantacji systemem Sentio. Wynik badania przedstawiono na **rycinie 2**.

Wykonano również badanie rozumienia mowy w szumie z wykorzystaniem *Polskiego testu zdaniowego typu matrix* (PTZ-M). Pomiar wykonano przy stałym poziomie szumu

(65 dB SPL), który podawano z głośnika ustawionego na przeciw pacjentki. Sygnał mowy prezentowano od strony ucha głuchego, przy poziomie sygnału dostosowanym adaptacyjnie. PTZ-M pozwala określić próg rozumienia mowy (ang. *speech recognition threshold*, SRT), czyli najniższe natężenie, przy którym pacjent jest w stanie poprawnie powtórzyć 50% przedstawionych słów. Za wartość normatywną przyjmuje się wynik $\leq -2,9$ dB SNR [35]. Przed implantacją pacjentka uzyskała wynik SRT = +7,6 dB SNR. Celem przedoperacyjnej symulacji działania implantu kostnego i oceny potencjalnych korzyści przeprowadzono próbę z zastosowaniem odpowiednio dopasowanego aparatu kostnego Ponto w konfiguracji CROS, zamocowanego na miękkiej opasce. Podczas badania w aparacie wynik testu PTZ-M wyniósł +4,3 dB SNR.

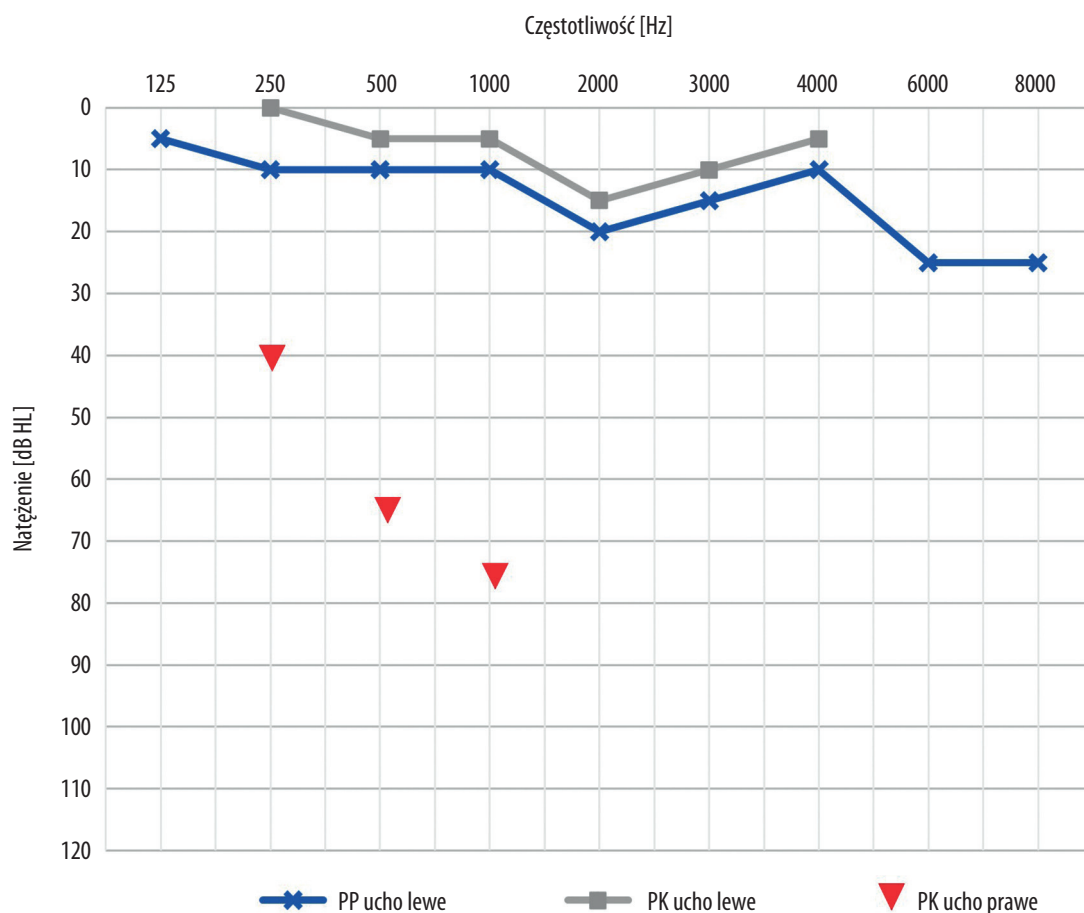
Ponadto pacjentka wypełniła kwestionariusz APHAB (ang. *Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit*), który służy do oceny subiektywnie odczuwanych trudności w słyszeniu w codziennych sytuacjach [36,37]. Kwestionariusz pozwala przeanalizować cztery obszary ujęte w podskalach: *Komunikacja w ciszy* (ang. *Ease of Communication*, EC), *Komunikacja w szumie* (ang. *Background Noise*, BN), *Komunikacja w warunkach pogłosu* (ang. *Reverberation*, RV) oraz *Stopień akceptacji nieprzyjemnych dźwięków* (ang. *Aversiveness*, AV). Wyniki poszczególnych podskal służą do wyznaczenia wyniku całkowitego (ang. *global score*, GS), stanowiącego ich średnią. Niższa wartość GS oznacza mniejsze trudności słuchowe [38]. Pacjentka uzyskała następujące wyniki: EC = 78,8; BN = 84,8; RV = 89; AV = 50; GS = 75,7, wskazujące na wysoki stopień nasilenia trudności słuchowych. Podczas procesu diagnostycznego wyjaśniono pacjentce zasadę działania systemów CROS oraz implantów wykorzystujących przewodnictwo kostne. Omówiono ich funkcje, możliwości i ograniczenia. Przekazano również informacje dotyczące ograniczeń w późniejszej diagnostyce obrazowej.

Zabieg wszczepienia implantu

Operacja trwała 35 minut, została wykonana w znieczuleniu ogólnym i przebiegła bez powikłań. Grubość tkanki podskórnej wynosiła 6 mm, co pozwoliło wykluczyć problemy z utrzymaniem się magnesu. Implant został umieszczony w łożu, bez kontaktu z zatoką esowatą ani oponami mózgowymi. Nie zaginano cewki wewnętrznej urządzenia. Do przymocowania implantu użyto taśmy o długości 39 mm oraz dwóch dedykowanych śrub. Zamknięcie rany wykonano trzema warstwami szwów. Zastosowano opatrunek uciskowy, aby zapobiec powstaniu krwiaka, wdrożono antybiotykoterapię. Gojenie się rany pooperacyjnej przebiegło prawidłowo, bez żadnych powikłań.

Ocena audiologiczna i kwestionariuszowa po wszczepieniu implantu Sentio

Aktywacja implantu miała miejsce 5 tygodni po operacji. Na wizycie stwierdzono prawidłowe utrzymanie magnesu. Procesor ustawiono na podstawie rekomendowanego standardu BC Direct oraz preferencji pacjentki. Metoda BC Direct, wykorzystywana do ustawienia parametrów procesora, polega na bezpośrednim wyznaczeniu progów słyszenia przewodnictwa kostnego z wykorzystaniem stymulacji generowanej przez implant.



Rycina 2. Wynik audiometrii tonalnej przed implantacją (PP – przewodnictwo powietrzne, PK – przewodnictwo kostne). W badaniu ucha prawego nie uzyskano odpowiedzi dla przewodnictwa powietrznego; dla przewodnictwa kostnego oznaczono vibracje

Figure 2. Results of pure-tone audiometry prior to implantation (PP – air conduction, PK – bone conduction). No response was obtained for air conduction in the right ear. Bone conduction thresholds were measured as vibrations

Oceny efektów binauralnych dokonano w polu swobodnym z wykorzystaniem Polskiego testu słownego i liczbowego opracowanego przez Demenko i Pruszewicza [39]. Efekt cienia głowy badano w konfiguracji, w której test słowny o natężeniu 65 dB SPL prezentowany był od strony ucha implantowanego, a szum szerokopasmowy od strony ucha nieimplantowanego (**rycina 3**). Podczas badania z włączonym systemem CROS pacjentka uzyskała 85% rozumienia mowy. W tych samych warunkach z wyłączonym systemem CROS wynik WRS (ang. *word recognition score*) wyniósł 55%.

W dniu aktywacji wykonano także badanie rozumienia mowy w szumie przy użyciu *Polskiego testu zdaniowego typu matrix*. Podczas badania szum szerokopasmowy 65 dB SPL podawany był z głośnika umieszczonego od strony ucha nieimplantowanego, a mowa – z głośnika po stronie ucha zaimplantowanego. Podczas aktywacji implantu Sentio (z aktywnym systemem) pacjentka uzyskała wynik $SRT = +3,1$ dB SNR. Pomiar powtórzono podczas dwóch wizyt kontrolnych po miesiącu oraz 6 miesiącach od aktywacji. Pacjentka regularnie korzystała z procesora między wizytami. Na pierwszej wizycie kontrolnej wynik wyniósł $-2,2$ dB SNR, natomiast podczas drugiej poprawił

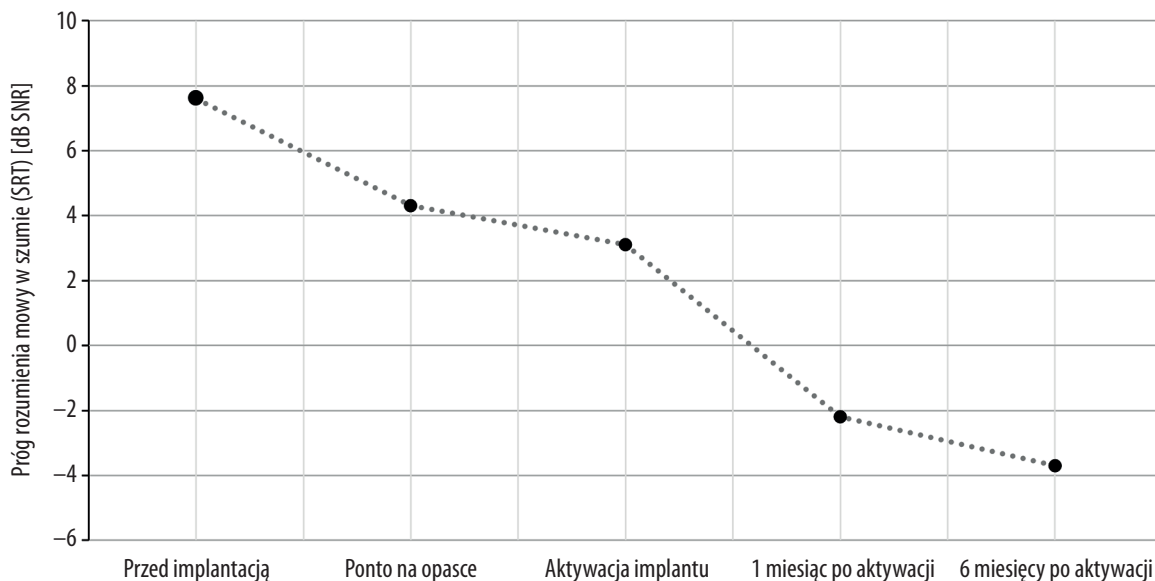


Rycina 3. Położenie źródła sygnału mowy (S) i szumu (N) względem ucha implantowanego (Sentio) oraz ucha przeciwnego (CONTRA)

Figure 3. Position of the speech source (S) and noise source (N) relative to the implanted ear (Sentio) and the contralateral ear (CONTRA)

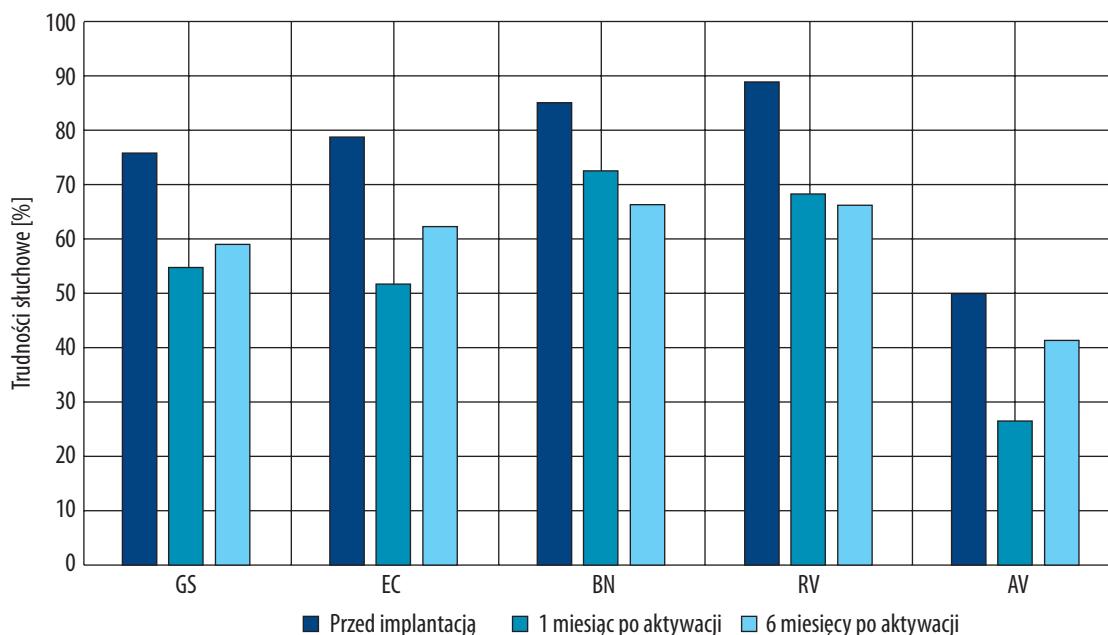
się do $-3,7$ dB SNR. Porównanie wyników testu PTZ-M uzyskanych przed oraz po implantacji zaprezentowano na **rycynie 4**.

Podczas każdej wizyty kontrolnej pacjentka wypełniała kwestionariusz APHAB. Na wizycie miesiąc po aktywacji systemu Sentio pacjentka uzyskała następujące wyniki:



Rycina 4. Wyniki Polskiego testu zdaniowego typu *matrix* uzyskane: przed implantacją, w aparacie kostnym Ponto na miękkiej opasce, w dniu aktywacji systemu Sentio (z aktywnym systemem), na wizycie kontrolnej po miesiącu oraz podczas wizyty kontrolnej po 6 miesiącach

Figure 4. Results of the *Polish Matrix Sentence Test* obtained: before implantation, with the Ponto bone conduction hearing aid on a softband, on the day of Sentio system activation, at the 1-month follow-up, and at the 6-month follow-up



Rycina 5. Wyniki kwestionariusza APHAB uzyskane: przed implantacją, na wizycie kontrolnej miesiąc po aktywacji oraz wizycie kontrolnej 6 miesięcy po aktywacji

Figure 5. Results of the APHAB questionnaire obtained: before implantation, at the 1-month follow-up after activation, and at the 6-month follow-up after activation

EC = 51,8; BN = 72,7; RV = 68,5; AV = 26,7; GS = 54,9. Wynik całkowity oraz wyniki wszystkich subskal były niższe niż przed wszczepieniem implantu, co wskazuje na zmniejszenie trudności słuchowych po implantacji. Na drugiej wizycie kontrolnej, 6 miesięcy po aktywacji, odnotowano dalszą poprawę w subskalach BN oraz RV, z wynikami

BN = 66,5; RV = 66,5. W subskalach EC oraz AV zaobserwowano wzrost (EC = 62,3; AV = 41,5), co spowodowało również wzrost wyniku całkowitego do 59,2. Pomimo tych zmian wszystkie wartości pozostały niższe niż przed implantacją. Rozkład wyników kwestionariusza APHAB w trzech okresach czasowych przedstawiono na **rycynie 5**.

Dyskusja

Podczas operacji wszczepienia implantu Sentio nie wystąpiły żadne zdarzenia niepożądane, a gojenie się rany pooperacyjnej przebiegło prawidłowo, co sugeruje bezpieczeństwo tej procedury. Uzyskane wyniki wskazują na znaczącą poprawę rozumienia mowy w szumie po wszczepieniu implantu u pacjentki z jednostronną głuchotą. Wartość SRT w teście PTZ-M uległa obniżeniu o 4,5 dB SNR w dniu aktywacji systemu w porównaniu z wynikiem przedoperacyjnym. Podczas wizyty kontrolnej po 6 miesiącach odnotowano dalszą poprawę, a łączny zysk wyniósł –11,3 dB SNR. Analiza wyników kwestionariusza APHAB wykazała zmniejszenie odczuwanych przez pacjentkę trudności słuchowych. Obniżenie wyników we wszystkich subskalach kwestionariusza potwierdziło istotną poprawę funkcjonowania słuchowego po implantacji, choć wartości uzyskane podczas użytkowania implantu nadal wskazywały na utrzymywanie się znacznych trudności w komunikacji. Mogło to być związane z dużym nasileniem trudności słuchowych przed operacją, a także z faktem, że proces adaptacji do implantu i osiągnięcie pełnego wykorzystania oferowanych przez niego korzyści wymaga czasu. Należy również uwzględnić ograniczenia wynikające z mechanizmu działania systemu w konfiguracji CROS, który nie przywraca słyszenia binauralnego. Znaczenie mogły mieć również oczekiwania pacjentki wobec efektów implantacji.

Podobne obserwacje przedstawili Hol i wsp. [40], których badanie objęło 51 pacjentów z systemem Sentio wszczepionym w latach 2022–2023, jeszcze przed oficjalnym wprowadzeniem urządzenia na rynek. W grupie badanej znalazło się 12 osób z jednostronną głuchotą (SSD), u których po implantacji przeprowadzono test rozumienia mowy w szumie. Głośnik z szumem ustawiono po stronie ucha zdrowego, a głośnik prezentujący sygnał mowy – po stronie z implantem. Trzy miesiące po implantacji odnotowano poprawę percepcji mowy w szumie o –5,41 dB SNR. Pacjenci zgłosili również znaczną poprawę jakości życia, a spośród 12 osób z SSD 10 zadeklarowało satysfakcję z działania urządzenia, podczas gdy 2 nie miały zdania w tej kwestii [40].

Z uwagi na ograniczoną liczbę publikacji dotyczących systemu Sentio, zasadne wydaje się odniesienie uzyskanych wyników do danych dostępnych dla innych aktywnych implantów kostnych. W pracy Piecuch i wsp. [41] przedstawiono opis przypadku 14-letniej dziewczynki z jednostronną głuchotą spowodowaną zdwojeniem przewodu słuchowego wewnętrznego. Pacjentka otrzymała implantu Bonebridge, który podobnie jak system Sentio, należy do grupy aktywnych implantów na przewodnictwo kostne. Przed operacją za pomocą testu PTZ-M oceniono rozumienie mowy w hałasie: SRT = +3,5 dB SNR. W dniu aktywacji implantu wynik ten obniżył się do –10,3 dB SNR. Analiza wyników kwestionariusza APHAB wykazała zmniejszenie trudności słuchowych po implantacji. Znaczącą poprawę odnotowano w subskalach EC, BN oraz RV [41].

Badanie przeprowadzone przez Huber i wsp. [42] obejmowało 17 osób z jednostronną głuchotą, którym wszczepiono system Bonebridge. Zabieg przebiegł bez

komplikacji. Odnotowano kilka niegroźnych zdarzeń niepożądanych w okresie pooperacyjnym, m.in. miejscowy obrzęk czy lekki ból. Zastosowanie implantu przyczyniło się do poprawy rozumienia mowy w hałasie w sytuacji, gdy sygnał mowy prezentowany był po stronie z implantem. Średnia poprawa wyniosła –1,5 dB SNR po 6 miesiącach od aktywacji urządzenia oraz –2,2 dB SNR po 18 miesiącach. Badania z wykorzystaniem kwestionariuszy wykazały poprawę jakości życia po implantacji [42].

Praca Ratuszniak i wsp. [43] jest analizą subiektywnych korzyści wynikających z wszczepienia implantu Bonebridge. Badaniem objęto 81 pacjentów z niedosłuchem mieszanym i przewodzeniowym oraz jednostronną głuchotą. Grupa z SSD liczyła 20 osób. Wszystkie operacje przebiegły bez powikłań. Pacjenci z SSD zgłosili istotne zmniejszenie trudności słuchowych, co zostało potwierdzone przez obniżone wyniki uzyskane we wszystkich subskalach kwestionariusza APHAB i wynik całkowity (GS). W tej grupie poprawę o co najmniej 22 punkty procentowe uzyskało: w podskali EC – 55% pacjentów, RV – 35%, BN – 30%. Wśród pacjentów z jednostronną głuchotą 60% oceniło jakość dźwięku z implantem jako przeciętną („pomiędzy dobrym a złym”), 35% uznało ją za dobrą, natomiast 5% za bardzo dobrą [43].

Willenborg i wsp. [44] zaprezentowali wyniki badań 6 pacjentów z SSD, którym wszczepiono aktywny implant kostny Osia. Operacje przebiegły bez powikłań, jednak w przypadku jednego pacjenta usunięto implant jeszcze przed jego aktywacją z powodu rozejścia się rany z ropnym stanem zapalnym. Pacjent ten miał zmniejszoną grubość tkanki podskórnej w związku z wcześniejszym zabiegiem w tej okolicy. Po implantacji u badanych odnotowano poprawę rozumienia mowy w szumie, ze zmianą SRT wynoszącą –4,2 dB SNR w stosunku do wyniku przedoperacyjnego. Wyniki kwestionariusza APHAB wykazały istotną poprawę w zakresie trzech subskal: EC (z 33% do 15%), RV (z 57% do 35%) oraz BN (z 52% do 28%). W tej badanej grupie tolerancja nieprzyjemnych dźwięków (AV) po wszczepieniu implantu pogorszyła się (z 19% do 34%) [44].

Przytoczone badania potwierdzają skuteczność kliniczną aktywnych implantów kostnych w leczeniu jednostronnej głuchoty, co jest zgodne z wynikami przedstawionego przypadku. Pacjenci uzyskali lepsze rozumienie mowy w hałasie, a ich jakość życia po wszczepieniu implantu uległa istotnej poprawie. U pacjentki opisanej w niniejszej pracy nie zaobserwowano żadnych powikłań pooperacyjnych, podczas gdy w literaturze opisuje się sporadyczne zdarzenia niepożądane, jednak procedura wszczepienia implantu kostnego w konfiguracji CROS jest uważana za bezpieczną i dobrze tolerowaną przez pacjentów.

Istotnym zagadnieniem poruszonym w literaturze jest także porównanie efektów zastosowania implantów ślimakowych oraz aktywnych implantów kostnych u pacjentów z SSD. W randomizowanym badaniu klinicznym van Heteren i wsp. [45] oceniono efekty różnych metod terapeutycznych u 120 pacjentów z SSD, w tym 28 osób z implantem ślimakowym (ang. *cochlear implant*, CI) oraz 25 osób z urządzeniami wykorzystującymi przewodnictwo kostne (ang. *bone-conduction devices*, BCD).

Po 24 miesiącach obserwacji pacjenci z CI osiągnęli wyższe wyniki w zakresie percepcji mowy w hałasie niż osoby z BCD (różnica SRT o -2.2 dB); w badaniu tym sygnał mowy podawany był do ucha z implantem, a szum – po stronie ucha zdrowego. Ponadto pacjenci z CI zgłaszali większą redukcję szumów usznych i poprawę subiektywnej jakości słyszenia [45].

Podobne wnioski przedstawili Astefanei i wsp. [46]. Grupę badaną stanowiło 37 pacjentów z SSD, spośród których 18 miało wszczepiony implant ślimakowy, a 19 – implant na przewodnictwo kostne (BCI). W grupie osób dorosłych z CI średni błąd lokalizacji poprawił się po implantacji o $\sim 38.2^\circ$, natomiast w przypadku osób z BCI poprawa wyniosła $\sim 5.4^\circ$. Poprawa efektów binauralnych była większa u pacjentów z CI, przy czym redukcja efektu cienia głowy była porównywalna w obu grupach. Z kolei istotne zmniejszenie szumów usznych odnotowano wyłącznie w grupie osób z CI. Wyniki kwestionariusza SSQ12B/C wykazały większą subiektywną poprawę słyszenia przestrzennego u pacjentów z CI, natomiast poprawa w zakresie rozumienia mowy oraz jakości dźwięku okazała się porównywalna w obu grupach [46]. Analiza literatury wykazuje, że implanty ślimakowe pozostają metodą pierwszego wyboru w leczeniu SSD ze względu na większe korzyści w zakresie efektów binauralnych. Implanty wykorzystujące przewodnictwo kostne stanowią natomiast skuteczną i bezpieczną alternatywę dla pacjentów, u których wszczepienie CI nie jest możliwe [47].

Należy uwzględnić, że przeprowadzone badanie ma charakter opisu pojedynczego przypadku, co ogranicza możliwość uogólnienia wyników, jednak może stanowić punkt wyjścia do dalszych badań w większych grupach pacjentów. Istnieje zatem potrzeba przeprowadzenia badań obejmujących większe populacje, co pozwoliłoby na potwierdzenie bezpieczeństwa i zaobserwowanych korzyści klinicznych, a także na bardziej kompleksową ocenę efektywności omawianego rozwiązania.

Wnioski

Na podstawie przedstawionego opisu przypadku można wnioskować, że zastosowanie aktywnego implantu kostnego Sentio w konfiguracji CROS w leczeniu jednostronnej głuchoty wykazuje potencjalną skuteczność kliniczną oraz bezpieczeństwo. Zabieg wszczepienia implantu oraz okres pooperacyjny przebiegły bez komplikacji. Implantacja przyczyniła się do poprawy rozumienia mowy w hałasie oraz zwiększenia subiektywnej jakości życia pacjentki. Istnieje jednak potrzeba dalszych badań, obejmujących większe grupy pacjentów, by potwierdzić zaobserwowane korzyści kliniczne.

Finansowanie

Niniejsze badania i artykuł nie otrzymały żadnej dotacji od agencji działających w sektorze publicznym, komercyjnym lub non-profit.

Piśmiennictwo

1. Yu JW. Understanding Patient Perspectives on Single-Sided Deafness. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*, 2020; 146(10): 885–6; <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2020.2287>.
2. Zeitler D, Dorman M. Cochlear implantation for single-sided deafness: a new treatment paradigm. *J Neurol Surg Part B Skull Base*, 2019; 80(02): 178–86; <https://doi.org/10.1055/s-0038-1677482>.
3. Sanhueza I, Manrique-Huarte R, Calavia D, Huarte A, Manrique M. Hearing impairment and quality of life in adults with asymmetric hearing loss: benefits of bimodal stimulation. *J Int Adv Otol*, 2019; 15(1): 62–9; <https://doi.org/10.5152/iao.2019.6224>.
4. Durakovic N, Valente M, Goebel JA, Wick CC. What defines asymmetric sensorineural hearing loss? *Laryngoscope*, 2019; 129(5): 1023–4; <https://doi.org/10.1002/lary.27504>.
5. Bruschini L, Canelli R, Morandi A, Cambi C, Fiacchini G, Berrettini S i wsp. Bone anchored hearing aids for the treatment of asymmetric hearing loss. *J Int Adv Otol*, 2020; 16(3): 313–7; <https://doi.org/10.5152/iao.2020.8879>.
6. Benchetrit L, Ronner E, Anne D, Cohen M. Cochlear implantation in children with single-sided deafness: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*, 2021; 147(1): 58–69; <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2020.3852>.
7. Tahir E, Bajin MD, Jafarov S, Yıldırım MÖ, Çınar BÇ, Sennaroğlu G i wsp. Inner-ear malformations as a cause of single-sided deafness. *J Laryngol Otol*, 2020; 134(6): 509–18; <https://doi.org/10.1017/S0022215120001036>.
8. Usami S-I, Kitoh R, Moteki H, Nishio S-Y, Kitano T, Kobayashi M i wsp. Etiology of single-sided deafness and asymmetrical hearing loss. *Acta Otolaryngol*, 2017; 137(565): S2–7; <https://doi.org/10.1080/00016489.2017.1300321>.
9. Jakob TE, Aschendorff A, Arndt S. Single-sided deafness (SSD): with the „second” you hear better. *LRO Laryngo-Rhin-Otologie*, 2025; 104(4): 227–32; <https://doi.org/10.1055/a-2341-0371>.
10. Pantaleo A, Murri A, Cavallaro G, Pontillo V, Auricchio D, Quaranta N. Single-sided deafness and hearing rehabilitation modalities: contralateral routing of signal devices, bone conduction devices, and cochlear implants. *Brain Sci*, 2024; 14(1): 99; <https://doi.org/10.3390/brainsci14010099>.
11. Holder JT, O'Connell B, Hedley-Williams A, Wanna G. Cochlear implantation for single-sided deafness and tinnitus suppression. *Am J Otolaryngol*, 2017; 38(2): 226–9; <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2017.01.020>.
12. Peter N, Liyanage N, Pfiffner F, Huber A, Kleinjung T. The influence of cochlear implantation on tinnitus in patients with single-sided deafness: a systematic review. *Otolaryngol Neck Surg*, 2019; 161(4): 576–88; <https://doi.org/10.1177/0194599819846084>.
13. Kay-Rivest E, Irace AL, Golub JS, Svirsky MA. Prevalence of single-sided deafness in the United States. *Laryngoscope*, 2022; 132(8): 1652–6; <https://doi.org/10.1002/lary.29941>.
14. Ontario Health (Quality). Implantable devices for single-sided deafness and conductive or mixed hearing loss: a health technology assessment. *Ont Health Technol Assess Ser*, 2020; 20(1): 1–165.
15. Oh SJ, Mavrommatis MA, Fan CJ, DiRisio AC, Villavisanis DF, Berson ER i wsp. Cochlear implantation in adults with single-sided deafness: a systematic review and meta-analysis. *Otolaryngol Neck Surg*, 2023; 168(2): 131–42; <https://doi.org/10.1177/01945998221083283>.

16. Cuda D, Pizzol E, Laborai A, Salsi D, Ghiselli S. Cochlear implant benefits over time in adult patients with Single Sided Deafness. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2025; 282(10): 5023–35; <https://doi.org/10.1007/s00405-025-09298-9>.
17. 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): 0300060519896912; <https://doi.org/10.1177/0300060519896912>.
18. Ren W, Xu C, Zheng F, Lin T, Jin P, Zhang Y i wsp. A porcine congenital single-sided deafness model, its population statistics and degenerative changes. *Front Cell Dev Biol*, 2021; 9: 672216; <https://doi.org/10.3389/fcell.2021.672216>.
19. Kruszyńska M, Lorens A, Obyrcka A, Pastuszek D, Skarżyński H. Efekty binauralne u pacjentów z jednostronną głuchotą i pacjentów z asymetrycznym niedosłuchem, użytkowników systemu implantu ślimakowego. *Now Audiofonol*, 2016; 5(4): 43–8; <https://doi.org/10.17431/902577>.
20. Lorens A, Obyrcka A, Skarzynski PH, Skarzynski H. Benefits of binaural integration in cochlear implant patients with single-sided deafness and residual hearing in the implanted ear. *Life*, 2021; 11(3): 265; <https://doi.org/10.3390/life11030265>.
21. Daher GS, Kocharyan A, Dillon MT, Carlson ML. Cochlear implantation outcomes in adults with single-sided deafness: a systematic review and meta-analysis. *Otol Neurotol*, 2023; 44(4): 297–309; <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000003833>.
22. Gersdorff G, Péan V, Camby S, Barriat S, Lefebvre PP. Factors predictive of binaural hearing restoration by cochlear implant in single-sided deafness. *Audiol Neurotol*, 2024; 29(3): 228–38; <https://doi.org/10.1159/000535650>.
23. Marx M, Mosnier I, Vincent C, Bonne N, Bakhos D, Lescanne E i wsp. Treatment choice in single-sided deafness and asymmetric hearing loss: a prospective, multicentre cohort study on 155 patients. *Clin Otolaryngol*, 2021; 46(4): 736–43; <https://doi.org/10.1111/coa.13672>.
24. 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); <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000000951>.
25. Van Heteren JAA, Van Oorschot HD, Wendrich AW, Peters JPM, Rhebergen KS, Grolman W i wsp. Sound localization in single-sided deafness: outcomes of a randomized controlled trial on the comparison between cochlear implantation, bone conduction devices, and contralateral routing of signals hearing aids. *Trends Hear*, 2024; 28: 23312165241287092; <https://doi.org/10.1177/23312165241287092>.
26. Pantaleo A, Murri A, Cavallaro G, Pontillo V, Auricchio D, Quaranta N. Single-sided deafness and hearing rehabilitation modalities: contralateral routing of signal devices, bone conduction devices, and cochlear implants. *Brain Sci*, 2024; 14(1): 99; <https://doi.org/10.3390/brainsci14010099>.
27. Kılıç S, Tuz D, Gürses E. Longitudinal evaluation of listening effort and speech perception in noise in CROS and BiCROS hearing aid users with single-sided deafness. *Laryngoscope Investig Otolaryngol*, 2025; 10(4): e70166; <https://doi.org/10.1002/lio2.70166>.
28. 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>.
29. Peters, JPM, Smit, AL, Stegeman I, Grolman W. Review: bone conduction devices and contralateral routing of sound systems in single-sided deafness. *Laryngoscope*, 2015; 125(1): 218–26; <https://doi.org/10.1002/lary.24865>.
30. Skarżyński PH, Ratuszniak A, Obyrcka A, Lorens A, Skarżyński H. The Ponto Bone-Anchored Hearing System: benefits following radical mastoidectomy. *Med Sci Monit*, 2025; 31: e946944; <https://doi.org/10.12659/MSM.946944>.
31. Koro E, Wales J, Werner M. Bone conduction implants and active middle ear implants for adults. *Sci Prog*, 2025; 108(1): 00368504251328010; <https://doi.org/10.1177/00368504251328010>.
32. Luo Q, Shen Y, Chen T, Zheng Z, Shi H, Feng Y i wsp. Effects of SoundBite bone conduction hearing aids on speech recognition and quality of life in patients with single-sided deafness. *Neural Plast*, 2020; 2020: 1–8; <https://doi.org/10.1155/2020/4106949>.
33. Cywka KB, Skarzynski PH, Krol B, Hatzopoulos S, Skarzynski H. Evaluation of the Bonebridge BCI 602 active bone conductive implant in adults: efficacy and stability of audiological, surgical, and functional outcomes. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2022; 279(7): 3525–34; <https://doi.org/10.1007/s00405-022-07265-2>.
34. Oticon Medical. Sentio Candidacy Guide, 2024; https://p3.aprimocdn.net/dgs/53366f7e-68f0-4f45-b3ce-b19200d9743a/275119pl_GUIDE_Sentio%20Candidacy%20Guide_Version%20B_2024.07_Original%20file.pdf [dostęp: 23.02.2026].
35. Ozimek E, Warzybok A, Kutzner D. Polish sentence matrix test for speech intelligibility measurement in noise. *Int J Audiol*, 2010; 49(6): 444–54; <https://doi.org/10.3109/14992021003681030>.
36. Sworek K, Furmann A, Hojan E, Hojan-Jezińska D. The Polish version of the APHAB method for young people. *Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA)*, 2002; 28: 60–61.
37. Cox RM, Alexander G C. The abbreviated profile of hearing aid benefit. *Ear Hear*, 1995; 16(2): 176–86; <https://doi.org/10.1097/00003446-199504000-00005>.
38. Löhler J, Gräbner F, Wollenberg B, Schlattmann P, Schönweiler R. Sensitivity and specificity of the abbreviated profile of hearing aid benefit (APHAB). *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2017; 274(10): 3593–8. <https://doi.org/10.1007/s00405-017-4680-y>.
39. Piłka E. Speech tests available and used in Poland as part of speech audiometry – historical outline. *Now Audiofonol*, 2020; 4(4): 67–74; <https://doi.org/10.17431/895188>.
40. Hol MKS, Aukema TW, Ubbink SWJ, Lindholm D, Holmberg M, Arndt S i wsp. A prospective, multicenter clinical investigation on the safety and performance of a new active transcutaneous bone-anchored implant system. *Otol Neurotol*, 2026; 47(2): 287–96. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000004706>.
41. Piecuch AK, Cywka KB, Skarżyński PH, Skarżyński H. Management of unilateral hearing loss in a 14-year-old with internal auditory canal duplication using a Bonebridge bone conduction implant. *Am J Case Rep*, 2025; 26: e947791; <https://doi.org/10.12659/AJCR.947791>.
42. Huber AM, Strauchmann B, Caversaccio MD, Wimmer W, Linder T, De Min N i wsp. Multicenter results with an active transcutaneous bone conduction implant in patients with single-sided deafness. *Otol Neurotol*, 2022; 43(2): 227–35; <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000003418>.
43. Ratuszniak A, Skarzynski PH, Gos E, Skarzynski H. Self-rated benefits of auditory performance after Bonebridge implantation in patients with conductive or mixed hearing loss, or single-sided deafness. *Life*, 2022; 12(2): 137; <https://doi.org/10.3390/life12020137>.

44. Willenborg K, Avallone E, Maier H, Lenarz T, Busch S. A new active osseointegrated implant system in patients with single-sided deafness. *Audiol Neurotol*, 2022; 27(1): 83–92; <https://doi.org/10.1159/000515489>.
45. Van Heteren JAA, Wendrich AW, Peters JPM, Grolman W, Stokroos RJ, Smit A. Speech perception in noise after cochlear implantation for single-sided deafness: a randomized clinical trial. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*, 2025; 151(3): 211–9; <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2024.4760>.
46. Astefanei O, Martu C, Cozma S, Radulescu L. Cochlear and bone conduction implants in asymmetric hearing loss and single-sided deafness: effects on localization, speech in noise, and quality of life. *Audiol Res*, 2025; 15(3): 49; <https://doi.org/10.3390/audiolres15030049>.
47. Wesarg T, Kuntz I, Jung L, Wiebe K, Schatzer R, Brill S i wsp. Masked speech perception with bone conduction device, contralateral routing of signals hearing aid, and cochlear implant use in adults with single-sided deafness: a prospective hearing device comparison using a unified testing framework. *Audiol Neurotol*, 2024; 29(4): 271–89; <https://doi.org/10.1159/000535383>.

Dr n. med. i n. o zdr. Katarzyna B. Cywka, email: k.cywka@ifps.org.pl •  0000-0003-1224-1074

Prof. dr hab. n. med. i n. o zdr. mgr zarz. Piotr H. Skarżyński, email: p.skarzynski@inz.waw.pl •  0000-0002-4978-1915

Mgr Monika Bączyk, email: m.baczyk@ifps.org.pl •  0009-0009-3575-6733

Prof. dr hab. med. dr h.c. multi Henryk Skarżyński, email: h.skarzynski@ifps.org.pl •  0000-0001-7141-9851