

# Zastosowanie implantu ślimakowego u pacjentów z zaawansowaną otosklerozą, u których wcześniej wykonano stapedotomię lub stapedektomię

## Cochlear implantation in patients with advanced otosclerosis who had previously undergone stapedotomy or stapedectomy

Piotr H. Skarżyński<sup>1,2A-CEF</sup>, Andrzej Pastuszek<sup>3A-F</sup>, Elżbieta Gos<sup>1C-F</sup>,  
Artur Lorens<sup>4C-F</sup>, Aleksandra Kołodziejak<sup>1C-F</sup>, Anita Obrycka<sup>4D-F</sup>,  
Marek Porowski<sup>3BE</sup>, Henryk Skarżyński<sup>3ABEF</sup>

Wkład autorów:

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

<sup>1</sup> Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Światowe Centrum Słuchu, Zakład Teleaudiologii i Badań Przesiewowych, Warszawa/Kajetany

<sup>2</sup> Instytut Narządów Zmysłów, Kajetany

<sup>3</sup> Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Światowe Centrum Słuchu, Klinika Oto-Ryńko-Laryngochirurgii, Warszawa/Kajetany

<sup>4</sup> Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Światowe Centrum Słuchu, Zakład Implantów i Percepcji Słuchowej, Warszawa/Kajetany

### Streszczenie

**Wprowadzenie:** Z uwagi na brak skutecznego leczenia farmakologicznego otosklerozy, leczeniem z wyboru jest postępowanie chirurgiczne. Polega ono na chirurgii strzemiączka, która obecnie najczęściej ma postać stapedotomii. Stosuje się również aparatowanie. Jednak w otosklerozie niedosłuch ma charakter postępujący i pomimo że stapedotomia w większości przypadków zatrzymuje lub spowalnia proces chorobowy, to w niektórych przypadkach zyski z leczenia z czasem stają się niewystarczające. Zaawansowana otoskleroza może prowadzić do głębokiego niedosłuchu o charakterze zmysłowo-odbiorczym lub mieszanym i wymagać wszczęcia implantu ślimakowego. Celem pracy jest ocena wyników słuchowych u pacjentów z zaawansowaną otosklerozą, u których wcześniej wykonano stapedotomię lub stapedektomię, a obecnie poddano implantacji ślimakowej.

**Materiał i metody:** Badana grupa liczyła 19 pacjentów (16 kobiet i 3 mężczyzn) z zaawansowaną otosklerozą. W przeszłości wykonano u nich stapedotomię lub stapedektomię, a obecnie zostali poddani implantacji ślimakowej. Wykonano u nich tomografię komputerową, określono progi słyszenia za pomocą audiometrii tonalnej, wykonano audiometrię słowną w swobodnym polu akustycznym.

**Wyniki:** Średnio progi słyszenia przed operacją wynosiły około 108 dB HL dla przewodnictwa powietrznego, a progi przewodnictwa kostnego znajdowały się na granicy wydolności audiometru. Rozumienie mowy przed operacją, badane w dopasowanych aparatach słuchowych, było bardzo niskie, przeciętnie wynosiło 6,6%. Po operacji rozumienie mowy, badane w aktywnym implancie, znacząco się poprawiło – wynosiło średnio 67,9% w ciszy i 43,8% w szumie.

**Wnioski:** Implantacja ślimakowa w zaawansowanej otosklerozie zapewnia satysfakcjonujące wyniki. Pacjenci, u których wykonano stapedotomię lub stapedektomię, ale ich słuch w miarę upływu czasu znacząco pogorszył się, mogą osiągnąć dobre rozumienie mowy dzięki implantacji ślimakowej.

**Słowa kluczowe:** otoskleroza • zaawansowana otoskleroza • implant ślimakowy • leczenie częściowej głuchoty

Autor korespondencyjny: Piotr H. Skarżyński, Zakład Teleaudiologii i Badań Przesiewowych, Światowe Centrum Słuchu, Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, ul. Mokra 17, Kajetany, 05-080 Nadarzyn; email: p.skarzynski@inz.waw.pl

## Abstract

**Introduction:** There is no effective pharmacological treatment of otosclerosis, and the treatment of choice is surgery, usually stapedotomy. Hearing aids are also used. However, in otosclerosis, hearing loss is progressive, and although surgery stops or slows the disease process in most cases, in some cases the gains from treatment become insufficient over time. Advanced otosclerosis can lead to profound sensorineural or mixed hearing loss and require a cochlear implantation. The aim of the study was to assess the hearing outcomes of cochlear implant patients with far-advanced otosclerosis who had previously undergone stapes surgery.

**Material and methods:** The study group consisted of 19 implanted patients (16 women and 3 men) with advanced otosclerosis who had previously undergone stapedotomy or stapedectomy. Computed tomography, pure tone audiometry and speech audiometry were performed.

**Results:** Averaged hearing thresholds before surgery were about 108 dB HL for air conduction, and bone conduction thresholds were at the limit of audiometer performance. Speech discrimination before surgery, tested with well-fit hearing aids, was very low, 6.6%. After surgery, speech discrimination, tested in the active implant, improved significantly to 67.9% in quiet and 43.8% in noise.

**Conclusions:** Cochlear implantation in advanced otosclerosis provides satisfactory results. Patients who have undergone stapedotomy or stapedectomy but whose hearing has deteriorated significantly over time can achieve good speech understanding with cochlear implantation.

**Key words:** otosclerosis • far advanced otosclerosis • cochlear implant • partial deafness treatment

## Wprowadzenie

Otoskleroza jest patologicznym procesem zachodzącym w kości skroniowej, podczas którego dochodzi do nieprawidłowej przebudowy kostnej błędnika [1]. Tworząca się kostnina o charakterze kości gąbczastej prowadzi do usztywnienia strzemiączka i zaburzenia funkcjonowania aparatu przewodzącego ucha środkowego. Proces chorobowy zazwyczaj zaczyna się w przedniej części okienka owalnego (łac. *fissula ante fenestram*), a postępując, prowadzi do fiksacji płytki strzemiączka w okienku owalnym, może również objąć okolicę okołoslimakową. Pierwszym objawem otosklerozy mogą być szumy uszne [2]. Niedosłuch zazwyczaj rozwija się stopniowo, początkowo ma charakter przewodzeniowy, ale w zaawansowanej otosklerozy przybiera charakter mieszany lub zmysłowo-odbiorczy. Leczenie otosklerozy polega głównie na chirurgii strzemiączka oraz na protezowaniu słuchu, jednak w zaawansowanej otosklerozy te rozwiązania mogą okazać się niewystarczające [3,4].

W latach 60. XX wieku House i Sheehy [5] zaproponowali kryteria diagnostyczne zaawansowanej otosklerozy. Zostały one oparte na obniżonych progach przewodnictwa powietrznego (85 dB HL lub niższe) oraz progach przewodnictwa kostnego przekraczających wydolność audiometru, a w praktyce – niemierzalnych. Współcześnie te klasyczne kryteria są rozszerzane – oprócz progów słyszenia bierze się także pod uwagę poziom rozumienia mowy, co pozwala bardziej adekwatnie ocenić wydolność słuchową. Calmels i wsp. [6] zaproponowali, by dodatkowym kryterium rozpoznawania zaawansowanej otosklerozy było rozumienie mowy wynoszące maksymalnie 30%, a dodatkowo także obecność ognisk otosklerotycznych widocznych w tomografii komputerowej (ang. *computed tomography*, CT). Z kolei Dumas i wsp. [7] zaproponowali, by takim kryterium było rozumienie mowy na poziomie maksymalnie 50% oraz stwierdzony głęboki niedosłuch odbiorczy.

Zaawansowana otoskleroza, powodując dysfunkcję słuchu, w znaczący sposób utrudnia lub wręcz uniemożliwia rozumienie mowy, co pociąga za sobą szereg negatywnych następstw dla pacjenta w wymiarze osobistym, funkcjonalnym i społecznym [8]. W latach 60. XX wieku

House i Sheehy, pisząc o leczeniu otosklerozy, jako cel wyznaczali sobie „doprowadzenie pacjenta od całkowitego braku słyszenia do jakiegoś poziomu słyszenia za pomocą aparatu słuchowego” (*bring the patient from essentially no hearing to some hearing with a hearing aid* [5]). Jednak w miarę postępu technik chirurgicznych oraz nowoczesnych rozwiązań technologicznych współczesne cele leczenia otosklerozy stały się bardziej ambitne. Pacjenci z zaawansowaną otosklerozą mają trzy opcje leczenia: aparaty słuchowe, stapedotomię, implant ślimakowy [9–11]. W praktyce samo protezowanie słuchu może okazać się niewystarczające i zaawansowana otoskleroza wymaga leczenia operacyjnego. Współcześnie wskazania do chirurgii strzemiączka, a dokładniej – stapedotomii zostały znacząco rozszerzone [4,12], jednak samo chirurgiczne skorygowanie komponentu przewodzącego może być niewystarczające w dłuższej perspektywie. Takich właśnie pacjentów często się spotyka w praktyce klinicznej. Mają oni za sobą stapedotomię, czasem nawet restapedotomię lub inną tympanoplastykę. Mimo pozytywnego wyniku leczenia tą metodą postępujący proces otospongiotyczny sprawił, że uzyskane wówczas wyniki słuchowe przestały być satysfakcjonujące dla pacjenta. W takiej sytuacji jedynym rozwiązaniem staje się implantacja ślimakowa. Wszczepienie implantu ślimakowego jest zaawansowaną procedurą medyczną, wymagającą znacznych nakładów oraz wysoce wykwalifikowanego i doświadczonego personelu, dlatego nie we wszystkich ośrodkach otolaryngologicznych jest wykonywane. Doniesienia wielu badaczy dotyczące zastosowania implantów słuchowych u pacjentów z zaawansowaną otosklerozą, ujęte w przeglądach systematycznych, jednoznacznie wskazują na korzyści z tej metody leczenia [13,14]. Celem pracy jest ocena wyników słuchowych u pacjentów z zaawansowaną otosklerozą, u których wcześniej wykonano stapedotomię lub stapedektomię, a obecnie – implantację ślimakową.

## Materiał i metody

### Kryteria kwalifikacji

Do operacji wszczepienia implantu ślimakowego zakwalifikowano dorosłych pacjentów z zaawansowaną otosklerozą. Przyjęto następujące kryteria włączenia: 1) progi przewodnictwa powietrznego na poziomie 85 dB HL lub gorsze,

a progi przewodnictwa kostnego na granicy wydolności audiometru; 2) obniżone wyniki rozumienia mowy – poniżej 50%; 3) niewystarczające zyski z aparatu słuchowego; 4) przebyta w przeszłości chirurgia strzemiączka w uchu zakwalifikowanym do wszczęcia implantu ślimakowego. Badanie uzyskało zgodę komisji bioetycznej (IFPS: KB/6/2022).

## Ocena audiometryczna

U pacjentów wykonano audiometrię tonalną oraz słowną. Audiometria tonalna została wykonana w celu określenia progów przewodnictwa powietrznego i kostnego w zakresie częstotliwości od 0,125 kHz do 8 kHz. Badanie przeprowadzono przed operacją oraz 1, 6 i 12 miesięcy po operacji. Przed operacją przeprowadzono również standardową audiometrię mowy z zastosowaniem list słownych Demenko i Pruszewicza. Wynik badania stanowi procent prawidłowo rozpoznanych słów przy określonym poziomie głośności.

Kolejne badanie wykonane przed operacją (a także 12 miesięcy po operacji) to audiometria słowna w swobodnym polu akustycznym. Badanie to stanowi część procedury diagnostycznej przed wszczęciem implantu. Zostało wykonane z zastosowaniem głośnika znajdującego się w odległości większej niż 1 m od pacjenta. Przez głośnik podawano materiał słowny (z list Demenko i Pruszewicza) na poziomie 70 dB HL. Wynikiem badania jest procent prawidłowo powtórzonych słów (ang. *word recognition score*, WRS). W badaniu wykonanym przed operacją, w warunkach ciszy, pacjent miał na uchu dopasowany aparat słuchowy, natomiast w badaniu wykonanym 12 miesięcy po operacji, w ciszy i w szumie 10 SNR, pacjent miał na uchu aktywny implant. Wszystkie badania zostały przeprowadzone przez doświadczoną technikę w kabinie bezchowej. Użyto audiometru Madsen Itera II (GN Otometrics, Denmark) ze skalibrowanymi słuchawkami (H-39P, Telephonics, NY, USA) oraz głośnika (Indiana Line Nano 2).

## Charakterystyka grupy badanej

Grupę badaną stanowiło 19 pacjentów z zaawansowaną otosklerozą: 16 kobiet i 3 mężczyzn, w wieku od 37 do 73 lat, średni wiek to 53,2 lata ( $SD = 10,7$ ). Czas trwania niedosłuchu wynosił od 9 do 42 lat, średnio 22,6 lat. Wszyscy pacjenci w przeszłości przeszli operację poprawiającą słuch, w tym jedna osoba miała wykonaną stapedektomię, a pozostałe osoby – stapedotomię. Większość pacjentów miała szumy uszne w uchu operowanym oraz okresowo zawroty głowy. Dokładną charakterystykę kliniczną pacjentów przedstawiono w **tabeli 1**.

## Operacja

Przed operacją wszyscy pacjenci mieli wykonaną tomografię komputerową. Na **rycynie 1** przedstawiono wyniki CT uzyskane u jednej z pacjentek z zaawansowaną otosklerozą (wiek 45 lat).

Operacja została wykonana z zastosowaniem minimalnie inwazyjnej procedury 6 kroków Skarżyńskiego [15,16]. Zastosowano tympanotomię tylną i dojsie przez okienko

okrągłe, przy czym u siedmiorga pacjentów zastosowano poszerzone dojsie przez okienko okrągłe z powodu zarośnięcia niszy okienka okrągłego. W przypadku zarośnięcia przyokienkowego schodów bębenka zdjęto warstwę kostną aż do osiągnięcia przestrzeni płynowej schodów bębenka.

## Wyniki

### Progi słyszenia

Uśrednione progi słyszenia wszystkich pacjentów uzyskane w audiometrii tonalnej w zakresie od 0,125 kHz do 8 kHz w okresie przedoperacyjnym i 12 miesięcy po operacji zostały pokazane na rycinie 2. Jak można zauważyć, progi przewodnictwa kostnego znajdowały się na granicy wydolności audiometru, podobnie jak progi przewodnictwa powietrznego.

W tabeli 2 przedstawiono uśrednione progi słyszenia uzyskane w czterech okresach (przed operacją oraz 1, 6 i 12 miesięcy po operacji). Uśrednienia dokonano dla częstotliwości 0,5, 1, 2 i 4 kHz.

### Rozumienie mowy

Badanie audiometrii słownej, przeprowadzone przed implantacją (pacjenci nie używali aparatów słuchowych), rozpoczęto od poziomu 20 dB. Na tym poziomie żaden pacjent nie rozpoznał ani jednego słowa. Dopiero na poziomie 100 dB rozpoznawane były pojedyncze słowa, ale przeciętny wynik wynosił tylko 5,9%.

Przed operacją przeprowadzono także audiometrię słowną w swobodnym polu akustycznym w ciszy. Podczas badania pacjenci mieli aparaty słuchowe. Uzyskane wyniki WRS mieściły się między 0% a 50%, średnio 6,6% ( $SD = 15,3$ ). Najlepszy osiągnięty wynik to 50%, trzech kolejnych pacjentów uzyskało odpowiednio: 40%, 30% i 5%, natomiast pozostałych 15 nie rozpoznało/ nie powtórzyło ani jednego słowa.

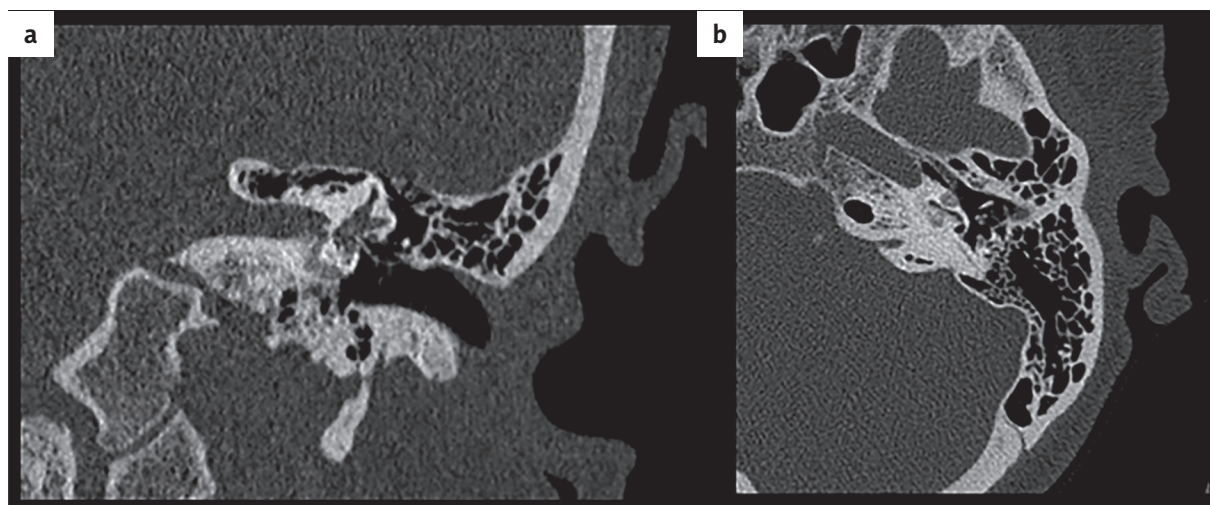
Dwanaście miesięcy po operacji ponownie przeprowadzono audiometrię słowną w swobodnym polu akustycznym. W warunkach ciszy pacjenci uzyskiwali wyniki WRS od 15% do 95%, średnio 67,9% ( $SD = 26,9$ ). W porównaniu z wynikami przedoperacyjnymi były one znacząco wyższe, różnica była istotna statystycznie:  $Z = 3,83$ ;  $p < 0,001$ . W warunkach szumu pacjenci uzyskiwali wyniki od 0% do 95%, średnio 43,8% ( $SD = 25,6$ %).

### Zdarzenia niepożądane

Zdarzenia niepożądane odnotowano u 5 pacjentów. W trzech przypadkach doszło do niepełnej insercji elektrody spowodowanej zrostami w ślimaku. W jednym uchu wystąpił wyciek płynu mózgowo rdzeniowego podczas operacji, który ustąpił po włożeniu elektrody. Dodatkowo elektrodę uszczelniono fragmentem powięzi z klejem tkanekowym. Po operacji pacjent pozostał na sali obserwacyjnej, wprowadzono reżim łóżkowy. Poza przejściowymi zawrotami głowy przez dwie pierwsze doby po operacji nie wystąpiły dodatkowe powikłania. W jednym przypadku doszło do stymulacji nerwu twarzonego, która wystąpiła 9 miesięcy po operacji. Problem został rozwiązany poprzez

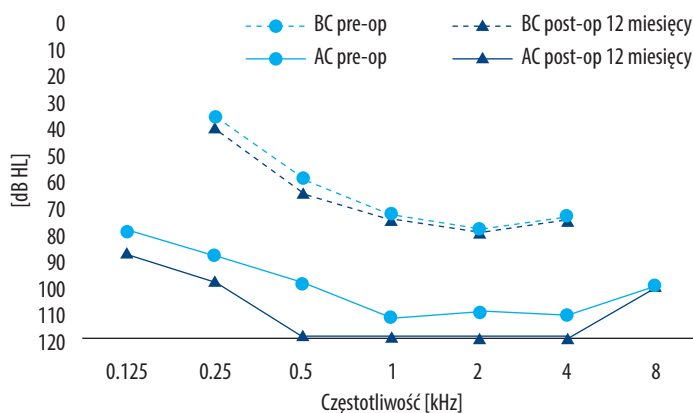
**Tabela 1.** Charakterystyka kliniczna pacjentów  
**Table 1.** Clinical characteristics of the patients

|                                       |  | Pacjenci (n = 19) |
|---------------------------------------|--|-------------------|
| Ucho operowane                        | prawe  | 10 (52,6%)        |
|                                       | lewe   | 9 (47,4%)         |
| Czas trwania niedosłuchu (w latach)   | zakres   | 9–42              |
|                                       | M (SD)   | 22,6 (8,2)        |
| Zawroty głowy                         | tak  | 12 (63,2%)        |
|                                       | nie  | 7 (36,8%)         |
| Szumy uszne w uchu operowanym         | tak  | 15 (78,9%)        |
|                                       | nie  | 4 (21,1%)         |
| Szumy uszne w uchu contra             | tak  | 12 (63,2%)        |
|                                       | nie  | 7 (36,8%)         |
| Poprzednie operacje w uchu operowanym | tak  | 19 (100%)         |
|                                       | stapedotomia   | 15 (78,9%)        |
|                                       | restapedotomia   | 4 (21,1%)         |
|                                       | stapedektomia  | 1 (5,3%)          |
|                                       | myringoossikuloplastyka                                | 2 (10,5%)         |
| Poprzednie operacje w uchu contra     | tak  | 10 (52,6%)        |
|                                       | nie  | 9 (47,4%)         |
| Tomografia komputerowa (CT)           | tak  | 19 (100%)         |
|                                       | nie  | –                 |
| Podejście chirurgiczne                | tyimpanotomia tylna, okienko okrągłe                   | 12 (63,2%)        |
|                                       | tyimpanotomia tylna, poszerzone dojście przezokienkowe | 7 (46,8%)         |
| Model implantu                        | Med-El   | 19 (100%)         |
| Procesor                              | Concerto   | 3 (15,8%)         |
|                                       | Sonata   | 14 (73,7%)        |
|                                       | Synchrony  | 2 (10,5%)         |
| Elektroda                             | Standard   | 3 (15,8%)         |
|                                       | Medium   | 1 (5,3%)          |
|                                       | FlexSoft   | 2 (10,5%)         |
|                                       | Flex 28  | 5 (26,3%)         |
|                                       | Flex 26  | 4 (21,1%)         |
|                                       | Flex 24  | 4 (21,1%)         |
| Zdarzenia niepożądane                 | niepełna insercja elektrody                            | 3 (15,8%)         |
|                                       | stymulacja nerwu twarzewego                            | 1 (5,3%)          |
|                                       | wyciek płynu mózgowo-rdzeniowego                       | 1 (5,3%)          |



**Rycina 1.** Wyniki tomografii komputerowej u 45-letniej kobiety z zaawansowaną otosklerozą: **a)** – przekrój czołowy; **b)** – przekrój poprzeczny; przekrój **a)** pokazuje ogniska otospongiotyczne w błędniku kostnym i cień protezki zastosowanej podczas poprzedniej operacji w innym ośrodku; na przekroju **b)** jest widoczna sklerotyzacja schodów bębienka w zakręcie podstawnym oraz zmiany otospongiotyczne kapsuły kostnej ślimaka

**Figure 1.** CT scan results of a 45-year-old woman with far-advanced otosclerosis: **a)** – coronal; **b)** – axial; cross-section **a)** shows otospongiotic foci in the osseous vagus and the shadow of a prosthesis used in a previous operation at another centre; cross-section **b)** shows sclerotization of the tympanic staircase at the basal turn and otospongiotic lesions of the cochlear bone capsule



**Rycina 2.** Progi słyszenia przedoperacyjne (pre-op) i 12 miesięcy po operacji (post-op); AC – przewodnictwo powietrzne, BC – przewodnictwo kostne

**Figure 2.** Pre- and 12-month-post-operative hearing thresholds; AC – air conduction, BC – bone conduction

zaprogramowanie nowych ustawień implantu i obniżenie poziomu stymulacji dla elektrod 1–9.

## Dyskusja

Celem badania była ocena wyników słuchowych pacjentów z zaawansowaną otosklerozą, którzy zostali poddani implantacji ślimakowej, a wcześniej przeszli operację stapedotomii lub stapedektomii. U pacjentów po operacji pierwotnej następowało stopniowe pogarszanie się słuchu. Ostatecznie jedynym rozwiązaniem pozwalającym na uzyskanie satysfakcjonującego słyszenia była implantacja ślimakowa.

Badana grupa pacjentów spełniała kryteria zaawansowanej otosklerozy zarówno pod względem niskiego progu słyszenia, jak i niskiego poziomu dyskryminacji mowy. Średni próg słyszenia przed operacją wynosił około 108 dB HL dla

przewodnictwa powietrznego, a progi przewodnictwa kostnego były praktycznie niemierzalne. Gdy pacjenci zostali przed operacją poddani badaniu audiometrii słownej w swobodnym polu akustycznym, realizowanym w warunkach ciszy i z dopasowanymi aparatami słuchowymi, to średnio rozpoznawali oni jedynie 6,6% prezentowanych słów, a 15 z 19 pacjentów (79%) nie rozpoznało ani jednego słowa.

Po operacji nastąpiła znacząca poprawa rozumienia mowy. Pacjenci zaopatrzeni w implant ślimakowy rozpoznawali średnio 67,9% materiału słownego (słów jednosylabowych) w warunkach ciszy i 43,8% w warunkach hałasu. Takie wyniki są porównywalne z wynikami uzyskanymi przez innych badaczy. Dumas i wsp. [7] 12 miesięcy po implantacji zaobserwowali u pacjentów z zaawansowaną otosklerozą rozpoznawanie mowy na poziomie średnio 53% dla słów jednosylabowych, 68% dla słów

**Tabela 2.** Średnie progi słyszenia (0,5, 1, 2 i 4 kHz) przed i po implantacji  
**Table 2.** Average hearing thresholds (0.5, 1, 2, and 4 kHz) before and after CI implantation

|                      |          | Min    | Max    | M      | SD    |
|----------------------|----------|--------|--------|--------|-------|
| AC<br>Ucho operowane | przed    | 82,50  | 120,00 | 108,45 | 12,15 |
|                      | 1 mies.  | 108,75 | 120,00 | 118,82 | 3,01  |
|                      | 6 mies.  | 113,75 | 120,00 | 119,34 | 1,60  |
|                      | 12 mies. | 117,50 | 120,00 | 119,54 | 0,95  |
| BC<br>Ucho operowane | przed    | 62,50  | 73,75  | 71,64  | 4,25  |
|                      | 1 mies.  | 73,75  | 73,75  | 73,75  | 0,00  |
|                      | 6 mies.  | 73,75  | 73,75  | 73,75  | 0,00  |
|                      | 12 mies. | 73,75  | 73,75  | 73,75  | 0,00  |
| AC<br>Ucho contra    | przed    | 27,50  | 120,00 | 84,41  | 24,35 |
|                      | 1 mies.  | 65,00  | 120,00 | 86,54  | 18,22 |
|                      | 6 mies.  | 61,25  | 120,00 | 87,87  | 19,69 |
|                      | 12 mies. | 26,25  | 120,00 | 87,85  | 24,30 |
| BC<br>Ucho contra    | przed    | 17,50  | 73,75  | 57,37  | 16,89 |
|                      | 1 mies.  | 35,00  | 76,50  | 59,65  | 14,27 |
|                      | 6 mies.  | 30,00  | 73,75  | 59,78  | 14,08 |
|                      | 12 mies. | 18,75  | 73,75  | 59,08  | 16,16 |

Opis: min – minimum; max – maksimum; M – średnia; SD – odchylenie standardowe; AC – przewodnictwo powietrzne; BC – przewodnictwo kostne.

dwusylabowych i 76% dla zdań. Lepsze wyniki przedstawił Kabbara i wsp. [17], którzy przebadali trzy grupy pacjentów z zaawansowaną otosklerozą: 1) pierwotnie poddanych stapedotomii, 2) pierwotnie poddanych implantacji ślimakowej, 3) wtórnie poddanych implantacji (po wcześniejszej stapedotomii). Około 12 miesięcy po operacji rozpoznawanie słów w tych grupach pacjentów wynosiło odpowiednio 51%, 75% i 72%. Zatem zarówno wyniki uzyskane w niniejszym badaniu, jak i te pokazane przez innych badaczy, wskazują, że implantacja ślimakowa jest bardzo skuteczną metodą leczenia zaawansowanej otosklerozy, nawet jeśli nie jest pierwotną metodą leczenia. Wcześniejsza operacja chirurgiczna strzemiączka nie wyklucza dalszej implantacji ślimakowej u pacjentów z otosklerozą.

Według van Loon i wsp. [18] miarą sukcesu w leczeniu pacjentów z otosklerozą jest wynik rozumienia mowy mierzony w swobodnym polu akustycznym. Progi słyszenia uzyskane z audiometrii tonalnej nie wskazują jakości funkcjonowania osoby niedosłyszącej w codziennym życiu. Rozumienie mowy, czyli w praktyce pomiarowej procent rozpoznawanych słów, jest w tym wypadku lepszą miarą. Jednak zakres diagnozy można by jeszcze poszerzyć o jakość życia subiektywnie odczuwaną przez pacjenta. Niepełnosprawność spowodowana ubytkiem słuchu jest długotrwała i ma poważne konsekwencje psychospołeczne w kontekście ogólnego funkcjonowania. Takie badania były już prowadzone w grupach pacjentów z otosklerozą poddanych stapedotomii oraz pacjentów po implantacji ślimakowej [12,19–21].

Operacja wszczepienia implantu przeprowadzana przez doświadczonego otochirurga jest bezpieczną procedurą, lecz jak przy każdej interwencji chirurgicznej mogą wystąpić zdarzenia niepożądane. Jednym z możliwych powikłań implantacji ślimakowej jest stymulacja nerwu twarzowego, a wśród naszych 19 zaimplantowanych pacjentów zdarzyło się to w jednym przypadku. Problem ten został rozwiązany poprzez zmianę strategii dopasowania systemu implantu i zmniejszenie poziomu stymulacji niektórych elektrod [19]. W tym kontekście warto wspomnieć, że Van Horn i wsp. [22] dokonali przeglądu systematycznego 37 artykułów dotyczących 5694 pacjentów z ubytkiem słuchu o różnej etiologii i stwierdzili, że do stymulacji nerwu twarzowego towarzyszącej implantacji ślimakowej dochodziło przeciętnie w 5,6% przypadków. Co interesujące, w dodatkowej metaanalizie autorzy ci wykazali, że pacjenci z otosklerozą byli znacznie bardziej narażeni na niepożądaną stymulację nerwu twarzowego w porównaniu z pacjentami z ubytkiem słuchu o innej etiologii (iloraz szans 13,7). Do prawdopodobnych mechanizmów leżących u podstaw stymulacji nerwu twarzowego podczas implantacji ślimakowej należą: cechy układu elektrod, zmiany kostne w ślimaku po implantacji oraz predyspozycje do chorób kości w okresie przedimplantacyjnym [22]. Tuset i wsp. [23] wskazują na wyższe przewodnictwo kości gąbczastej jako na czynnik mogący prowadzić do niepożądanego stymulacji nerwu twarzowego. Autorzy stwierdzili, że na podstawie przedoperacyjnych skanów CT można przewidzieć prawdopodobieństwo stymulacji nerwu twarzowego dzięki obserwacji umiejscowienia ognisk otosklerotycznych w pobliżu kanału nerwu twarzowego.

W niniejszym badaniu tomografia komputerowa została wykonana u wszystkich 19 pacjentów. Jest ona uważana za technikę obrazowania z wyboru w diagnostyce otosklerozy [24]. Maxwell i wsp. [25] stwierdzili, że u pacjentów z otosklerozą poddawanych pierwotnie stapedotomii czułość CT wynosiła tylko 47,1%. Wegner i wsp. [26], w przeglądzie systematycznym dotyczącym wartości diagnostycznej tomografii komputerowej w przypadku otosklerozy, oszacowali, że jej czułość wynosi między 60% a 95%. Autorzy uznali, że przedoperacyjna tomografia komputerowa może nie być konieczna do potwierdzenia rozpoznania otosklerozy i powinna być zarezerwowana dla pacjentów z dodatkowymi nieprawidłowościami. W naszej opinii u pacjentów z zaawansowaną otosklerozą tomografia komputerowa jest bardzo przydatna do lokalizacji ognisk otosklerotycznych.

W badaniu własnym odnotowano niewielki odsetek zdarzeń niepożądanych. W jednym uchu nastąpił wyciek płynu mózgowo-rdzeniowego (ang. *oozing*). Jak podaje Hashemi i wsp., wyciek płynu mózgowo-rdzeniowego podczas implantacji ślimakowej występuje w około 1–5% przypadków [27]. Obecność wad rozwojowych ucha

wewnętrznego zwiększa ryzyko takiego zdarzenia [28]. Niepełna insercja elektrody miała miejsce w trzech przypadkach. Tego typu zdarzenie może być spowodowane dysplazją kostną, kostnieniem błędnika i anomaliami w uchu wewnętrznym, ale może również wystąpić, gdy nie ma widocznych dowodów na niedrożność [29].

Podsumowując, wyniki uzyskane u pacjentów z zaawansowaną otosklerozą były satysfakcjonujące. Zdarzenia niepożądane były rzadkie. Jeden przypadek wycieku płynu mózgowo-rdzeniowego i jeden przypadek stymulacji nerwu twarzewego zostały skutecznie opanowane i nie wystąpiły żadne dalsze konsekwencje. Rok po operacji pacjenci wykazywali dobre rozumienie mowy – znacząco lepsze niż przed wszczęciem implantu ślimakowego.

## Wnioski

Leczenie zaawansowanej otosklerozy może polegać na wszczęciu implantu ślimakowego. Pacjenci, u których wcześniej wykonano stapedotomię lub stapedektomię, ale których słuch znacząco się pogorszył, mogą osiągnąć dobre rozumienie mowy dzięki implantacji ślimakowej.

## Piśmiennictwo

1. Tange RA. A Treatise on Otosclerosis and its Treatment. Amsterdam: Kugler Publications; 2019; <https://doi.org/10.5152/iao.2019.5512>.
2. Skarżyński PH, Dziendziel B, Gos E, Włodarczyk E, Miaskiewicz B, Rajchel JJ i wsp. Prevalence and severity of tinnitus in otosclerosis: preliminary findings from validated questionnaires. *J Int Adv Otol*, 2019; 15(2): 277–82; <https://doi.org/10.5152/iao.2019.5512>
3. Batson L, Rizzolo D. Otosclerosis: an update on diagnosis and treatment. *JAAPA*, 2017; 30(2): 17–22; <https://doi.org/10.1097/01.JAA.0000511784.21936.1b>.
4. Skarżyński H. Surgical treatment of otosclerosis: expanding indications and new recommendations. *J Hear Sci*, 2018; 8(1): 9–12; <https://doi.org/10.17430/1002980>.
5. House HP, Sheehy JL. Stapes surgery: selection of the patient. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 1961; 70: 1062–8; <https://doi.org/10.1177/000348946107000411>.
6. Calmels M-N, Viana C, Wanna G, Marx M, James C, Deguine O i wsp. Very far-advanced otosclerosis: stapedotomy or cochlear implantation. *Acta Otolaryngol*, 2007; 127(6): 574–8; <https://doi.org/10.1080/00016480600987768>.
7. Dumas AR, Schwalje AT, Franco-Vidal V, Bébéar JP, Darrouzet V, Bonnard D. Cochlear implantation in far-advanced otosclerosis: hearing results and complications. *Acta Otorhinolaryngol Ital*, 2018; 38(5): 445–52; <https://doi.org/10.14639/0392-100X-1442>.
8. Dziendziel B, Skarżyński H, Gos E, Skarżyński PH. Changes in hearing threshold and tinnitus severity after stapes surgery: which is more important to the patient's quality of life? *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec*, 2019; 81(4): 224–33; <https://doi.org/10.1159/000500992>.
9. Luca M, Massimilla EA, Americo M, Michele N, Donadio A, Gaetano M. Stapes surgery in far-advanced otosclerosis. *Ear Nose Throat J*, 2021; 1455613211013093; <https://doi.org/10.1177/01455613211013093>.
10. Odat H, Kanaan Y, Alali M, Al-Qudah M. Hearing results after stapedotomy for otosclerosis: comparison of prosthesis variables. *J Laryngol Otol*, 2021; 135(1): 28–32; <https://doi.org/10.1017/S0022215120002595>.
11. Skarżyński H, Kordowska K, Skarżyński PH, Gos E. Results of stapedotomy in otosurgical treatment of adult patients with osteogenesis imperfecta. *Auris Nasus Larynx*, 2019; 46(6): 853–8; <https://doi.org/10.1016/j.anl.2019.04.001>.
12. Skarżyński H, Dziendziel B, Gos E, Skarżyński PH. Audiometric and self-reported outcomes in patients with otosclerosis and a small air-bone gap after stapes surgery. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec*, 2023; 1–9; <https://doi.org/10.1159/000528260>.
13. Abdurehim Y, Lehmann A, Zeitouni AG. Stapedotomy vs cochlear implantation for advanced otosclerosis: systematic review and meta-analysis. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2016; 155(5): 764–70; <https://doi.org/10.1177/0194599816655310>.
14. Assiri M, Khurayzi T, Alshalan A, Alsanosi A. Cochlear implantation among patients with otosclerosis: a systematic review of clinical characteristics and outcomes. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2022; 279(7): 3327–39; <https://doi.org/10.1007/s00405-021-07036-5>.
15. Skarżyński H, Matusiak M, Piotrowska A, Skarżyński PH. Surgical techniques in partial deafness treatment. *J Hear Sci*, 2012; 2(3): 9–13; <https://doi.org/10.17430/883508>.
16. Skarżyński H, Lorens A, Piotrowska A. A new method of partial deafness treatment. *Med Sci Monit*, 2003; 9(4): CS20-24.
17. Kabbara B, Gauche C, Calmels M-N, Lepage B, Escude B, Deguine O i wsp. Decisive criteria between stapedotomy and cochlear implantation in patients with far advanced otosclerosis. *Otol Neurotol*, 2015; 36(3): e73–78; <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000000692>.
18. Loon MC van, Merkus P, Smit CF, Smits C, Witte BI, Hensen EF. Stapedotomy in cochlear implant candidates with far advanced otosclerosis: a systematic review of the literature and meta-analysis. *Otol Neurotol*, 2014; 35(10): 1707–14; <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000000637>.

19. Karwat M, Walkowiak A, Lorens A, Obrycka A, Skarżyński H. Ocena wpływu zmiany kształtu impulsu stymulującego na stymulację nerwu twarzowego u dzieci korzystających z implantu ślimakowego. *Now Audiofonol*, 2021; 10(2): 25–31; <https://doi.org/10.17431/10.2.3>.
20. Obrycka A, Padilla J-L, Lorens A, Skarzynski PH, Skarzynski H. Validation of AQoL-8D: a health-related quality of life questionnaire for adult patients referred for otolaryngology. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2022; 279(2): 653–62; <https://doi.org/10.1007/s00405-021-06689-6>.
21. Skarżyński H. Surgical treatment of otosclerosis: expanding indications and new recommendations. *J Hear Sci*, 2018; 8(1): 9–12; <https://doi.org/10.17430/1002980>.
22. Van Horn A, Hayden C, Mahairas AD, Leader P, Bush ML. Factors influencing aberrant facial nerve stimulation following cochlear implantation: a systematic review and meta-analysis. *Otol Neurotol*, 2020; 41(8): 1050–9; <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000002693>.
23. Tuset M-P, Baptiste A, Cyna Gorse F, Sterkers O, Nguyen Y, Lahlou G i wsp. Facial nerve stimulation in adult cochlear implant recipients with far advanced otosclerosis. *Laryngoscope*, 2023; 8(1): 220–9; <https://doi.org/10.1002/lio2.984>.
24. Merkus P, Loon MC van, Smit CF, Smits C, Cock AFC de, Hensen EF. Decision making in advanced otosclerosis: an evidence-based strategy. *Laryngoscope*, 2011; 121(9): 1935–41; <https://doi.org/10.1002/lary.21904>.
25. Maxwell AK, Shokry MH, Master A, Slattery WH. Sensitivity of high-resolution computed tomography in otosclerosis patients undergoing primary stapedotomy. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 2020; 129(9): 918–23; <https://doi.org/10.1177/0003489420921420>.
26. Wegner I, Waes AMA van, Bittermann AJ, Buitinck SH, Dekker CF, Kurk SA i wsp. A systematic review of the diagnostic value of CT imaging in diagnosing otosclerosis. *Otol Neurotol*, 2016; 37(1): 9–15; <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000000924>.
27. Hashemi SB, Bozorgi H, Kazemi T, Babaei A. Cerebrospinal fluid gusher in cochlear implant and its associated factors. *Acta Otolaryngol*, 2020; 140(8): 621–5; <https://doi.org/10.1080/00016489.2020.1751276>.
28. Dalgic A, Atsal G, Ceylan ME, Aydın E, Adibelli ZH, Edizer DT i wsp. Cerebrospinal fluid gusher in cochlear implantation and its association with inner-ear malformations. *J Int Adv Otol*, 2022; 18(6): 478–81; <https://doi.org/10.5152/iao.2022.21441>.
29. Lee J, Nadol JB, Eddington DK. Factors associated with incomplete insertion of electrodes in cochlear implant surgery: a histopathologic study. *Audiol Neurootol*, 2011; 16(2): 69–81; <https://doi.org/10.1159/000316445>.