Now Audiofonol, 2025; 14(4): 84–89
DOI: 10.17431/na/214263
CC BY-NC-ND 3.0 PL, © Autorzy

Nowa Audiofonologia®
Studium przypadku

Przesłano do redakcji: 05.01.2024
Zaakceptowano po recenzji: 14.11.2025
Opublikowano: 08.01.2026

Zastosowanie aparatów słuchowych wykorzystujących kostne przewodnictwo dźwięku – system ADHEAR u dziecka z obustronnym niedosłuchem przewodzeniowym

Application of bone conduction hearing aid: ADHEAR system in a child with bilateral conductive hearing loss

Julia Szelkowska[1C-F], **Katarzyna B. Cywka**[2AB], **Piotr H. Skarżyński**[3,4ABG]

[1] Warszawski Uniwersytet Medyczny, Wydział Lekarsko-Stomatologiczny, Warszawa
[2] Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Światowe Centrum Słuchu, Warszawa/Kajetany
[3] Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Światowe Centrum Słuchu, Zakład Teleaudiologii i Badań Przesiewowych, Warszawa/Kajetany
[3] Instytut Narządów Zmysłów, Kajetany

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

Streszczenie

Wprowadzenie: System ADHEAR jest aparatem słuchowym wykorzystującym kostne przewodnictwo dźwięku. Przeznaczony jest dla osób z przewodzeniowym ubytkiem słuchu, które z różnych przyczyn nie mogą korzystać z klasycznych aparatów słuchowych lub urządzeń wszczepialnych. Dzięki wykorzystaniu zjawiska kostnego przewodnictwa dźwięku system ADHEAR stanowi alternatywę dla wyżej wymienionych urządzeń, zapewniając skuteczną poprawę słuchu.
Opis przypadku: Praca dotyczy 13-letniej pacjentki, u której zdiagnozowano obustronny niedosłuch przewodzeniowy. W celu oceny zastosowania systemu ADHEAR wykonano badanie audiometrii tonalnej i słownej w wolnym polu. Materiał testowy stanowiły listy testów słownych (monosylabowych) wg Pruszewicza i wsp., które odtwarzano z głośnika umieszczonego w odległości 1 metra od pacjenta na poziomie 50, 60 i 70 dB SPL.
Wnioski: Przedstawione wyniki badań wykazały istotną poprawę progu słyszenia oraz rozumienia mowy w ciszy dla poziomu natężenia 50, 60 i 70 dB SPL.
Słowa kluczowe: niedosłuch przewodzeniowy • przewlekłe zapalenie ucha środkowego • system ADHEAR

Abstract

Introduction: The ADHEAR system is a hearing device that employs bone conduction to transmit auditory stimuli. It is dedicated for people with conductive hearing loss who, for various medical reasons, are unable to use conventional hearing aid or implantable devices. Using the mechanism of bone conduction, the ADHEAR system serves as an alternative to these devices, offering effective auditory improvement.
Case report: The study concerns a 13-year-old female patient diagnosed with bilateral conductive hearing loss. To evaluate the use of the ADHEAR system, free-field pure tone and speech audiometry were performed. The test material consisted of monosyllabic word lists according to Pruszewicz et al., which were played from a loudspeaker positioned 1 meter from the patient at levels of 50, 60, and 70 dB SPL.

Autor korespondencyjny: Julia Szelkowska, Wydział Lekarsko-Stomatologiczny, Warszawski Uniwersytet Medyczny, ul. Żwirki i Wigury 61, 02-091 Warszawa; email: juliaszelkowska@gmail.com

Conclusions: The results presented in the study showed improvements in hearing threshold and speech perception in silence at 50, 60, and 70 dB SPL.
Keywords: conductive hearing loss • chronic otitis media • ADHEAR system

Wprowadzenie

Aparaty kostne najczęściej stanowią alternatywę dla aparatów klasycznych, szczególnie u pacjentów z niedosłuchem przewodzeniowym, który może być konsekwencją występowania stanów zapalnych w uchu środkowym [1]. Jak wynika z literatury przedmiotu, zapalenie ucha środkowego (ang. *otitis media*, OM) należy do najczęstszych chorób wieku dziecięcego [2,3]. Jego nieprawidłowe leczenie może prowadzić do pojawienia się przewlekłego zapalenia ucha środkowego, a następnie do destrukcji błony bębenkowej i/lub łańcucha kosteczek słuchowych [4]. W przypadku przewlekłych schorzeń ucha środkowego nie zaleca się stosowania klasycznych aparatów słuchowych wykorzystujących powietrzne przewodnictwo dźwięku, ponieważ może to zaostrzyć stan zapalny [5]. Aparaty wykorzystujące przewodnictwo kostne pozwalają w takich przypadkach na skuteczną rehabilitację słuchu [6,7].

System ADHEAR firmy Med-El stanowi innowacyjne rozwiązanie dla pacjentów z zachowaną prawidłową czynnością ucha wewnętrznego i progami przewodnictwa kostnego ≤25 dB HL [6]. **Rycina 1** przedstawia budowę systemu ADHEAR, który składa się z dwóch głównych elementów: procesora dźwięku i elementu mocującego [7].

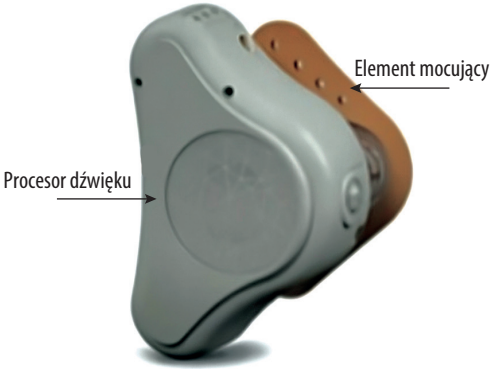
Głównym celem artykułu jest ocena korzyści po zastosowaniu systemu ADHEAR u pacjentki z obustronnym niedosłuchem przewodzeniowym na podstawie wyników badań i historii choroby pacjentki oraz aktualnej literatury.

Opis przypadku

Trzynastoletnia pacjentka z obustronnym niedosłuchem przewodzeniowym zgłosiła się do Kliniki Instytutu Fizjologii i Patologii Słuchu (IFPS) w celu diagnostyki oraz kwalifikacji do dalszego leczenia. W wywiadzie rodzice dziecka poinformowali o problemach ze słuchem istniejących już od wczesnego dzieciństwa. Po przebytych nawracających zapaleniach ucha środkowego oraz kilkukrotnym drenażu wentylacyjnym u pacjentki wykonano tympanotomię eksploratywną celem oceny struktur ucha środkowego. Zabieg potwierdził obecność zmian wtórnych po przebytych stanach zapalnych. Przewlekłe stany zapalne stanowiły istotne przeciwwskazanie do zastosowania aparatów słuchowych wykorzystujących przewodnictwo powietrzne, co dodatkowo uzasadniało konieczność poszukiwania alternatywnych form wspomagania słuchu. Zastosowanie klasycznych aparatów wykorzystujących powietrzne przewodnictwo dźwięku nie było możliwe.

Podczas diagnostyki w kierunku zastosowania urządzeń wspomagających słyszenie u pacjentki przeprowadzono następujące badania:

- audiometrię tonalną w zakresie częstotliwości 125–8000 Hz dla przewodnictwa powietrznego i 250–4000 Hz dla przewodnictwa kostnego;



Rycina 1. Budowa systemu ADHEAR [Źródło: opracowanie własne]
Figure 1. Construction of the ADHEAR system [Source: own elaboration]

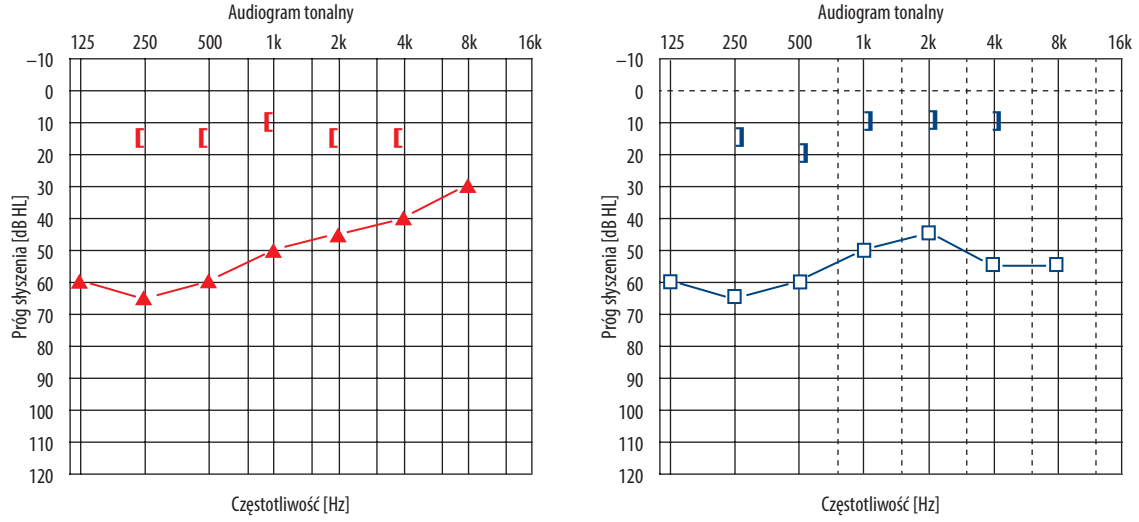
- audiometrię słowną przy użyciu list składających się z wyrazów jednosylabowych dla natężenia: 50, 60 i 70 dB SPL.

Badania wykonano z wykorzystaniem audiometru Interacoustics AD528. W trakcie pomiarów zastosowano maskowanie obuuszne, aby zapobiec przesłuchowi międzyusznemu i zapewnić wiarygodność wyników pomiarowych. Po przeprowadzeniu pełnej diagnostyki oraz na podstawie otrzymanych wyników u pacjentki zastosowano obuuszne protezowanie wykorzystujące kostne przewodnictwo dźwięku – system ADHEAR. Następnie podczas badania w wolnym polu (ang. *free field*, FF) dla poziomu natężenia sygnału 50, 60 i 70 dB SPL został określony zysk z zastosowania aparatu słuchowego.

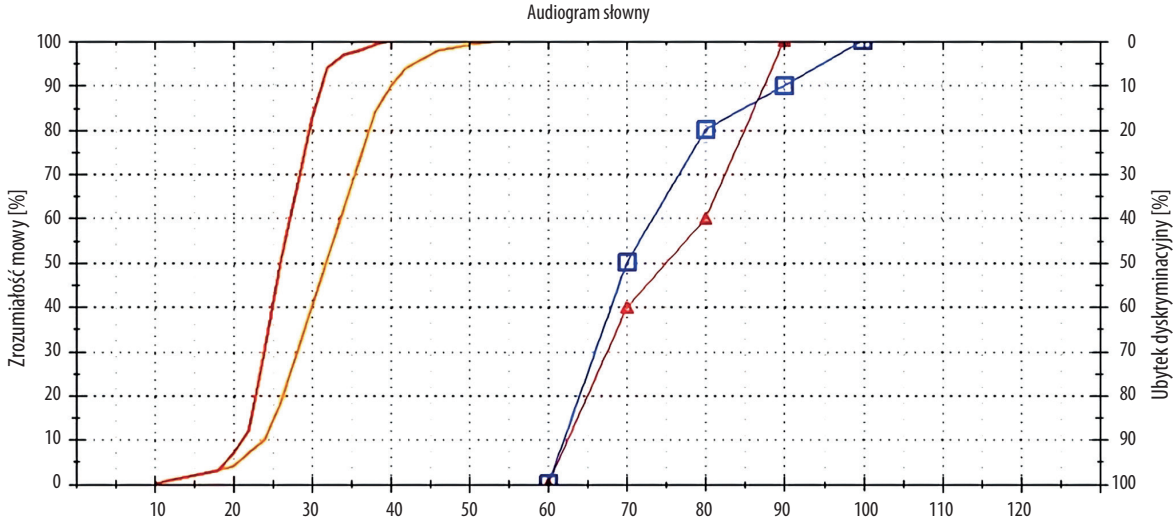
Audiometria tonalna

Rycina 2 przedstawia wynik audiometrii tonalnej. Przeprowadzone badanie wykazało niedosłuch przewodzeniowy. Analiza rezerwy ślimakowej w obojgu uszach wykazała następujące wyniki: w uchu prawym (UP) wartości rezerwy ślimakowej wynosiły: 50 dB HL przy 250 Hz; 45 dB HL przy 500 Hz; 40 dB HL przy 1000 Hz; 30 dB HL przy 2000 Hz; 25 dB HL przy 4000 Hz; a w uchu lewym (UL) wartości rezerwy ślimakowej były następujące: 50 dB HL przy 250 Hz; 40 dB HL przy 500 Hz; 40 dB HL przy 1000 Hz; 35 dB HL przy 2000 Hz; 45 dB HL przy 4000 Hz.

Średnia wartość progu słuchowego dla czterech głównych częstotliwości (500, 1000, 2000, 4000 Hz) w uchu prawym wyniosła 49 dB HL, a w uchu lewym 53 dB HL. Według skali Międzynarodowego Biura Audiofonologii BIAP (Bureau International d'Audiophonologie) stwierdzono w obojgu uszach niedosłuch w stopniu umiarkowanym.



Rycina 2. Wynik badania audiometrii tonalnej pacjentki
Figure 2. Results of the patient's tonal audiometry test



Rycina 3. Wynik badania audiometrii słownej pacjentki
Figure 3. Results of the patient's speech audiometry test

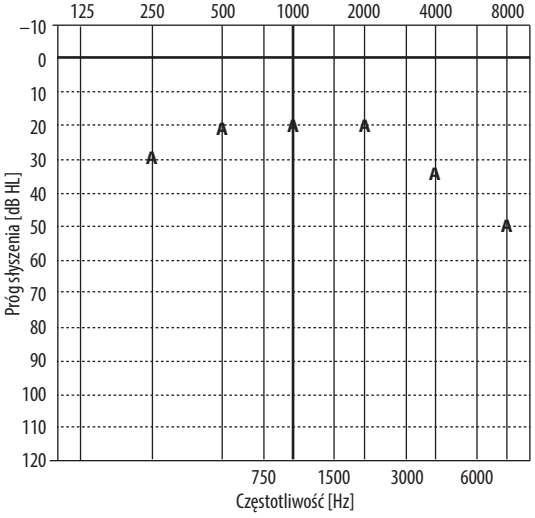
Audiometria słowna

Rycina 3 przedstawia wynik badania audiometrii słownej, który ukazuje krzywą dyskryminacji ucha prawego i ucha lewego. Obrazuje ona stopień rozumienia mowy przez pacjentkę dla różnych poziomów natężenia (w procentach). Próg wykrywania mowy (ang. *speech detection threshold*, SDT) w UP i UL jest równy 60 dB SPL. Próg rozumienia mowy (ang. *speech reception treshold*, SRT) w UP wynosi 75 dB SPL, a w UL – 70 dB SPL. W obojgu uszach pacjentka osiąga 100% rozumienia mowy – w UP na poziomie 90 dB SPL, a w UL – na poziomie 100 dB SPL. Krzywe dyskryminacji ucha prawego i lewego są przesunięte w prawą stronę w stosunku do krzywej wzorcowej.

Ocena korzyści po zastosowaniu systemu ADHEAR

Rycina 4 ukazuje wynik badania audiometrii tonalnej przeprowadzonej w wolnym polu akustycznym z obuusznym zastosowaniem urządzenia wspomagającego słyszenie – systemu ADHEAR. Progi audiometrii tonalnej przeprowadzonej w wolnym polu uzyskano dla wszystkich częstotliwości od 250 Hz do 4000 Hz. Średnia progu słyszenia z czterech głównych częstotliwości (500, 1000, 2000, 4000 Hz) wynosi 24 dB HL.

Rycina 5 przedstawia wynik badania audiometrii mowy w wolnym polu akustycznym bez zastosowania aparatów słuchowych (S) i po zastosowaniu systemu ADHEAR (A) dla poziomu natężenia 50, 60 i 70 dB SPL.



Rycina 4. Wynik badania audiometrii tonalnej w wolnym polu akustycznym z obustronnym zastosowaniem systemu ADHEAR
Figure 4. Results of tonal audiometry test in free field using ADHEAR system

Bez urządzenia wspomagającego słyszenie stopień dyskryminacji mowy wyniósł odpowiednio: 0% dla 50 dB SPL, 0% dla 60 dB SPL oraz 60% dla 70 dB SPL. Następnie takie samo badanie przeprowadzono z zastosowaniem aparatów słuchowych. Stopień dyskryminacji mowy wyniósł: 80% dla 50 dB SPL, 95% dla 60 dB SPL oraz 95% dla 70 dB SPL. Przeprowadzone badanie pokazało, że zastosowanie systemu ADHEAR jako urządzenia wspomagającego słyszenie w znaczny sposób poprawia stopień rozumienia mowy u pacjentki.

Dyskusja

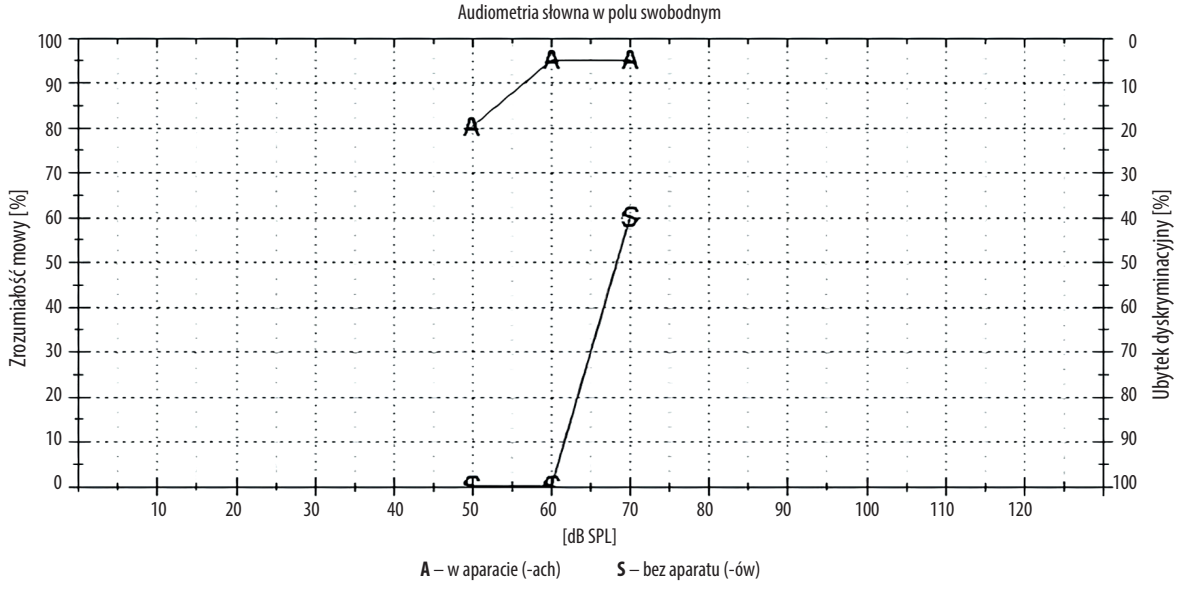
W badaniu przeprowadzonym przez P.H. Skarżyńskiego i wsp. [8] porównano efektywność systemu ADHEAR z dwoma rozwiązaniami na przewodnictwo kostne: implantem Baha Attract oraz procesorem Baha 4 na miękkiej opasce. Badaniu poddano 10 osób z przewodzeniowym ubytkiem słuchu powstałym w wyniku przewlekłego zapalenia ucha środkowego oraz wrodzonych wad rozwojowych ucha środkowego. U wszystkich uczestników oceniono też rezultat zastosowania systemu ADHEAR. Pięciu z nich było użytkownikami pasywnego implantu Baha Attract, a pozostali – procesora Baha 4 na miękkiej opasce.

W grupie osób, które korzystały z implantu kostnego Baha Attrack, średni próg słyszenia bez wspomagania wyniósł 58 ± 6 dB HL, po zastosowaniu implantu Baha Attrack próg słyszenia poprawił się do 33 ± 6 dB HL oraz do 32 ± 9 dB HL po zastosowaniu systemu ADHEAR.

W przypadku pacjentów, którzy korzystali z procesora Baha 4, średni próg słyszenia uległ zmianie z poziomu 47 ± 10 dB HL bez wspomagania, do poziomu 27 ± 6 dB HL z urządzeniem oraz 29 ± 6 dB HL po zastosowaniu systemu ADHEAR.

Wyniki te pokazują, że w badaniu audiometrii tonalnej średni próg słyszenia w obu badanych grupach poprawił się z poziomu 53 ± 10 dB HL do poziomu 30 ± 7 dB HL po zastosowaniu systemu ADHEAR. Korzyści słuchowe u pacjentów, którzy korzystali z implantu Baha Attract i procesora Baha 4, są porównywalne z wynikami uzyskanymi przez użytkowników systemu ADHEAR [8].

W przypadku omawianej pacjentki próg słyszenia w uchu prawym i lewym wyniósł odpowiednio 49 dB HL i 53 dB HL, a po zastosowaniu systemu ADHEAR



Rycina 5. Wynik badania audiometrii słownej w wolnym polu akustycznym: S – bez systemu wspomagającego, A – z obuusznym zastosowaniem systemu ADHEAR
Figure 5. Results of speech audiometry test in free field: S – without ADHEAR system, A – with ADHEAR system

w obojgu uszach wynosił 24 dB HL. Oznacza to, że wyniki pacjentki po zastosowaniu aparatu słuchowego były porównywalne z wynikami uzyskanymi w badaniu P.H. Skarżyńskiego i wsp. [8] – odpowiednio: ± 30 dB HL i 23 dB HL. Skarżyński i wsp. w badaniu audiometrii mowy w ciszy określili stopień rozumienia mowy za pomocą słów jednosylabowych dla natężenia 65 dB SPL. W obu badanych grupach średni poziom rozumienia mowy przy 65 dB SPL wzrósł z 18% uzyskanych bez urządzeń wspomagających słyszenie do 75% po zastosowaniu systemu ADHEAR [8]. Takie samo badanie przeprowadzono u pacjentki opisywanej w niniejszej pracy. Dla poziomu 65 dB SPL bez aparatów słuchowych rozumienie mowy wyniosło 30%, natomiast z systemem ADHEAR – 95%. Zastosowanie systemu ADHEAR spowodowało poprawę rozumienia mowy o 65%.

Z kolei Favoreel i wsp. [9] przeprowadzili ocenę korzyści po zastosowaniu systemu ADHEAR wśród dziesięciorga dzieci z jedno- lub obustronnym przewodzeniowym ubytkiem słuchu. Średni próg słyszenia pacjentów bez urządzenia wspomagającego słyszenie wyniósł ok. 50 dB HL. Wynik ten jest podobny do uzyskanego u opisywanej pacjentki. Natomiast w badaniu audiometrii tonalnej w wolnym polu, przeprowadzonym przez Favoreel i wsp. z zastosowaniem systemu ADHEAR, uzyskano średnią progu słyszenia równą 28 dB HL, co stanowi istotną poprawę progu odbioru dźwięków o wartość 22 dB HL [9]. Opisywana przez nas pacjentka uzyskała średni próg słyszenia w wolnym polu po zastosowaniu aparatu kostnego równy 24 dB HL, czyli uzyskała poprawę progu słyszenia o ok. 30 dB HL. Jest to wynik zbliżony do przedstawionego w pracy Favoreel i wsp.

W pracy Brill i wsp. [6] przeprowadzono badanie wśród dwunastu pacjentów z symulowanym niedosłuchem przewodzeniowym z wykorzystaniem zatyczek o poziomie tłumienia 30–40 dB. Badanie miało na celu ocenę progu słyszenia za pomocą systemu ADHEAR. Źródło podaje, że średnia progu słyszenia wyznaczona podczas badania audiometrii tonalnej w wolnym polu bez urządzenia wspomagającego wynosiła 35 dB HL, a po zastosowaniu systemu ADHEAR – 20 dB HL. Wzmocnienie funkcjonalne wyniosło więc 15 dB HL [6]. U naszej pacjentki średni próg słyszenia poprawił się o 30 dB HL. Brill i wsp. przeprowadzili także badanie audiometrii słownej w wolnym polu akustycznym po zastosowaniu systemu ADHEAR – sprawdzili rozumienie słów jednosylabowych. Przy poziomie natężenia 50 dB SPL średnie rozumienie mowy wyniosło 72,3%, a przy natężeniu 65 dB SPL – 93,5% [6]. Z kolei pacjentka IFPS dla takich samych poziomów natężeń uzyskała z wykorzystaniem systemu ADHEAR stopień dyskryminacji mowy wynoszący odpowiednio 80% i 95%.

Podsumowanie

Celem niniejszej pracy była ocena korzyści słuchowych po zastosowaniu systemu ADHEAR u dziecka z obustronnym niedosłuchem przewodzeniowym. System ADHEAR stanowi skuteczną alternatywę dla klasycznych aparatów słuchowych w przypadku, gdy ich wykorzystanie jest niemożliwe. Jednak ograniczeniem zastosowania urządzenia pozostaje konieczność utrzymywania progów przewodnictwa kostnego na poziomie ≤25 dB HL, co zawęża grupę potencjalnych kandydatów do jego stosowania [10]. Korzystanie z systemu ADHEAR wymaga również uwzględnienia, że plaster umożliwiający mocowanie adaptera na skórze należy wymieniać co 3–7 dni i może to być istotnym czynnikiem wpływającym na pogorszenie komfortu użytkowania tego urządzenia [6,11].

Do najważniejszych zalet systemu ADHEAR należą: nieinwazyjność, prostota użytkowania, brak ucisku na skórę głowy oraz wysoki komfort i dyskrecja ze względu na niewielkie wymiary wynoszące 15 × 35 mm, co ma szczególne znaczenie w protezowaniu słuchu u dzieci [7,12,13]. Przedstawione w niniejszej pracy wyniki badań pokazują istotną poprawę zarówno progu słyszenia, jak i rozumienia mowy, co stanowi potwierdzenie wysokiej skuteczności systemu ADHEAR w leczeniu niedosłuchu o komponencie przewodzeniowym.

Finansowanie

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

Piśmiennictwo

1. Mielcarek-Kuchta D, Waśniewska E, Obrębowska-Karsznia Z, Łączkowska-Przybylska J. Leczenie niedosłuchów przewodzeniowych. Post Chir Głowy i Szyi, 2006; 5(1): 36–45.
2. Harmes KM, Blackwood RA, Burrows HL, Cooke JM, Van Harrison R, Passamani PP. Otitis media: diagnosis and treatment. Am Fam Physician, 2013; 88(7): 435–40.
3. Bociuk WW. Przewlekłe zapalenie ucha środkowego a funkcje słuchowe u dzieci w wieku szkolnym. Now Audiofonol, 2022; 11(1): 45–57; https://doi.org/10.17431/11.1.4.
4. Dąbrowski P, Kruk-Zagajewska A, Bartkowiak Ł, Jackowska J, Mielcarek-Kuchta D. Postępowanie w przypadkach przewlekłego zapalenia ucha środkowego. Post Chir Głowy i Szyi, 2011; 10(2): 52–55.
5. Poremski T, Szymański P, Kostek B. Aparat słuchowy a alternatywne urządzenia poprawiające słyszenie. Otolaryngologia, 2018; 17(2): 49–56.
6. Brill IT, Brill S, Stark T. Neue Möglichkeiten der Rehabilitation bei Schallleitungsschwerhörigkeit: Tests an normalhörenden Probanden mit simulierter Schwerhörigkeit. HNO, 2019; 67(9): 698–705; https://doi.org/10.1007/s00106-019-0685-8.
7. Med-El. System oparty na przewodnictwie kostnym. Pozyskano z: https://www.medel.com/pl/hearing-solutions/bone-conduction-system [dostęp: 19.04.2025].
8. Skarżyński PH, Ratuszniak A, Osinska K, Koziel M, Krol B, Cywka KB, Skarzynski H. A comparative study of a novel adhesive bone conduction device and conventional treatment options for conductive hearing loss. Otol Neurotol, 2019; 40(7): 858–64; https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000002323.
9. Favoreel A, Heuninck E, Mansbach AL. Audiological benefit and subjective satisfaction of children with the ADHEAR audio processor and adhesive adapter. Int J Pediatr Otorhinolaryngol, 2020; 129: 2–6; https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2019.109729.

10. O'Donnell A, Stewart U, Douglas C. ADHEAR system by Med-El: an overview of the research and clinical experiences from the field. Audiology Online, 2019; Pozyskano z: https://www.audiologyonline.com/articles/adhear-system-by-med-el-25825 [dostęp 19.04.2025].
11. Weiss R, Loth A, Leinung M, Balster S, Hirth D, Stover T i wsp. A new adhesive bone conduction hearing system as a treatment option for transient hearing loss after middle ear surgery. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2020; 277(3): 751–9; https://doi.org/10.1007/s00405-019-05769-y.
12. XL Krajowa Konferencja Naukowo-Szkoleniowa „Problemy otolaryngologii dziecięcej w codziennej praktyce", 23–24 listopada 2017 r., Lublin (książka streszczeń). Now Audiofonol, 2017; 6(4): 79–106.
13. Rusinowska B. Patogeneza i przegląd najnowszych metod leczenia wrodzonej atrezji przewodu słuchowego zewnętrznego u dzieci. Now Audiofonol, 2022; 11(2): 44–51; https://doi.org/10.17431/11.2.2.

Julia Szelkowska, email: juliaszelkowska@gmail.com • 0009-0007-2414-0680
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. Skarzynski, email: p.skarzynski@inz.waw.pl • 0000-0002-4978-1915