

JERZY KUCZKOWSKI, CZESŁAW STANKIEWICZ

**PROTEZOWANIE NIEDOSŁUCHÓW PRZEWODZENIOWYCH  
APARATAMI ZAKOTWICZONYMI W KOŚCI SKRONIOWEJ BAHA  
(DONIESIENIE WSTĘPNE)**

**BONE ANCHORED HEARING AIDS (BAHA) USED FOR TREATMENT  
OF CONDUCTIVE HEARING LOSS (PRELIMINARY REPORT)**

Katedra i Klinika Chorób Uszu, Nosa, Gardła i Krtani Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego  
kierownik: prof. dr Czesław Stankiewicz

Protezowanie niedosłuchu przewodzeniowego jest trudnym zagadnieniem. Zastosowanie zakotwiczonych aparatów słuchowych BAHA na przewodnictwo kostne jest jednym z lepszych rozwiązań tego problemu.

Niedosłuch jest najczęstszym objawem chorób ucha środkowego lub wewnętrznego. Leczenie chorych z niedosłuchem wymaga zróżnicowanego sposobu postępowania. W niedosłuchu czuciowo-nerwowym stosuje się aparat słuchowy na przewodnictwo powietrzne, w głuchocie – wszczep ślimakowy. Niedosłuch przewodzeniowy występujący częściej u młodszych chorych, koryguje się leczeniem tympanoplastycznym lub aparatem słuchowym na przewodnictwo powietrzne. W niektórych przypadkach głębokiego niedosłuchu przewodzeniowego koniecznym staje się zastosowanie aparatów na przewodnictwo kostne. Aparaty słuchowe zakotwiczone w kości BAHA (bone anchored hearing aid) wykorzystują oraz wzmacniają przewodnictwo kostne [1, 2]. Zostały wprowadzone do protezowania niedosłuchów przewodzeniowych w 1977 roku przez Tjellströma w Szwecji i są stosowane u chorych, u których niemożliwe jest wykonanie operacji tympanoplastycznej lub zastosowanie klasycznego aparatu słuchowego na przewodnictwo powietrzne [3]. Audiologiczne kryteria wszczepu BAHA są następujące: głęboki niedosłuch przewodzeniowy lub mieszany z zachowaną rezerwą powietrzno-kostną wynosząca co najmniej 15 dB dla tonów 0,5; 1,0; 2,0 i 3,0 kHz; ubytek słuchu dla przewodnictwa kostnego w audiometrii tonalnej nie może przekraczać 60 dB HL (dla 0,5; 1,0; 2,0 i 3,0 kHz); stopień dyskryminacji mowy w audiometrii słownej musi być większy niż 60% [4, 5, 6].

## CEL PRACY

Celem pracy jest przedstawienie jednoetapowej techniki operacyjnej oraz wyników leczenia chorych z głębokim niedosłuchem przewodzeniowym przy pomocy zakotwiczonych w kości aparatów słuchowych BAHA.

## MATERIAŁ I METODA

Materiał stanowiło dwoje dzieci z obustronnym, głębokim niedosłuchem przewodzeniowym lub mieszanym leczonych w Klinice Chorób Uszu, Nosa, Gardła i Krtani Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego. Zastosowano metodę leczenia niedosłuchu przy pomocy zintegrowanego systemu aparatów zakotwiczonych w kości BAHA. Technika chirurgiczna systemu BAHA polega na jednoczasowym wszczepieniu elementu tytanowego do kości skroniowej z wyłonieniem jego górnej części ponad skórę. Pierwszym etapem implantacji systemu BAHA (zabieg w znieczuleniu ogólnym) jest wybór miejsca na skórze za małżowiną uszną (ucho lepiej słyszące) w odległości 4,5–5,5 cm od przewodu słuchowego zewnętrznego. Skórę w tej okolicy pozbawia się włosów, zaznacza płat o wymiarach 2,5 cm x 4 cm, który następnie nastrzykuje się 1% lignokainą z adrenaliną (1:80:000). Przy użyciu dermatomu firmy Cochlear wytwarzano uszypułowany u dołu płat naskórkowy o wymiarach 2,5 x 4 cm. Tkankę podskórną płata wycinano do okostnej, którą nacinano krzyżowo i separowano od powierzchni kości. Po uwidocznieniu powierzchni kości nawiercano ją prostopadle wiertłem naprowadzającym (średnica 1 mm) na głębokość 4 mm, tak aby nie uszkodzić opony twardej. Wytworzony otwór w kości poszerzano wiertłem gwintującym do średnicy 4 mm. W tak przygotowany otwór w kości, wkręcano przy pomocy niskobrotowej wiertarki element tytanowy implantu BAHA.



Ryc. 1. Wszczepiony implant tytanowy w kości skroniowej u 12-letniego dziecka

Fig. 1. Titanium implant in temporal bone in a 12-years old child

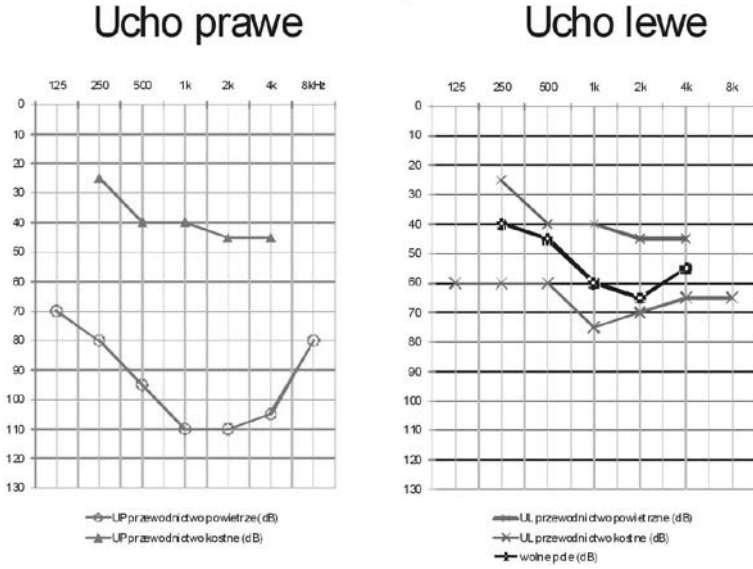


Ryc. 2. Procesor dźwiękowy po zakotwiczeniu do implantu tytanowego u 16-letniego dziecka  
Fig. 2. Sound processor after anchoring to the titanium implant in a 16-years old child

Wystającą część implantu (zaczep dla procesora) wylaniano przez otwór (średnica 5 mm) w płacie naskórkowym. Płat naskórkowy reponowano oraz wszywano do brzegów rany skórnej przy pomocy szwu nylonowego 4.0. Zewnętrzną część implantu zabezpieczano nakładką z Gore-Texu oraz setonem z maścią sterydowo-antybiotykową. Ranę pooperacyjną zabezpieczano opatrunkiem uciskowym na trzy dni, szwy zdejmowano po 14. dniach. Procesor dźwiękowy systemu BAHA podłączano do tytanowego implantu po zakończeniu procesu osteointegracji po upływie 3. miesięcy od zabiegu.

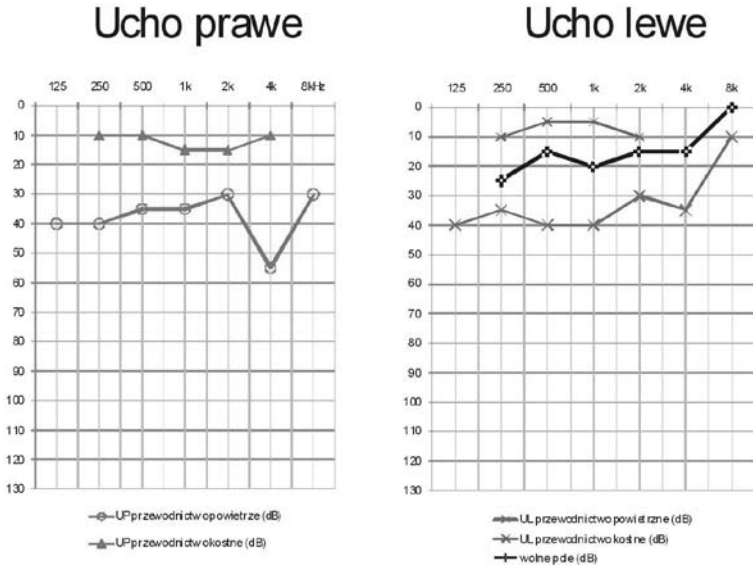
## WYNIKI

Leczeniu chirurgicznemu z zastosowaniem systemu BAHA poddano dwoje dzieci w wieku 12 i 16 lat (chłopiec i dziewczynka) z powodu obustronnego głębokiego niedosłuchu przewodzeniowego. U chłopca niedosłuch był wynikiem wielu wad rozwojowych dotyczących obu uszu (niedorozwój małżowin, przewodów słuchowych oraz ucha środkowego), natomiast u dziewczynki pogorszenie słuchu wystąpiło jako skutek pooperacyjny leczenia przewlekłego zapalenia ucha środkowego. U dzieci wykonano badanie TK HR głowy w celu oceny grubości ścian kostnych czaszki oraz badania audiometryczne stopnia niedosłuchu. W badaniu audiometrycznym przedoperacyjnym wyznaczono przewodnictwo powietrzne i kostne z oceną rezerwy ślimakowej dla częstotliwości 0,5; 1,0; 2,0 i 4,0 kHz. Przewodnictwo powietrzne dla UP wahało się od 35 do 105 dB; dla UL od 30 do 75 dB. Przewodnictwo kostne dla UP wahało się od 10 do 50 dB; dla UL od 10 do 45 dB. Rezerwa ślimakowa dla UP wahała się od 20 do 55 dB; dla UL od 15 do 35 dB. Badanie audiometryczne pooperacyjne w wolnym polu przeprowadzono tonem wibrującym o częstotliwości 500 Hz – 8000 Hz z trzech kierunków (0°, 90° i 180°). Pooperacyjne badanie słyszenia w warunkach wolnego pola słuchowego



Ryc. 3. Audiometria tonalna oraz badanie w wolnym polu słuchowym (po implantacji systemu BAHA) dziecka z wadą rozwojową ucha zewnętrznego i środkowego

Fig. 3. Pure tone audiometry and free-field audiometry (after BAHA system implantation) in a child with a congenital disorder of the external and middle ear



Ryc. 4. Audiometria tonalna (przedoperacyjna) oraz badanie w wolnym polu słuchowym (po implantacji systemu BAHA) dziecka z obustronnym przewlekłym zapaleniem ucha środkowego

Fig. 4. Pure tone audiometry (preoperative) and free-field audiometry (after BAHA system implantation) of a child with bilateral chronic otitis media

wykazało poprawę słuchu od 0 do 20 dB. Badane dzieci zgłaszały pełną satysfakcję z poprawy słuchu po implantacji aparatu BAHA. Rana goiła się bez powikłań. Proces osteointegracji u operowanych dzieci przebiegał prawidłowo.

## DYSKUSJA

Aparaty zakotwiczone w kości BAHA są sprawdzoną i bezpieczną metodą leczenia wad słuchu. Zadaniem aparatu BAHA jest skompensowanie ubytku słuchu pacjenta, polegające na dostosowaniu sygnału wyjściowego aparatu do pola słuchowego chorego. Do transmisji dźwięków w systemie BAHA wykorzystuje się drogę bezpośredniego przewodnictwa kostnego. System BAHA składa się z dwóch elementów: zewnętrznego procesora dźwięku oraz tytanowego implantu wszczepianego do kości skroniowej. Procesor odbiera dźwięki z otoczenia, przetwarza je na wibracje, a następnie przenosi bezpośrednio na wszczepiony w kość czaszki implant tytanowy. Wibracje z implantu BAHA są przenoszone drogą bezpośredniego przewodnictwa kostnego do ślimaka, gdzie powodują stymulację receptora słuchowego. Bezpośrednie przenoszenie wibracji drogą kostną jest możliwe dzięki procesowi osteointegracji, który polega na trwałym połączeniu tytanowego wszczepu z tkanką kostną. Dźwięki przenoszone do ucha wewnętrznego drogą bezpośredniego przewodnictwa kostnego nie są tłumione przez tkanki miękkie, tak jak to występuje w klasycznych aparatach słuchowych na przewodnictwo kostne. Taki sposób stymulacji narządu Cortiego pozwala uzyskać poprawę słyszenia u chorych z głębokim niedosłuchem przewodzeniowym [7, 8, 9, 10, 11].

Wskazaniami do stosowania aparatów BAHA są: obustronny niedorozwój ucha zewnętrznego i środkowego, obustronne przewlekłe zapalenie ucha środkowego, gdy pomimo leczenia chirurgicznego nie udało się doprowadzić do poprawy słuchu, zarośnięcie pozapalne obu przewodów słuchowych, stany po operacjach radykalnych, stany egzematyczne skóry przewodu słuchowego, zaawansowana obustronna otoskleroza, głuchota jednostronna, niewykształcenie kosteczek słuchowych, zespół Treachera-Collinsa, zespół Crouzona, zespół Goldenhara, chorzy po operacji guza nerwu przedsionkowo-ślimakowego, choroby degeneracyjne CUN, zaawansowana choroba Meniera, niedosłuch wywołany neuroinfekcją CUN, urazy i złamania kości skroniowej. Przeciwwskazaniem dla tej metody są: obustronna głuchota czuciowo-nerwowa oraz wiek poniżej 3. roku życia. Zaletami zastosowania systemu BAHA to: lepsza jakość wzmacnianych dźwięków, duży komfort używania protezy słuchowej bez konieczności jej podtrzymywania, łatwość ukrycia aparatu we włosach, brak stałego ucisku i drażnienia skóry przewodu, eliminacja akustycznego sprzężenia zwrotnego.

W celu uzyskania wiarygodnych informacji dotyczących subiektywnej poprawy jakości życia u dzieci po wszczepieniu systemu BAHA stosuje się badanie słuchu w wolnym polu, ankietę Mais&Muss u dzieci młodszych oraz ankietę APHAB (Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit) u dzieci starszych. APHAB jest procedurą badającą efektywność dopasowania aparatu BAHA; opiera się na kwestionariuszu zawierającym 24 pytania pozwalające określić u chorego zdolność komunikowania się w ciszy, w obecności echa, w obecności szumu oraz stopień akceptacji nieprzyjemnych dźwięków. Wyniki testu APHAB są zestawione w postaci wykresu określającego procentową korzyść z zastosowanego aparatu BAHA. Z przeprowadzonych badań audiometrycznych w wolnym polu słuchowym dzieci z wszczepionym systemem BAHA wynika, że nastąpiła poprawa słyszenia. Zysk dopasowania aparatu BAHA obliczono

w oparciu o porównanie krzywych przebiegu progu słuchowego w obecności aparatu BAHA i bez aparatu dla częstotliwości 0,5; 1,0 i 2 kHz.

Wyniki leczenia przy pomocy aparatów BAHA przedstawiane w piśmiennictwie są korzystne. Grandstrom (1993) wykazał 100% poprawę słyszenia ze zmniejszeniem progu słuchowego o 30 dB [4]. Hakansson i wsp. (1995) stwierdził u 89% pacjentów poprawę słuchu po zastosowaniu systemu BAHA [4]. Lustig i wsp. (2004) wykazali zmniejszenie rezerwy ślimakowej (ABG) <10 u 80% pacjentów [1]. Powikłania występujące po wszczepieniu implantu BAHA są rzadkie [9, 11]. Najczęściej spotyka się: martwicę skóry, zarośnięcie implantu skórą, wydalanie implantu. Od 1997 roku prof. Vanecloo we Francji rozpoczął wszczepianie implantów BAHA w jednostronnej głuchocie, uzyskując zjawisko przywrócenia funkcji słyszenia „pseudo-obuuszego” [6].

## WNIOSKI

Procedura wczepów BAHA jest korzystną metodą protezowania niedosłuchu przewodzeniowego lub mieszanego u dzieci. Zastosowanie tego systemu poprawia jakość życia chorych z niedosłuchem.

## PIŚMIENNICTWO

1. Lustig L.R., Arts H.A., Brackmann D.E., Francis H.F., Molony T., Megerian C.A. [i wsp.]: Hearing rehabilitation using the BAHA bone-anchored hearing aid: results in 40 patients. *Otol. Neurotol.* 2001,22,328. – 2. Carlsson P., Hakansson B., Rosenhall U., Tjellström A.: A speech – to – noise ratio test with the bone-anchored hearing aid: a comparative study. *Otolaryngol. Head Neck Surg.* 1986;94,4, 421. – 3. Tjellström A., Jacobsson M., Albrektsson T., Jansson K. The use of tissue integrated implants in congenital aural malformations. *Adv. Oto-Rhino-Laryngol.* 1988,40,24. – 4. Hakansson B., Tjellström A., Rosenhall U.: Acceleration levels at hearing threshold with direct bone conduction versus conventional bone conduction. *Acta Otolaryngol. (Stockh.)* 1985, 100, 240. – 5. House J.W., Kutz J.W.: Bone-anchored hearing aids: incidence and management of postoperative complications. *Otol. Neurotol.* 2007,28,213. – 6. Lloyd S., Almeyda J., Sirimanna K.S., Albert DM., Bailey CM.: Updated surgical experience with bone-anchored hearing aids in children. *J. Laryngol. Otol* 2007;121:826. – 7. Priwin C., Jönsson R., Hultcrantz M., Granström G.: BAHA in children and adolescents with unilateral or bilateral conductive hearing loss: A study of outcome. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 2007,71,135. – 8. Rydzewski B., Pruszewicz A.: Aktualne problemy protezowania niedosłuchów przewodzeniowych aparatami zakotwiczonymi w kości skroniowej (BAHA) w Polsce. *Otolaryngol. Pol.* 2001,55,649. – 9. Snik A., Leijendeckers J., Hol M., Mylanus E., Cremers C.: The bone anchored hearing aid for children. recent developments. *Int. J. Audiol.* 2008,47,554. – 10. Tringali S., Grayeli A.B., Bouccara D., Sterkers O., Chardon S., Martin C., Dubreuil C.: A survey of satisfaction and use among patients fitted with a BAHA *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* 2008,265,1461.
11. Yellon R.F.: Bone anchored hearing aid in children: prevention of complications. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 2007,71,823.

---

Jerzy Kuczkowski, Czesław Stankiewicz

BONE ANCHORED HEARING AIDS (BAHA) USED FOR TREATMENT OF CONDUCTIVE  
HEARING LOSS (PRELIMINARY REPORT)

Summary

Bone anchored BAHA hearing aids use bone conduction for transmission of the acoustic signal to the inner ear. This method can be used in patients with hearing loss, in whom a traditional hearing aid using air conduction could not be applied. The authors presented a method of simultaneous implantation of BAHA system in children with conductive hearing loss. Clinical and audiological criteria of inclusion for BAHA were discussed. The advantages of hearing aids using bone conduction were presented. BAHA system in children allows hearing loss to be reduced by 20–25 dB and improves speech understanding. BAHA is a very effective and safe method of treatment in children with hearing impairment.

Adres: Jerzy Kuczkowski  
Katedra i Klinika Chorób Uszu, Nosa, Gardła i Krtani GUMed  
80–211 Gdańsk, Dębinki 7  
e-mail: [jerzyk@gumed.edu.pl](mailto:jerzyk@gumed.edu.pl)