

Przesłano do redakcji:
06.04.2024
Zaakceptowano po recenzji:
22.03.2025
Opublikowano:
11.08.2025

Zastosowanie aparatu słuchowego, a następnie implantu na przewodnictwo kostne u dziecka z anocją – opis przypadku

Use of a bone conduction hearing aid followed by a bone conduction implant in a child with anotia – case study

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

Natalia Imiołek^{1C-F} , Katarzyna B. Cywka^{2AB} , Piotr H. Skarżyński^{3,4AG} 

¹ Warszawski Uniwersytet Medyczny, Wydział Lekarsko-Stomatologiczny, Warszawa

² Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Światowe Centrum Słuchu, Klinika Oto-Ryńko-Laryngochirurgii, Warszawa/Kajetany

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

⁴ Instytut Narządów Zmysłów, Kajetany

Streszczenie

Wprowadzenie: Implanty oraz aparaty na przewodnictwo kostne są stosowane u pacjentów z niedosłuchem typu przewodzeniowego oraz mieszanego, a także z jednostronną głuchotą. Ten rodzaj urządzeń wzmacniających dźwięk ma swoje zastosowanie w przypadku wad wrodzonych ucha zewnętrznego i środkowego, kiedy to brak lub zarośnięcie przewodu słuchowego zewnętrznego oraz zmienione warunki anatomiczne ucha środkowego stanowią duże ograniczenie w wyborze metody leczenia niedosłuchu. Anocja jest jedną z takich wad, w których zastosowanie klasycznych aparatów na przewodnictwo powietrzne nie jest możliwe ze względu na całkowity brak małżowiny usznej. Proponowanym w takich przypadkach rozwiązaniem jest aparat lub u pacjentów powyżej 5 roku życia implant na przewodnictwo kostne. Mechanizm działania tych urządzeń polega na odbiorze dźwięków z otoczenia, które następnie przekształcane są w wibracje i przekazywane przez kości czaszki bezpośrednio do ucha wewnętrznego. Celem pracy jest ocena skuteczności u dziecka z anocją aparatów i implantów słuchowych wykorzystujących kostne przewodnictwo dźwięku.

Opis przypadku: U 10-letniej pacjentki przeprowadzono analizę audiologiczną w kierunku zastosowania urządzeń wspomagających słyszenie; obejmowała ona: audiometrię tonalną i słowną bez aparatów słuchowych oraz audiometrię tonalną i słowną w wolnym polu w aparacie kostnym. Symulacje pracy implantów kostnych dokonano przy użyciu aparatu kostnego na opasce. Po przeprowadzeniu pełnej diagnostyki, na podstawie otrzymanych wyników dziecko zostało zaopatrzone w aktywny implant na przewodnictwo kostne (Bonebridge). W celu określenia korzyści słuchowych po zastosowaniu tego implantu przeprowadzono badanie audiometrii tonalnej i audiometrii słownej w wolnym polu akustycznym. Następnie porównano wyniki przed i po zastosowaniu urządzenia wspomagającego słyszenie dla takich samych poziomów natężeń.

Wnioski: Przedstawione wyniki wskazują na efektywność zastosowanej metody, potwierdzają korzyści w codziennym funkcjonowaniu oraz brak powikłań związanych z urządzeniem wszczepialnym. Urządzenia wykorzystujące kostne przewodnictwo dźwięku są skuteczną metodą poprawy słyszenia i rozumienia mowy u pacjentów z wadami w obrębie ucha zewnętrznego i środkowego.

Słowa kluczowe: przewodnictwo kostne • aparaty słuchowe na przewodnictwo kostne • implanty na przewodnictwo kostne • Bonebridge • anocja • wady wrodzone ucha • mieszany ubytek słuchu

Autor korespondencyjny: Natalia Imiołek, Wydział Lekarsko-Stomatologiczny, Warszawski Uniwersytet Medyczny, ul. Żwirki i Wigury 61, 02-091 Warszawa; email: natalia.imiolek13@gmail.com

Abstract

Introduction: Implants and devices for bone conduction are used in patients with conductive and mixed hearing loss, as well as single-sided deafness. This type of sound amplification is applicable in cases of congenital abnormalities of the external and middle ear, where the absence or fusion of the external ear canal and altered anatomical conditions of the middle ear pose significant limitations in the choice of hearing loss treatment. Anotia is one of such abnormalities where the use of traditional air-conduction hearing aids is not possible due to the complete absence of the external ear. A proposed solution in such cases may involve the use of a bone conduction hearing aid or, in patients above the age of 5, a bone conduction implant. The mechanism of action of these devices involves capturing sounds from the environment, which are then transformed into vibrations and transmitted through the skull bones directly to the inner ear. The purpose of this study is to evaluate the effectiveness of hearing aids and implants using bone conduction in a child with anotia.

Case report: An audiological analysis was conducted on a 10-year-old patient to study the effectiveness of bone conduction devices. The analysis included audiological tests conducted without and with the fitted devices. Implant simulations for bone conduction were performed with bone conduction hearing aid on a softband. After completion of the comprehensive diagnostics and based on the results, the child was implanted with an active bone conduction implant (Bonebridge). To determine the hearing benefits after the application the implant, a study of pure-tone audiometry and speech audiometry in a free-field acoustic environment was conducted. Subsequently, the results before and after using the hearing assistive device were compared for the same intensity levels.

Conclusions: The results presented, indicate the effectiveness of the method used, confirm the benefits in daily functioning and the lack of complications associated with the implantable device. Devices using bone conduction of sound are an effective method for improving hearing and speech understanding in patients with defects in the external and middle ear.

Keywords: bone conduction hearing • bone conduction hearing aids • bone conduction implants • Bonebridge • anotia • congenital ear defects • mixed hearing loss

Wprowadzenie

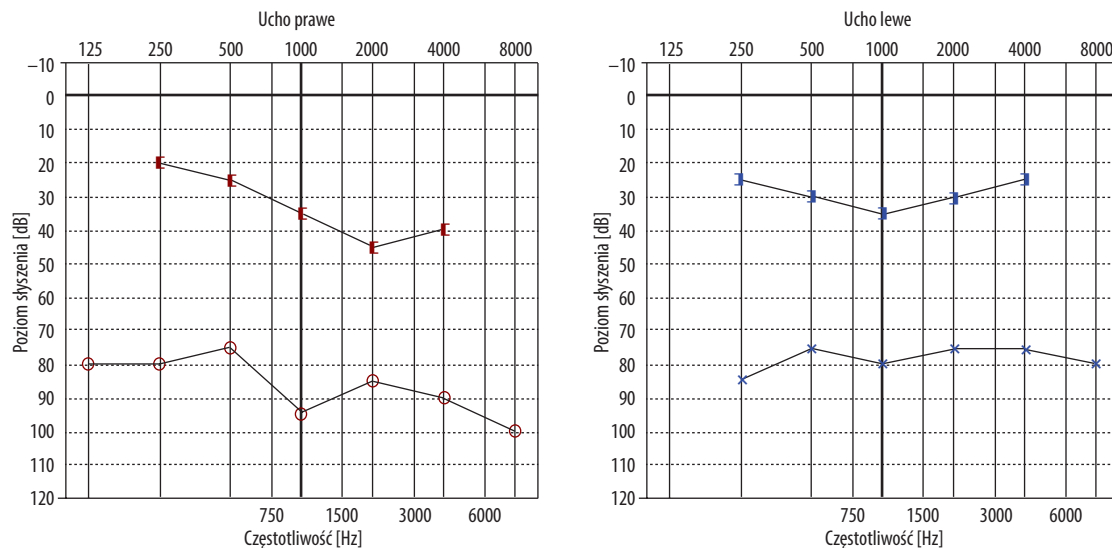
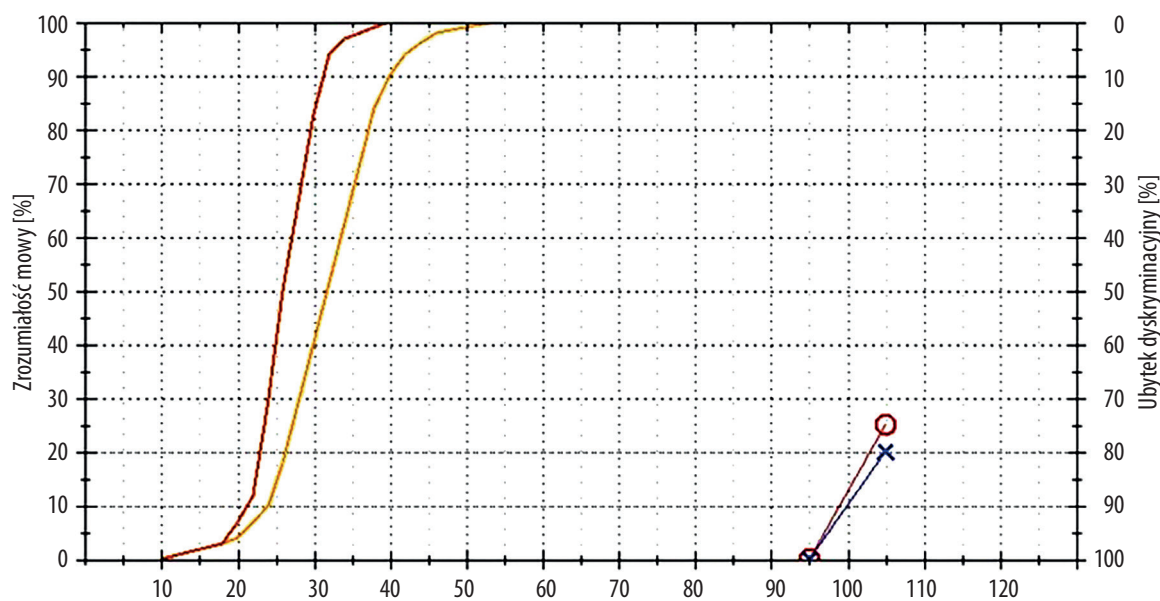
Aparaty i implanty wykorzystujące kostne przewodnictwo dźwięku znajdują zastosowanie w przypadku pacjentów z przewodzeniowym i mieszanym rodzajem niedosłuchu oraz nagłą głuchotą [1,2]. Istnieje wiele przyczyn powodujących niedosłuch przewodzeniowy – zaliczamy do nich wady w obrębie ucha zewnętrznego i środkowego. Jedną z takich wad jest anocja, która stanowi najbardziej skrajny przypadek mikrocji i charakteryzuje się brakiem małżowiny usznej, płatką oraz przewodu słuchowego [3,4]. Anocja może występować obustronnie, jednak u 77–93% osób nią dotkniętych jest jednostronna i tworzy wyraźną asymetrię [5]. Może być spowodowana urazami naczyniowymi lub różnymi lekami przyjmowanymi podczas rozwoju embriologicznego [4,5]. Pacjenci z jednostronną wadą słuchu mają problemy z rozumieniem mowy w hałasie oraz z lokalizacją źródła dźwięku. Dzieci z nieleczonym jednostronnym ubytkiem słuchu mogą mieć opóźniony rozwój mowy i języka, a także zaburzoną koncentrację uwagi [5,6]. W przypadku pacjenta z anocją nie ma możliwości zastosowania klasycznego aparatu wykorzystującego powietrzne przewodnictwo dźwięku. Brak małżowiny usznej uniemożliwia mocowanie aparatu słuchowego. U małych dzieci z anocją ze względu na wiek pierwszym wyborem umożliwiającym poprawę słyszenia jest aparat słuchowy wykorzystujący kostne przewodnictwo dźwięków. W grupie najmłodszych pacjentów aparat kostny mocowany jest na elastycznej opasce. U dzieci starszych, powyżej 5 roku życia, można rozpocząć kwalifikację do zastosowania urządzeń wszczepialnych – implantów słuchowych [2,7]. W przypadku dzieci najważniejsza jest szybka i skuteczna diagnoza rozpoczynająca proces rehabilitacji. Najistotniejszym elementem podczas doboru aparatów słuchowych jest ich odpowiednie dopasowanie oraz ocena skuteczności. Dzieci nie zakomunikują, że aparat nie przynosi pożądanych efektów, a więc bardzo ważne jest dokładne monitorowanie pacjenta [7,8]. Celem pracy jest ocena skuteczności aparatów i implantów wykorzystujących kostne przewodnictwo dźwięku u dziecka z anocją.

Opis przypadku

Praca stanowi opis przypadku 10-letniej pacjentki Instytutu Fizjologii i Patologii Słuchu (IFPS) z obustronnym niedosłuchem mieszanym oraz obustronną ciężką malformacją uszu wewnętrznych. W uchu prawym zdiagnozowano mikrocję z atrezią przewodu słuchowego zewnętrznego, po stronie lewej – całkowity brak małżowiny usznej (anocję). Ze względu na warunki anatomiczne nie udało się przeprowadzić po urodzeniu przesiewowych badań słuchu (u dziecka występuje mikrocja z atrezią ucha prawego oraz anocja ucha lewego). Od 6 miesiąca życia pacjentka korzystała z aparatu kostnego na opasce na ucho prawym, a po kolejnych 6 miesiącach życia została zaopatrzona również w aparat kostny na ucho lewe. Przed zaopatrzeniem dziecka w aparaty słuchowe rodzice w życiu codziennym nie obserwowali u niego reakcji na bodźce dźwiękowe, co zmieniło się po dopasowaniu dziewczynce kostnych protez słuchowych. Pacjentka odczuwała dyskomfort związany z noszeniem opaski oraz ograniczone korzyści w rozumieniu mowy, szczególnie w hałasie.

Podczas diagnostyki w kierunku zastosowania urządzeń wspomagających słyszenie przeprowadzono u pacjentki analizę audiologiczną, która obejmowała: audiometrię tonalną i słowną bez aparatów słuchowych oraz audiometrię tonalną i słowną w wolnym polu w aparacie kostnym. Symulację pracy implantów kostnych przeprowadzono z wykorzystaniem aparatu kostnego na opasce. Po przeprowadzeniu pełnej diagnostyki, na podstawie otrzymanych wyników dziecko zostało zaopatrzone w aktywny implant na przewodnictwo kostne – Bonebridge – po stronie lewej; aktywacja nastąpiła po 5 tygodniach. Korzyści po implantacji oceniono po sześciu miesiącach od aktywacji urządzenia.

Rodzice dziecka rozważają rekonstrukcję małżowiny usznej po stronie prawej, z tego względu diagnostyka w kierunku zastosowania urządzeń wszczepialnych dotyczyła ucha lewego. Przedstawione informacje opierają się na danych zgromadzonych w historii choroby pacjentki.

**Rycina 1.** Wyniki audiometrii tonalnej [opracowanie własne]**Figure 1.** Results of pure-tone audiometry [author's own work]**Rycina 2.** Wynik badania audiometrii słownej [opracowanie własne]**Figure 2.** Result of speech audiometry test [author's own work]

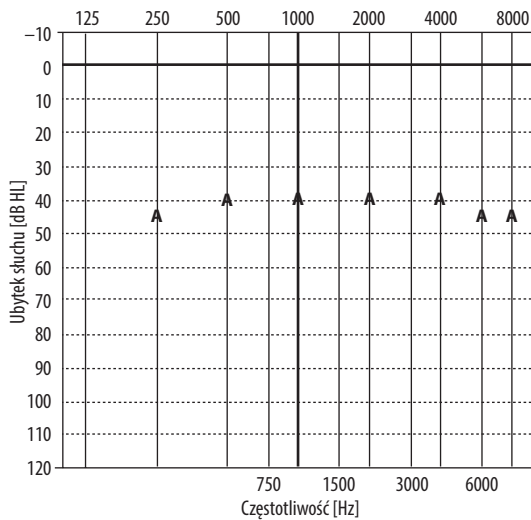
Wyniki

Przed zastosowaniem urządzeń na przewodnictwo kostne przeprowadzono u pacjentki szczegółową diagnostykę audiologiczną. Wyniki badania audiometrii tonalnej (**rycina 1**) wykazały obustronny niedosłuch mieszany.

U pacjentki wykonano także audiometrię słowną (**rycina 2**), której wynik prawidłowo zidentyfikowanych słów jednosylabowych dla poziomu natężenia dźwięku równego 70 dB, dla obojga uszu wynosił 0%.

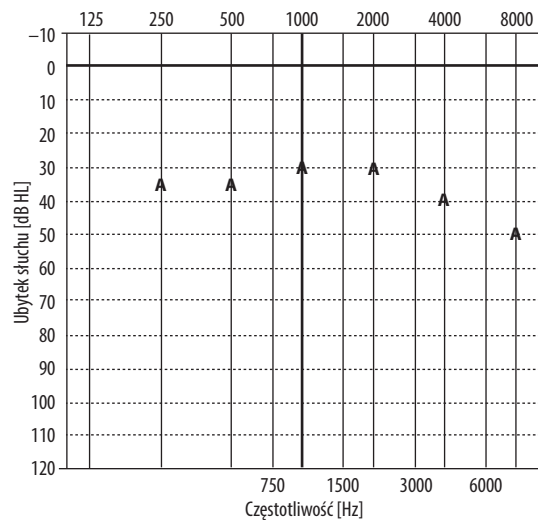
Ocena korzyści po zastosowaniu kostnych aparatów i implantów słuchowych

Na podstawie przeprowadzonych badań pacjentka została poddana symulacji polegającej na przeprowadzeniu badania z aparatem kostnym na opasce, z którego korzystała od dzieciństwa. Wyniki audiometrii tonalnej w wolnym polu z aparatem kostnym na opasce na uchu lewym przedstawia **rycina 3**.



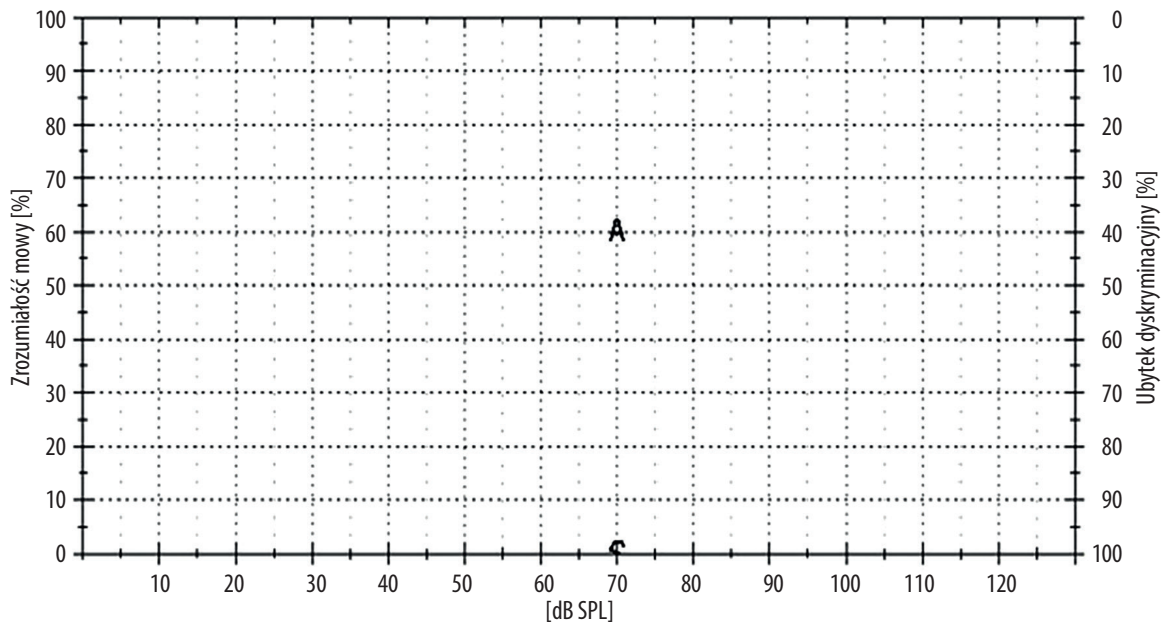
Rycina 3. Audiometria tonalna w wolnym polu. A – z aparatem kostnym na opasce UL [opracowanie własne]

Figure 3. Pure-tone audiometry in free field. A – with a headband-mounted bone conduction device on the left ear [author's own work]



Rycina 5. Audiometria tonalna w wolnym polu. A – z implantem Bonebridge UL [opracowanie własne]

Figure 5. Pure-tone audiometry in free field. A – with the Bonebridge implant on the left ear [author's own work]



Rycina 4. Audiometria słowna w wolnym polu słuchowym. A – w aparacie kostnym na opasce UL, S – bez urządzeń [opracowanie własne]

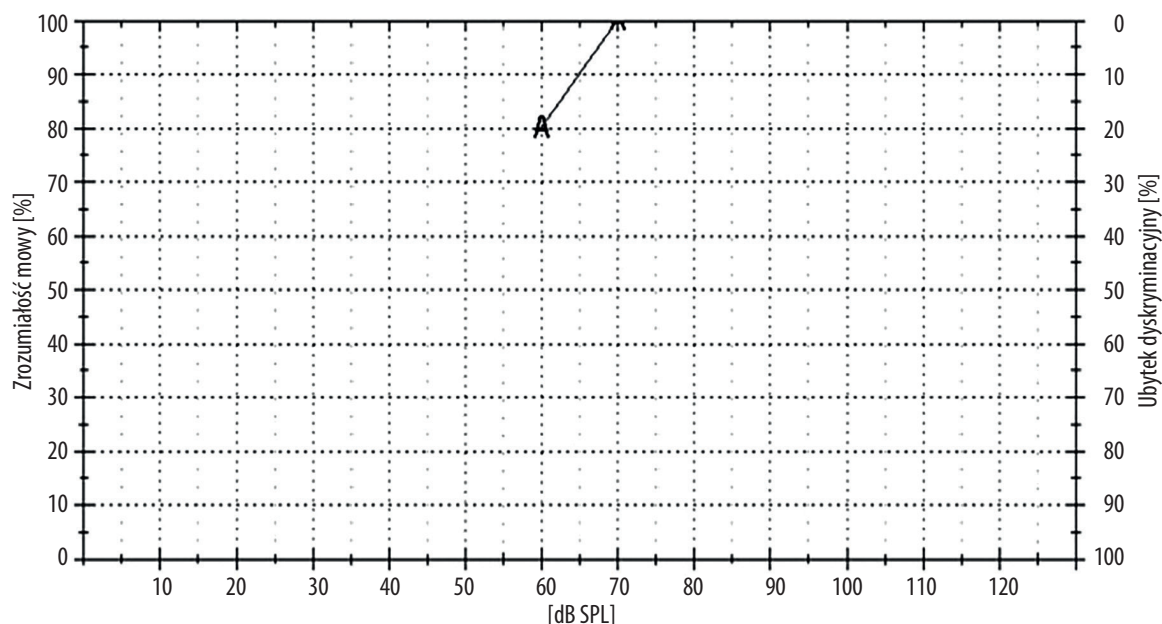
Figure 4. Speech audiometry in free acoustic field. A – with bone conduction hearing aid on a softband on the left ear, S – without any devices [author's own work]

Wyniki audiometrii słownej w aparacie kostnym na opasce (rycina 4) wykazują poprawę rozumienia mowy o 60% dla ucha lewego dla natężenia dźwięku 70 dB.

Po dokonaniu oceny korzyści z zastosowania aparatu na przewodnictwo kostne pacjenta została zakwalifikowana do wszczepienia implantu na przewodnictwo kostne

Bonebridge. Aktywacja nastąpiła po 5 tygodniach od wszczepienia, natomiast ocena korzyści po 6 miesiącach od wszczepienia. Rycina 5 przedstawia wyniki audiometrii tonalnej w wolnym polu.

Wyniki audiometrii słownej w wolnym polu (rycina 6) wskazują na poprawę rozumienia mowy o 100%



Rycina 6. Audiometria słowna w wolnym polu. A – z implantem Bonebridge UL [opracowanie własne]

Figure 6. Speech audiometry in a free-field setting. A – with the Bonebridge implant on the left ear [author's own work]

w porównaniu do wyniku sprzed zastosowania urządzeń na przewodnictwo kostne oraz o 30% w porównaniu do wyników z zastosowaniem aparatu kostnego.

Dyskusja

Dane literaturowe wskazują, że urządzenia na przewodnictwo kostne są stosowane w leczeniu niedosłuchu u pacjentów z wadami wrodzonymi ucha zewnętrznego lub/i ucha środkowego. Konsensus Polskiego Towarzystwa Otolaryngologów Chirurgów Głowy i Szyi z 2011 roku informuje, że systemy implantów zakotwiczonych w kości są zarówno sprawdzoną, jak i skuteczną metodą leczenia pacjentów cierpiących na głuchotę jednostronną oraz niedosłuch typu przewodzeniowego lub mieszanego [2]. Urządzenia te nie powinny być jednak stosowane jako opcja zamienna do tradycyjnych aparatów na przewodnictwo powietrzne, lecz jako skuteczna metoda leczenia pacjentów z konkretnymi wskazaniami, takimi jak mikrocja lub anocja. Zastosowanie klasycznego aparatu słuchowego w tych przypadkach nie jest możliwe [2,10].

Szacuje się, że wady ucha zewnętrznego występują u około 5% ludzi, w tym znaczący odsetek stanowią łagodne deformacje małżowiny usznej, natomiast poważne zniekształcenia dotyczą 1 na 10–20 tys. urodzeń [11]. Klasyczne operacje rekonstrukcji często nie dają możliwości poprawy słuchu i konieczne jest zaopatrzenie pacjenta w aparaty na przewodnictwo kostne, z których można korzystać już od najmłodszych lat. Z wiekiem jednak pacjenci odczuwają dyskomfort związany z uciskiem na wyrostek sutkowaty i bólami głowy, a także przeszkadzają im względy estetyczne związane z opaską, którą trzeba nosić na głowie [11,12].

Kulasegarah i wsp. [13] przeprowadzili retrospektywną analizę wykresów sekwencyjnych pacjentów z mikrocją i atreją w wieku od 5 do 15 lat, którzy otrzymali implant Bonebridge w Szpitalu Dziecięcym między wrześniem 2014 a lutym 2017 roku. Pomiary audiologiczne przeprowadzono przed wszczepieniem urządzenia oraz w celu oceny korzyści te same pomiary wykonano także po zabiegu operacyjnym. Średnia poprawa poziomu progu odbioru mowy wynosiła 39,8 dB HL, natomiast średnie progi przewodnictwa powietrznego w audiometrii tonalnej przed operacją wynosiły 61,1 dB HL, a po implantacji – 25,5 dB HL.

Ratuszniak i wsp. przeprowadzili analizę danych uzyskanych w trakcie rutynowej praktyki klinicznej. Przeanalizowali dane 11 pacjentów pediatrycznych, w wieku 10–17 lat, którym wszczepiono jednostronnie implant Bonebridge w Światowym Centrum Słuchu IFPS w latach 2014–2016. Skuteczność tego zabiegu oceniono, porównując progi przewodnictwa kostnego uzyskane za pomocą audiometrii tonalnej wykonanej przed zabiegiem i po nim – średnia wartość przewodnictwa kostnego wynosiła odpowiednio 16,82 dB HL i 16,57 dB HL. Wyniki audiometrii w wolnym polu wykazały istotną poprawę wrażliwości słuchu po zastosowaniu systemu Bonebridge – średni przyrost wzmocnienia funkcjonalnego po miesiącu od wszczepienia wynosił 28 dB, natomiast po 12 miesiącach – 30 dB. Uzyskane w badaniu audiometrii słownej w wolnym polu średnie wyniki rozpoznawania słów bez wspomagania 12 miesięcy po aktywacji wynosiły 26,88% dla 70 dB, a wyniki badania w implancie wzrosły do 76,25% [14].

Wyniki przedstawione w wyżej wymienionych artykułach są porównywalne z wynikami otrzymanymi w niniejszej pracy. Aktywny implant na przewodnictwo kostne

Bonebridge jest skuteczną metodą poprawy słuchu i rozumienia mowy u pacjentki z mieszanym niedosłuchem wynikającym z wrodzonej wady ucha zewnętrznego, jaką jest anocja.

Wnioski

Urządzenia na przewodnictwo kostne są bezpieczną i skuteczną metodą leczenia dzieci z anocją, z niedosłuchem typu mieszanego. Aparat na opasce na przewodnictwo kostne poprawia odbiór i słyszenie dźwięków, jednak rozumienie mowy nie jest wystarczające. Pacjentka nie była chętna do korzystania z urządzenia ze względu na dyskomfort spowodowany bolesnym uciskiem urządzenia

na wyrostek sutkowaty. Dużo lepszym rozwiązaniem okazał się wszczepialny implant kostny Bonebridge, który znacząco poprawił rozumienie mowy u pacjentki oraz wyeliminował odczuwany dyskomfort. Przedstawione wyniki, które zostały uzyskane w niniejszym studium przypadku, wskazują na efektywność zastosowanej metody, potwierdzają korzyści w codziennym funkcjonowaniu oraz brak powikłań związanych z operacją.

Finansowanie

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

Piśmiennictwo

1. Maier H, Lenarz T, Agha-Mir-Salim P, Agterberg JH, Anagnostos A, Arndt S i wsp. Consensus Statement on Bone Conduction Devices and Active Middle Ear Implants in Conductive and Mixed Hearing Loss. *Otol Neurotol*, 2022; 43(5): 513–29; <https://doi.org/10.1097/mao.0000000000003491>.
2. Skarżyński H, Włodarczyk E, Kutyla J, Stawowski B, Bartosik J, Ratuszniak A i wsp. Leczenie zaburzeń słuchu za pomocą wszczepialnych implantów słuchowych (na przewodnictwo kostne, ucha środkowego) – potrzeby, dostępność w różnych regionach Polski. *Now Audiofonol*, 2019, 8(3): 9–18; <https://doi.org/10.17431/1003303>.
3. Luquetti DV, Leoncini W, Mastroiacovo P. Microtia-anotia: a global review of prevalence rates. *Birth Defects Res A Clin Mol Teratol*, 2011; 91(9): 813–22; <https://doi.org/10.1002/bdra.20836>.
4. Andrews J, Hohman MH. *PubMed. Ear Microtia*. [Online] 2022 [dostęp: 6.02.2023]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33085390/>.
5. Luquetti DV, Heike CL, Hing AV, Cunningham ML, Cox TC. Microtia: epidemiology and genetics. *Am J Med Genet A*, 2012; 158(1): 124–39; <https://doi.org/10.1002/ajmg.a.34352>.
6. Wetke R. Ensidig hørenedsættelse hos børn. *Ugeskr Laeger*, 2018; 180(14): V05170413 [artykuł w języku duńskim].
7. Cywka KB, Król B, Skarżyński PH. Effectiveness of bone conduction hearing aids in young children with congenital aural atresia and microtia. *Med Sci Monit*, 2021; 27: e933915; <https://doi.org/10.12659/MSM.933915>.
8. Furmann A, Mrugalska-Handke K. Dopasowanie aparatów słuchowych u niemowląt i dzieci. W: *Protetyka słuchu*. Hojan E (red.). Poznań: Wydawnictwo Naukowe UAM; 2017, 655–76.
9. Skarżyński H, Hojan E, Wiskirska-Woźnica B i wsp. Wytyczne w zakresie doboru aparatów słuchowych u dzieci w wieku 0–4 roku życia. 2011.
10. Crowson MG, Tucci DL. Mini review of the cost-effectiveness of unilateral osseointegrated implants in adults: possibly cost-effective for the correct indication. *Audiol Neurotol*, 2016; 21(2): 69–71; <https://doi.org/10.1159/000443629>.
11. Skarżyński H, Osińska K, Kwasiuk M, Skarżyński PH. Zastosowania systemu Vibrant Soundbridge w obustronnej wadzie wrodzonej ucha środkowego i zewnętrznego u dziecka. *Now Audiofonol*, 2018; 7(2): 49–58; <https://doi.org/10.17431/1002751>.
12. Ratuszniak A, Mrówka M, Skarżyński PH, Skarżyński H. Urządzenia wszczepialne na przewodnictwo kostne – zasada działania oraz wskazania. *Now Audiofonol*, 2018; 6(3): 29–34; <https://doi.org/10.17431/1002721>.
13. Kulasegarah J, Burgess H, Neeff M, Brown CRS. Comparing audiological outcomes between the Bonebridge and bone conduction hearing aid on a hard test band: our experience in children with atresia and microtia. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2018; 107: 176–82; <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2018.01.032>.
14. Ratuszniak A, Skarzynski PH, Gos E, Skarżyński H. The Bonebridge implant in older children and adolescents with mixed or conductive hearing loss: audiological outcomes. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2019; 118: 97–102; <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2018.12.026>.

Mgr Natalia Imiołek, email: natalia.imiolek13@gmail.com •  0009-0001-9044-8604

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