

Wszczepienie implantu Bonebridge po obliteracji jamy wyrostka materiałem Bonalive – opis przypadku

Bonebridge implantation after bioactive glass Bonalive mastoid obliteration – case report

Bartłomiej Król^{1ABCDEF}, Katarzyna B. Cywka^{1CDEF}, Henryk Skarżyński^{1CDEF},
Marek Porowski^{1BE}, Piotr H. Skarżyński^{1,2,3ABCDEF}

Wkład autorów:

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

¹ Instytutu Fizjologii i Patologii Słuchu, Światowe Centrum Słuchu, Kajetany

² Warszawski Uniwersytet Medyczny, II Wydział Lekarski, Zakład Niewydolności Serca i Rehabilitacji Kardiologicznej, Warszawa

³ Instytut Narządów Zmysłów, Kajetany

Streszczenie

Pacjenci z przewlekłym perlakowym zapaleniem ucha środkowego, po przebytej operacji radykalnej zmodyfikowanej często mają współtowarzyszące nawracające stany zapalne ucha środkowego oraz niedosłuch. Obliteracja jamy wyrostka szkłem bioaktywnym staje się coraz popularniejszą metodą leczenia, pozwalającą wyeliminować część problemów wynikających z wytworzonej jamy pooperacyjnej. W miarę możliwości można, równoległe lub sekwencyjnie, podjąć próby klasycznej rekonstrukcji błony i kosteczek słuchowych, a w sytuacji braku poprawy słuchu – rozważyć zastosowanie aparatów słuchowych lub urządzeń wszczepialnych. W przypadku aparatowania słuchu odbudowa tylnej ściany przewodu słuchowego jest niezwykle korzystnym zabiegiem, a jeśli ma nastąpić wszczepienie implantu Bonebridge – niemal koniecznym. Niniejsze opracowanie przedstawia opis przypadku wszczepienia systemu Bonebridge po wcześniejszej obliteracji jamy wyrostka materiałem Bonalive (szkłem bioaktywnym) u pacjenta po operacji radykalnej.

Słowa kluczowe: szkło bioaktywne • przewodnictwo kostne • operacja radykalna zmodyfikowana • niedosłuch • perlak

Abstract

Patients with chronic otitis media with cholesteatoma, after radical modified surgery, often have associated recurrent otitis media and hearing loss. Obliteration of the mastoid cavity with bioactive glass is becoming a popular method of treatment, allowing to eliminate most of the problems with postoperative cavity. Whenever possible, one can attempt to perform a reconstruction of the tympanic membrane and the ossicles in classical or sequential order, and in the absence of hearing improvement, consider using hearing aids or implantable devices. In the case of hearing aids, reconstruction of the posterior wall of the auditory canal is an extremely beneficial procedure, in case of Bonebridge implantation – it is almost necessary. This study presents a case of implantation of the Bonebridge system after mastoid obliteration with Bonebridge material (bioactive glass) in a patient after radical surgery.

Key words: bioactive glass • bone conduction • modified radical surgery • hearing loss • cholesteatoma

Wstęp

Pacjenci z przewlekłym perlakowym zapaleniem ucha środkowego wymagają leczenia operacyjnego, w zaawansowanych przypadkach wykonuje się operację radykalną zmodyfikowaną [1]. Częstym powikłaniem stanu chorobowego oraz leczenia operacyjnego usuwającego zmiany

patologiczne jest niedosłuch – przewodzeniowy, odbiorczy lub mieszany [2,3]. W przypadku wyczerpania możliwości klasycznej rekonstrukcji aparatu przewodzącego ucha środkowego przy użyciu materiałów własnych czy protezek pasywnych istnieje możliwość zastosowania urządzeń wszczepialnych celem trwałej poprawy słuchu [4,5,6]. W przypadku wszczepów oprócz kryteriów

Adres autora: Bartłomiej Król, Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, ul. Mokra 17, 05-830 Nadarzyn,
e-mail: b.krol@ifps.org.pl

audiologicznych muszą być także spełnione kryteria anatomiczne [7,8].

Implant Bonebridge, z uwagi na spodziewane korzyści słuchowe oraz estetykę, wydaje się urządzeniem optymalnym do kompensacji niedosłuchów przewodzeniowych i części niedosłuchów mieszanych [9,10,11]. W niektórych przypadkach, ze względu na wcześniejszy pooperacyjny ubytek kości, nie ma możliwości bezpiecznego ułożenia implantu Bonebridge. W takiej sytuacji można rozważyć odbudowę tylnej ściany przewodu słuchowego zewnętrznego przy użyciu szkła bioaktywnego Bonalife [12]. Szkło bioaktywne (ang. *bioactive glass*) wydaje się obecnie najlepszym materiałem do rekonstrukcji tylnej ściany przewodu słuchowego i obliteracji jam pooperacyjnych. Od 2004 r. posiada europejską deklarację zgodności CE, a od 2008 – rejestrację w Stanach Zjednoczonych przez FDA. Skład chemiczny substancji: 53% SiO₂, 23% Na₂O, 20% CaO oraz 4% P₂O₅, gwarantuje bezpieczeństwo oraz zachowanie objętości rekonstrukcji w dłuższym okresie czasu [12].

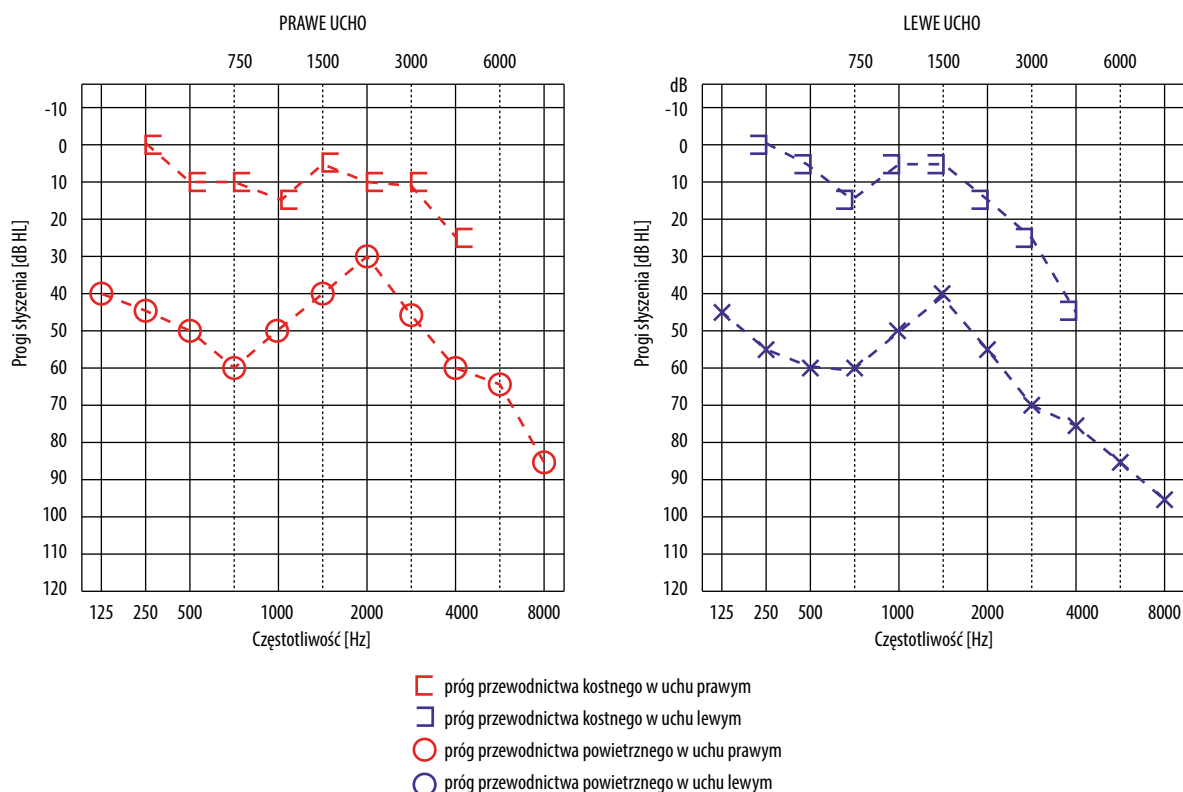
Opis przypadku

Pod opieką poradni Instytutu Fizjologii i Patologii Słuchu jest 41-letni pacjent płci męskiej z przewlekłym perlakowym obustronnym zapaleniem ucha środkowego od dzieciństwa w wywiadzie. Stan po wielokrotnych operacjach obojga uszu (pierwsza w 2001 r.), w tym po operacjach radykalnych zmodyfikowanych oraz rewizjach po operacjach z powodu nawracających wycieków z obojga uszu,

bez poprawy po leczeniu ambulatoryjnym. U pacjenta podejmowano próby operacji rekonstrukcyjnych z użyciem materiałów własnych oraz z użyciem protezki TORP KURZ – z krótkotrwałą poprawą słuchu po zabiegu, na maksymalnie 3 miesiące.

Pacjent odbył diagnostykę w kierunku urządzeń wszczepialnych wykorzystujących kostne przewodnictwo dźwięku, przeprowadzono symulację zastosowania implantu wykorzystującego kostne przewodnictwo dźwięku za pomocą aparatu kostnego na opasce. Uzyskano lepszy wynik symulacji dla ucha lewego. Przeprowadzono badania audiometryczne: audiometrię tonalną w wolnym polu oraz badanie rozumienia mowy w ciszy i w szumie, które wykazały znaczną poprawę słyszenia i rozumienia mowy. Pacjent spełniał kryteria audiologiczne kwalifikujące do zastosowania urządzeń wszczepialnych wykorzystujących kostne przewodnictwo dźwięku (rycina 1). Analiza badania tomografii komputerowej kości skroniowych wykazała brak możliwości wszczęcia implantu Bonebridge z powodu zbyt małej objętości wyrostka sutkowatego. Ośrodek macierzysty nie wykonuje operacji umieszczenia implantu Bonebridge poza wyrostkiem sutkowatym, za zatoką esowatą. Jest to spowodowane ułożeniem implantu na oponach mózgowych, czego chirurdzy starają się unikać, niemniej w niektórych ośrodkach takie rozwiązanie jest stosowane [13].

W celu umożliwienia bezpiecznego zastosowania implantu Bonebridge konieczne było w pierwszej kolejności wykonanie odbudowy tylnej ściany przewodu słuchowego



Rycina 1. Badanie audiometrii tonalnej przed operacją wszczęcia implantu (opr. własne)

Figure 1. Pure-tone audiometry before implantation (own study)

zewnątrznego ucha lewego. Warunkiem bezwzględny był wielomiesięczny brak stanów zapalnych uszu i wycieków. Taki schemat postępowania został zaakceptowany przez Komisję Bioetyczną Instytutu Fizjologii i Patologii Słuchu (nr KB/17/2016 dnia 24 listopada 2016 r.).

Przed kwalifikacją do zabiegu przeprowadzono dokładną ocenę otoskopową jamy pooperacyjnej oraz pobrano kontrolny wymaz – wynik wymazu ujemny. Następnie w znieczuleniu ogólnym wykonano zabieg odbudowy tylnej ściany przewodu słuchowego zewnętrznego ucha lewego. Wykonano cięcie za małżowiną uszną, następnie skoagulowano krwawiące naczynia. Po dotarciu do jamy pooperacyjnej odwarstwiono i podniesiono naskórek wyściełający jamę. Za pomocą frezy diamentowej wygładzono jamę i usunięto resztki naskórka i zmian pozapalnych. Pobrano fragment okostnej oraz chrząstki ze skrawka małżowiny usznej. Założono szwy na skrawek ucha. Za pomocą pobranego i opracowanego materiału odtworzono tylną ścianę przewodu słuchowego zewnętrznego i ustabilizowano klejem tkankowym. Powstałą jamę wypełniono granulatem materiału bioaktywnego Bonalive (ok. 0,8 cm³). Założono szwy podskórne i na skórę, następnie opatrunek zewnętrzny: folię Exmoor, łańcuch watek z antybiotykiem Fluocinolone acetonide z Neomycin sulphate, saszki do przewodu słuchowego zewnętrznego oraz opatrunek zewnętrzny. Po zabiegu pacjent czuł się dobrze, przebywał pod obserwacją, otrzymywał osłonowo Cefazolin 1000 mg dożylnie dwa razy dziennie oraz leki przeciwbólowe. Pacjent został wypisany do domu w stanie ogólnym dobrym, otrzymał antybiotyk – Amoxicillin (875 mg) z Clavulanic acid (125 mg) w tabletkach 1000 mg do stosowania dwa razy dziennie przez 7 kolejnych dni – 14 dawek leku.

Po 7 dniach usunięto opatrunek z ucha oraz szwy z za małżowiny usznej i stwierdzono prawidłowy proces gojenia.

Po 30 dniach po zabiegu pacjent zgłosił się na kontrolę, bez dolegliwości. Stwierdzono: gojenie miejscowo prawidłowe, śladowy wyciek surowiczy i pojedyncze suche naskórki. Miejsce gojenia oczyszczono, następnie pobrano wymaz kontrolny oraz wykonano badania audiometryczne (wynik bez zmian). Badania mikrobiologiczne nie wykazały wzrostu bakterii i grzybów.

Podczas kolejnych wizyt, po 3 i 6 miesiącach, otoskopowo stwierdzano prawidłowe gojenie. Analiza badania progu słyszenia przewodnictwa powietrznego i przewodnictwa kostnego w audiometrii tonalnej wykazała wyniki porównywalne z wynikami przed zabiegiem. Po 6 miesiącach po zabiegu wykonano kontrolną tomografię komputerową kości skroniowych. Wynik tomografii wykazał prawidłowo wygojoną rekonstrukcję Bonalive oraz wystarczające warunki do wszczepienia Bonebridge po stronie lewej.

Następnie planowo i zgodnie z przeprowadzoną diagnostyką dokonano wszczepienia Bonebridge. Wykonano cięcie S za małżowiną uszną lewą, następnie odwarstwiono tkanki podskórne i dotarto do okostnej. Skoagulowano naczynia krwionośne, krwawiące średnio intensywnie. Wykonano otwór w wyrostku odpowiadający wzornikowi w miejscu wcześniejszego wypełnienia materiałem

Bonalive (usunięto go częściowo) – wykonany otwór nie stykał się bezpośrednio ani z oponą, ani z zatoką esowatą. Po wykonaniu otworu w wyrostku sutkowatym i potwierdzeniu właściwego położenia w łożu na przyszły implant przeplukano jamę operacyjną i wykonano dwa otwory przy użyciu odpowiedniego wiertła przez wzornik. Dokonano pomiaru grubości płata skórniego – była prawidłowa. Umieszczono implant typu Bonebridge w wykonanej wcześniej łożu, zagięto część plastyczną implantu o 60 stopni. Implant przymocowano przy użyciu dwóch dedykowanych śrub i dokonano pomiaru ich umocowania. Po sprawdzeniu poprawnego położenia i umocowania implantu założono szwy podskórne i na skórę. Następnie założono opatrunek zewnętrzny: folię Exmoor, łańcuch watek z antybiotykiem Fluocinolone acetonide z Neomycin sulphate, saszki do przewodu słuchowego zewnętrznego oraz opatrunek zewnętrzny. Po zabiegu pacjent nie zgłaszał dolegliwości, przebywał pod obserwacją, otrzymywał osłonowo Cefazolin 1000 mg dożylnie dwa razy dziennie oraz leki przeciwbólowe. Pacjent został wypisany do domu w stanie ogólnym dobrym, otrzymał antybiotyk Amoxicillin (875 mg) z Clavulanic acid (125 mg) w tabletkach 1000 mg do stosowania dwa razy dziennie przez 7 kolejnych dni – 14 dawek leku.

Po 7 dniach usunięto opatrunek z ucha oraz szwy z za małżowiny usznej, stwierdzono prawidłowy proces gojenia.

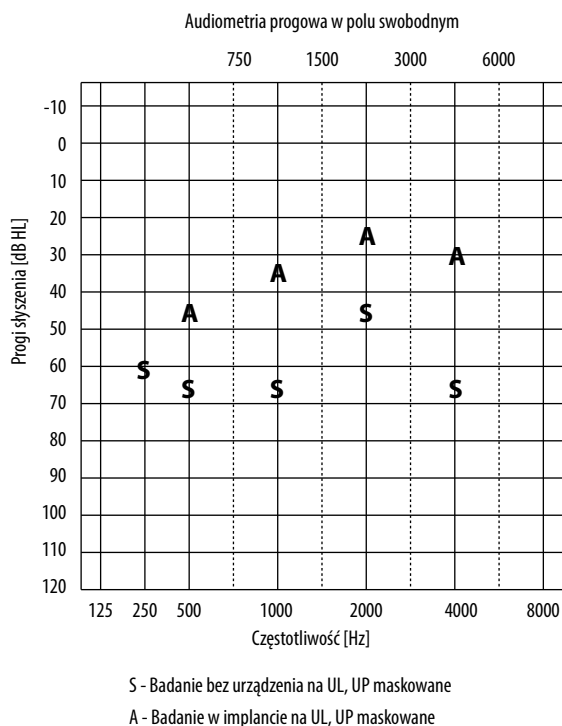
Po 30 dniach wykonano kontrolę otoskopową (była prawidłowa) i badanie tomografii komputerowej kości skroniowej (rycina 2).

Po 5 tygodniach od operacji nastąpiła aktywacja urządzenia oraz dopasowanie ustawień adekwatnie do wyników badań oraz subiektywnej oceny pacjenta. W celu oceny korzyści słuchowych po wszczepieniu implanty Bonebridge przeprowadzono badania audiometryczne: audiometrię tonalną w wolnym polu słuchowym oraz badanie rozumienia mowy w ciszy i w szumie (test zdaniowy Matrix).



Rycina 2. Strzałka wskazuje wygojoną rekonstrukcję materiałem Bonalive po operacji radykalnej zmodyfikowanej ucha lewego

Figure 2. The arrow indicates healed reconstruction with Bonalive after modified radical surgery of the left ear



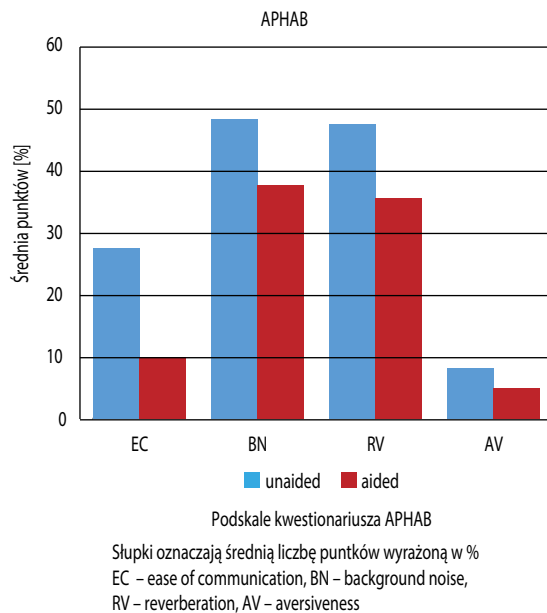
Rycina 3. Badanie audiometrii tonalnej w wolnym polu słuchowym
Figure 3. Free-field pure-tone audiometry

W badaniu audiometrii tonalnej zysk w poziomie detekcji dźwięku dla przewodnictwa powietrznego wyniósł średnio 24 dB (rycina 3).

Zaobserwowano również znaczny wzrost dyskryminacji mowy w obecności szumu (test zdaniowy Matrix), bez urządzenia pacjent uzyskał wynik równy 5,8 dB SNR, natomiast w implancie – 0,7 dB SNR. Celem dokonania oceny korzyści słuchowych pacjenta z użytkowania implantu przeprowadzono również badanie z wykorzystaniem kwestionariusza APHAB (ang. *Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit*) we wszystkich kategoriach kwestionariusza: *Easy of Communication* (EC) – łatwość komunikacji, *Reverberation* (RV) – komunikacja w dużych, pogłosowych pomieszczeniach, *Background Noise* (BN) – szum otoczenia, łatwość komunikacji w hałaśliwym otoczeniu, *Aversiveness* (AV) – nieprzyjemne dźwięki, dyskomfort słuchowy wywołany przez głośne, nagłe dźwięki z otoczenia. Dokonując analizy porównawczej jakości komunikacji z udziałem implantu Bonebridge, zauważa się niższy poziom problemów słuchowych (rycina 4).

Dyskusja

Obliteracja jamy wyrostka od lat jest wyzwaniem w otolaryngologii. Dotychczas, od ponad wieku, wykorzystywano materiał naturalny, autologiczny: wióry kostne, chrząstkę, tłuszcz, płaty mięśniowe, powięzi [14,15,16], jednak tkanki te często miały tendencje do szybkiego kurczenia się i resorpcji [17], co skutkowało brakiem pożądanego efektu, zwłaszcza w przypadku dużych ubytków pooperacyjnych. W literaturze opisano także możliwość zastosowania zmielonych wiórów kostnych [18], ale macierzysty ośrodek



Rycina 4. Porównanie wyników kwestionariusza APHAB bez aparatu (*unaided*) oraz 6 miesięcy po aktywacji procesora (*aided*) mowy ucha lewego

Figure 4. Comparison of APHAB results without a hearing aid (*unaided*) and 6 months after implantation of the left ear (*aided*)

nie wykonuje takich zabiegów. Warto zaznaczyć, że wymagałoby to większej powierzchni odwarstwienia okostnej i pobierania wiórów z pozostałej kości, co nie jest wskazane w przypadku planowanego wszczępienia implantu Bonebridge.

Dostępne opracowania dowodzą bezpieczeństwa i skuteczności obliteracji jamy po operacji radykalnej szkłem bioaktywnym S53P4 [19,20]. Eliminacja objętości jamy lub jej całkowite zamknięcie zmniejsza ryzyko gromadzenia się woszczyzny, naskórków, a co za tym idzie – nawracających stanów zapalnych uszu. Kontrole otoskopowe stanu miejscowego ucha odbywają się zatem rzadziej, pacjent nie musi chronić ucha przed dostępem wody [21]. Zatem przy braku przeciwwskazań ze strony ogólnego stanu zdrowia pacjenta odbudowa tylnej ściany przewodu słuchowego powinna być wykonywana u pacjentów po operacji radykalnej celem podniesienia jakości życia [22].

U pacjentów po operacji radykalnej warunki anatomiczne częściowo ograniczają lub całkowicie eliminują możliwość zastosowania implantu na przewodnictwo kostne Bonebridge. Wynika to z małej rezerwy kostnej dla przetwornika BC-FMT z powodu uprzednio wytworzonej jamy pooperacyjnej. Zabieg odbudowy tylnej ściany przewodu słuchowego zewnętrznego szkłem bioaktywnym Bonaliva umożliwia wytworzenie warunków anatomicznych do implantacji Bonebridge. Po wykonaniu rekonstrukcji Bonaliva należy wykonać tomografię komputerową kości skroniowej celem oceny wygojenia rekonstrukcji [23] oraz warunków anatomicznych dla wszczepu. Badanie tomograficzne wykonywane po implantacji obarczone jest licznymi artefaktami, co uniemożliwia dokładną ocenę miejsca operowanego.

Implant Bonebridge przeznaczony jest dla pacjentów z przewodzeniowym lub mieszanym ubytkiem słuchu, u których próg przewodnictwa kostnego nie przekracza 45 dB [9]. Urządzenie składa się z dwóch elementów: części wszczepialnej oraz części zewnętrznej, którą stanowi procesor dźwięku. Bonebridge jest pierwszym na świecie aktywnym implantem wykorzystującym kostne przewodnictwo dźwięku [10]. Ogromną zaletą urządzenia jest możliwość bezpośredniego przekazu dźwięku przez kości czaszki do ucha wewnętrznego. W przeciwieństwie do innych implantów kostnych Bonebridge pozwala na zachowanie ciągłości powłok skórnych (pozostawia skórę nie naruszoną), co minimalizuje ryzyko podrażnień. Kolejną zaletą urządzenia jest możliwość przeprowadzenia badania MRI (do 1,5 T). Bezpośrednia stymulacja ucha wewnętrznego zapewnia naturalny odbiór dźwięków oraz swobodną możliwość komunikacji z otoczeniem [11].

Piśmiennictwo

- Gantz BJ, Wilkinson EP, Hansen MR. Canal wall reconstruction tympanomastoidectomy with mastoid obliteration. *Laryngoscope*, 2005; 115(10): 1734–40.
- Khan SN, Udaiapurwala IH, Mehmood T, Rahat ZM. Hearing status after radical mastoidectomy without tympanoplasty. *J Coll Physicians Surg Pak*, 2017; 27(12): 759–62.
- Sehra R, Rawat DS, Aseri Y, Tailor M, Chaudhary VK, Singh BK i wsp. Post-operative sensorineural hearing loss after middle ear surgery. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*, 2019; 71(Suppl. 2): 1327–33.
- Skarzynski H, Olszewski L, Skarzynski PH, Lorens A, Piotrowska A, Porowski M i wsp. Direct round window stimulation with the Med-El Vibrant Soundbridge: 5 years of experience using a technique without interposed fascia. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2014; 271(3): 477–82.
- Piché M, Côté M, Philippon D, Laflamme N, Bussièrès R. Cochlear implantation in patients with chronic otitis media and radical mastoidectomy: a single-stage procedure. *Rev Laryngol Otol Rhinol (Bord)*, 2014; 135(4–5): 175–80.
- Wong MC, Shipp DB, Nedzelski JM, Chen JM, Lin VYW. Cochlear implantation in patients with chronic suppurative otitis media. *Otol Neurotol*, 2014; 35(5): 810–14.
- Skarzynski H, Szkiełkowska A, Olszewski Ł, Mrówka M, Porowski M, Fabijańska A i wsp. Program stosowania implantów ucha środkowego i implantów zakotwiczonych w kości skroniowej na przewodnictwo kostne w leczeniu zaburzeń słuchu. *Now Audiofonol*, 2015; 4(1): 9–23.
- Ratuszniak A, Skarzynski PH, Osińska K, Skarzynski H. Ocena korzyści słuchowych po zastosowaniu aktywnego implantu na przewodnictwo kostne Bonebridge w trudnych warunkach chirurgicznych. *Now Audiofonol*, 2018; 7(3): 53–60.
- Sprinzl GM, Wolf-Magele A. The Bonebridge bone conduction hearing implant: indication criteria, surgery and a systematic review of the literature. *Clin Otolaryngol*, 2016; 41(2): 131–43.
- Schmerber S, Deguine O, Marx M, Van de Heyning P, Sterkers O, Mosnier I i wsp. Safety and effectiveness of the Bonebridge transcutaneous active direct-drive bone-conduction hearing implant at 1-year device use. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2017; 274(4): 1835–51.
- Ratuszniak A, Skarzynski PH, Gos E, Skarzynski 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.
- Król B, Porowski M, Skarzynski PH, Skarzynski H. Obliteracja wyrostka sutkowego szkłem bioaktywnym – przegląd literatury. *Now Audiofonol*, 2019; 8(1): 27–30.
- You P, Siegel LH, Kassam Z, Hebb M, Parnes L, Ladak HM i wsp. The middle fossa approach with self-drilling screws: a novel technique for BONEBRIDGE implantation. *J Otolaryngol Head Neck Surg*, 2019; 48(1): 35.
- Palva T. Mastoid obliteration. *Acta Otolaryngol Suppl*, 1979; 360: 152–54.
- Roberson JB, Mason TP, Stidham KR. Mastoid obliteration: autogenous cranial bone pate reconstruction. *Otol Neurotol*, 2003; 24(2): 132–40.
- Palva T, Palva A, Kärjä J. Musculoperiosteal flap in cavity obliteration. *Histopathological study seven years postoperatively*. *Arch Otolaryngol*, 1972; 95(2): 172–77.
- Linthicum FH. The fate of mastoid obliteration tissue: a histopathological study. *Laryngoscope*, 2002; 112(10): 1777–81.
- Dinther JJS van, Coopman R, Verduyck J-P, Somers T, Zarowski A, Vanspauwen R i wsp. The bony obliteration tympanoplasty in pediatric cholesteatoma: long-term hearing results. *Otol Neurotol*, 2018; 39(6): 715–23.
- Silvola JT. Mastoidectomy cavity obliteration with bioactive glass: a pilot study. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2012; 147(1): 119–26.
- Veij Mestdagh PD de, Colnot DR, Borggreven PA, Orelia CC, Quak JJ. Mastoid obliteration with S53P4 bioactive glass in cholesteatoma surgery. *Acta Oto-Laryngol*, 2017; 137(7): 690–94.
- Kuo C-L, Shiao A-S, Yung M, Sakagami M, Sudhoff H, Wang C-H i wsp. Updates and knowledge gaps in cholesteatoma research. *Biomed Res Int*, 2015; 2015: 854024.
- Bernardeschi D, Pyatigorskaya N, Russo FY, De Seta D, Corallo G, Ferrary E i wsp. Anatomical, functional and quality-of-life results for mastoid and epitympanic obliteration with bioactive glass s53p4: a prospective clinical study. *Clin Otolaryngol*, 2017; 42(2): 387–96.
- Bernardeschi D, Law-Ye B, Bielle F, Hochet B, Sterkers O, Dormont D i wsp. Bioactive glass granules for mastoid and epitympanic surgical obliteration: CT and MRI appearance. *Eur Radiol*, 2019; 29(10): 5617–26.

Wnioski

W analizowanym przypadku dodatkowa procedura chirurgiczna polegająca na odbudowie tylnej ściany przewodu słuchowego zewnętrznego przy użyciu szkła bioaktywnego Bonalive umożliwiła zastosowanie urządzenia Bonebridge dzięki wytworzeniu warunków anatomicznych do bezpiecznego ułożenia przetwornika BC-FMT implantu. Wprowadzenie dwuetapowej procedury chirurgicznej – zaproponowanej w niniejszym opisie przypadku – umożliwi zastosowanie implantu Bonebridge w szerszej grupie pacjentów, u których mimo zachowanych kryteriów audiologicznych istniały wcześniejsze ograniczenia anatomiczne.