



**WSPÓŁCZESNE MOŻLIWOŚCI POPRAWY SŁUCHU**  
**I KOMUNIKACJI JĘZYKOWEJ**

**Modern possibilities of hearing and language communication improvement**

**Henryk Skarżyński, Artur Lorens**

Międzynarodowe Centrum Słuchu i Mowy  
Instytutu Fizjologii i Patologii Słuchu w Warszawie  
[a.lorens@ichs.pl](mailto:a.lorens@ichs.pl)

**STRESZCZENIE**

Wprowadzenie do praktyki klinicznej elektronicznych protez wszczepialnych stworzyło nowe możliwości poprawy słuchu i komunikacji językowej dla szerokiej grupy pacjentów. Obecnie różnego rodzaju implanty są stosowane jako protezy wszczepiane do ucha zewnętrznego, kości skroniowej, ucha środkowego oraz ucha wewnętrznego i pnia mózgu. Pozwala to dzięki odpowiednio dobranej stymulacji akustycznej, elektrycznej lub elektryczno-akustycznej poprawić efektywnie możliwości słuchowe i wprowadzić osobę głuchą od urodzenia w świat dźwięku, a ogłuchłą w późniejszym czasie do tego świata przywrócić.

**1. WPROWADZENIE**

Zaburzenia słuchu mogą występować u osób w różnym wieku. Etiologia uszkodzeń słuchu jest niezwykle złożona i obejmuje zarówno wady wrodzone jak i nabyte. Wśród schorzeń nabytych najczęstszy wpływ na powstanie zaburzeń słuchu mają infekcje górnych dróg oddechowych i hałas, który może być przyczyną m.in. urazów akustycznych. Prowadzi to do różnorodnych niedosłuchów i całkowitej głuchoty. Rozwój nowych technologii i technik medycznych pozwala dziś na operacyjne leczenie prawie każdego uszkodzenia ucha środkowego oraz stwarza możliwość niesienia efektywnej pomocy w uszkodzeniach ucha wewnętrznego – całkowitej i częściowej głuchocie. Decydujący wpływ na rozwój otocirurgii, audiologii, inżynierii biomedycznej i psychoakustyki miało zastosowanie elektronicznych protez wszczepialnych: implantów ślimakowych, pniowych oraz implantów ucha środkowego.

**2. SYSTEM IMPLANTU ŚLIMAKOWEGO**

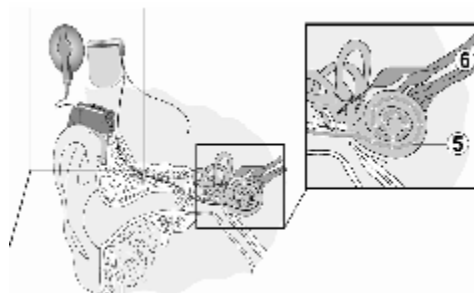
Implant ślimakowy jest jednym z największych osiągnięć medycyny i techniki ostatnich 30 lat. Dzięki niemu można znacząco podnieść jakość życia u różnych grup

pacjentów. Implant stwarza realną szansę na wejście w świat dźwięków dzieciom z całkowitą głuchotą, które nie słyszały od urodzenia. Osobom, które słyszały od urodzenia, ale utraciły z różnych przyczyn słuch, daje możliwość powrotu do świata dźwięków. Wreszcie osobom niedosłyszącym, u których aparaty słuchowe nie dają zadawalających efektów, może w sposób istotny poprawić rozumienie mowy.

## 2.1 SŁUCH ELEKTRYCZNY

W przypadku całkowitej głuchoty i głębokich niedosłuchów odbiorczych o lokalizacji ślimakowej mechanizm transformacji dźwięku na pobudzenie neuronalne, który dokonuje się w uchu wewnętrznym nie funkcjonuje z powodu uszkodzenia większości komórek słuchowych. Zasada działania systemu implantu ślimakowego polega na odpowiedniej stymulacji elektrycznej zakończeń nerwu słuchowego w celu jego pobudzenia. Funkcja komórek słuchowych zastępowana jest zatem stymulacją elektryczną. W ten sposób możliwe jest ominięcie uszkodzonego ucha wewnętrznego, a dla potrzeb odbioru dźwięku wykorzystany jest pozaślimakowy, prawidłowo funkcjonujący odcinek drogi słuchowej. Powstały w wyniku stymulacji elektrycznej słuch określa się często jako słuch elektryczny.

Nowoczesny system implantu ślimakowego złożony jest z części wewnętrznej - implantu, składającego się z odbiornika i stymulatora elektrycznego we wspólnej obudowie wraz z wiązką elektrod oraz z części zewnętrznej - cyfrowego, wielokanałowego procesora mowy (Rys. 1).



*Rys. 1 Schemat systemu implantu ślimakowego*

Część wewnętrzna jest wszczepiana operacyjnie: kapsuła implantu umieszczana jest w niszy w kości skroniowej i przykryta płatem skórny, wiązka elektrod wprowadzana jest do ślimaka. Część zewnętrzna, wielokanałowy procesor mowy przetwarza dźwięk na bodziec elektryczny zgodnie z określonym algorytmem zwanym strategią kodowania mowy. Przetworzony sygnał cyfrowy przesyłany jest za pośrednictwem fal radiowych przez skórę do implantu. Znajdujące się w implancie źródła prądowe zapewniają odpowiednia stymulacje nerwu słuchowego.

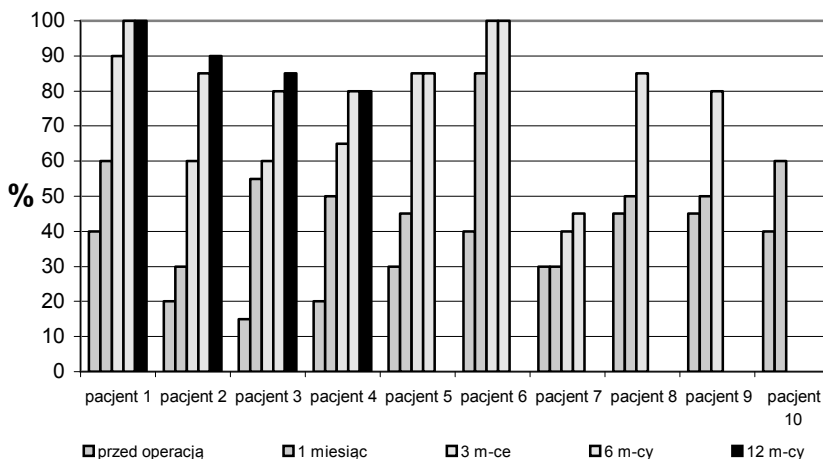
Program leczenia całkowitej głuchoty i głębokich niedosłuchów z wykorzystaniem implantów ślimakowych został zapoczątkowany w Polsce przez H. Skarżyńskiego. Do chwili obecnej około 600 pacjentów zostało zaimplantowanych w ramach realizowanego w Instytucie Fizjologii i Patologii Słuchu Programu Implantów Ślimakowych. Bardzo dobre wyniki w rozumieniu mowy uzyskiwane przez znaczną grupę pacjentów implantowanych,

tak dorosłych jak i dzieci, pozwalają twierdzić, że implant ślimakowy jest bezpieczna i skuteczną metodą powrotu do świata dźwięku.

## 2.2 SŁUCH ELEKTRYCZNO-AKUSTYCZNY

Poza nowymi możliwościami leczenia znajdowała się do tej pory liczna grupa pacjentów w różnym wieku, u których niedosłuch charakteryzuje się prawidłową czułością, bądź niewielkim obniżeniem czułości słuchu w zakresie niskich częstotliwości przy prawie całkowitej głuchocie w zakresie wysokich. Ten rodzaj ubytku słuchu można określić mianem „częściowej głuchoty”. U pacjentów tych wielokrotnie podejmowane próby protezowania za pomocą aparatów słuchowych nie dają efektu. Brak czułości słuchu dla wysokich częstotliwości nie pozwala na wystarczającą kompensację ubytku słuchu na drodze akustycznego wzmocnienia dźwięku realizowanego przez aparat słuchowy. Nie byli oni też dotychczas kwalifikowani do wszczęcia implantu ślimakowego, ponieważ istniała obawa, że podczas operacji zniszczony zostanie sprawnie funkcjonujący fragment ślimaka. Badania prowadzone w ostatnich latach w Instytucie Fizjologii i Patologii Słuchu wykazały, że zastosowanie stymulacji elektrycznej za pośrednictwem implantu ślimakowego przywracającej słyszenie wysokich częstotliwości przy jednoczesnym zachowaniu czułości słuchu pacjenta dla niskich częstotliwości stanowi nową skuteczną metodę leczenia częściowej głuchoty. Łącząc jednoczasową stymulację elektryczną realizowaną za pomocą systemu implantu ślimakowego, ze stymulacją akustyczną, uzyskaną dzięki wykorzystaniu sprawniej części ślimaka tworzy się u pacjentów z częściową głuchotą słuch elektryczno-akustyczny.

Nową metodę leczenia częściowej głuchoty zastosowano u 10 pacjentów. Uzyskane wyniki zrozumienia mowy (Rys 2) umożliwiły pacjentom całkowite przywrócenie zdolności komunikacji werbalnej z otoczeniem.



Rys. 2 Wyniki rozumienia mowy w teście słów jednosylabowych u pacjentów z częściową głuchotą.

## 3. IMPLANT PNIOWY

System implantu pniowego wskazany jest w przypadku obustronnej głuchoty spowodowanej zniszczeniem obu nerwów słuchowych. Obecnie jedynym wskazaniem klinicznym wykorzystywanym w praktyce jest stosowanie tego typu rozwiązania po usunięciu guzów w przebiegu neurofibromatozy typu drugiego (NF2). Wstępem do procedury wszczepienia implantu do pnia mózgu jest usunięcie nerwiaka nerwu słuchowego. Następnie wykonywana jest próba elektrostymulacji jąder nerwu słuchowego w pniu mózgu. Po zarejestrowaniu odpowiedzi na bodziec elektryczny z pnia mózgu i określeniu optymalnej lokalizacji jąder nerwu słuchowego, na ich powierzchni jest układana matryca elektrod. Za jej pośrednictwem prowadzona jest stymulacja elektryczna jąder nerwu słuchowego w celu wywołania wrażeń słuchowych

Systemy implantów wszczepianych do pnia mózgu charakteryzują się podobną budową i zasadą działania co implanty ślimakowe. Zasadniczą różnicą jest kształt matrycy elektrod. Ma ona za zadanie stymulację jąder brzusznych i grzbietowych nerwu ślimakowego usytuowanych w pniu mózgu. Pierwszego w Polsce wszczepienia implantu do pnia mózgu dokonał H. Skarżyński i wsp. w 1998 r. W ramach stworzonego i prowadzonego Programu Implantów Pniowych zoperowano 3 pacjentów. W dwóch przypadkach osiągnięto pełne przywrócenie zdolności komunikacji werbalnej.

#### **4. IMPLANT UCHA ŚRODKOWEGO**

U wielu pacjentów korzystanie z aparatów słuchowych może być utrudnione, a czasem nawet niemożliwe z powodu występowania niekorzystnych zjawisk, takich jak m.in. efekt okluzji (efekt zatkanego ucha), nienaturalne brzmienie własnego głosu, występowanie sprzężeń zwrotnych (piszczenie aparatu), odczyny zapalne i alergiczne wywołane obecnością aparatu lub wkładki usznej w kanale słuchowym, brak dostatecznego wzmocnienia w stosowanych aparatach. Dla znacznej grupy pacjentów również wielkość aparatów słuchowych i ich widoczność stanowią niemały problem psychologiczny, prowadząc często do rezygnacji z aparatu. Aby uniknąć tych niedogodności, wprowadzono do praktyki klinicznej implanty wszczepiane do ucha środkowego. Są one dla wielu pacjentów jedyną szansą na efektywną poprawę w codziennym komunikowaniu się z otoczeniem. Pierwszy w Polsce implant ucha środkowego został wszczepiony 10 grudnia 2003 w Międzynarodowym Centrum Słuchu i Mowy Instytutu Fizjologii i Patologii Słuchu w Kajetanach. Implant ucha środkowego – Vibrant Soundbridge (VSB) firmy Med-El składa się z dwóch części: wszczepianej chirurgicznie części wewnętrznej, zawierającej przetwornik elektro-magnetyczny (FTM) oraz części zewnętrznej – audioprocesora. FTM mocowany jest na kowadełku - jednej z kosteczek ucha środkowego. W odróżnieniu od konwencjonalnych aparatów słuchowych, które wzmocniają dźwięk i przekazują go do układu słuchowego poprzez kanał słuchowy zewnętrzny i błonę bębenkowa, system implantu ucha środkowego przekazuje wzmocniony dźwięk bezpośrednio do układu kosteczek ucha środkowego za pośrednictwem FTM. Dzięki temu sygnał przekazywany jest do ucha wewnętrznego bez efektu okluzji kanału słuchowego oraz z wyeliminowaniem sprzężenia zwrotnego. Jakość dźwięku jest tym samym znacznie lepsza niż przy stosowaniu konwencjonalnych aparatów słuchowych.

53-letni pacjent u którego wszczepiono implant ucha środkowego z powodu obustronnej wady słuchu korzystał do tej pory z aparatów słuchowych. Jednak z powodu dużego dyskomfortu wynikającego z efektu okluzji i sprzężeń zwrotnych korzyści z aparatowania były w sposób istotny ograniczone. Wyniki rozumienia mowy uzyskane po

wszczepieniu implantu ucha środkowego świadczą o znaczącej poprawie zdolności komunikacji werbalnej

## 5. PODSUMOWANIE

Zastosowanie elektronicznych protez słuchu stwarza nowe możliwości terapeutyczne. Stanowi szansę na znaczą poprawę słuchu i komunikacji językowej dla dużej grupy pacjentów.

## LITERATURA

1. BREDBERG G, LINDSTROM B, LOPPONEN H, SKARZYNSKI H, HYODO M, SATO H. Electrodes for ossified cochleas. *Am J Otol. Nov*;18(6 Suppl):42-3. 1997
2. HELMS J, MULLER J, SCHON F, MOSER L, ARNOLD W, JANSSEN T, RAMSDEN R, VON ILBERG C, KIEFER J, PFENNIGDORF T, GSTOTTNER W, BAUMGARTNER W, EHRENBARGER K, SKARZYNSKI H, RIBARI O, THUMFART W, STEPHAN K, MANN W, HEINEMANN M, ZOROWKA P, LIPPERT KL, ZENNER HP, BOHNDORD M, HUTTENBRINK K, HOCHMAIR-DESoyer I, ET AL. Evaluation of performance with the COMBI40 cochlear implant in adults: a multicentric clinical study. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec.* **59(1)**:23-35, 1997
3. LORENS A., ŚLIWA L., WALKOWIAK A. (1999) Principle of speech processor fitting in the programme of rehabilitation of children after cochlear implantation, *New Medicine*, **3**, 33-35, 1999
4. LORENS, A. GEREMEK, A. WALKOWIAK A., SKARZYŃSKI H. "Residual acoustic hearing in the ear before and after cochlear implantation". Proceedings of 4<sup>th</sup> European Congress of Oto-Rhino-Laryngology Head and Neck Surgery, Klaus Jahnke, Markus Fischer; Monduzzi Editore, Italy., **I**, 135-138, , 2000.
5. LORENS A., SKARZYŃSKI H., PIOTROWSKA A., WALKOWIAK A., ŚLIWA L. Objective methods of post-operative tests in cochlear implant patients, *International Congress Series, Elsevier*, **1240**, 379-383, 2003
6. LORENS A., WALKOWIAK A., PIOTROWSKA A., SKARZYŃSKI H, ANDERSON I.: ESRT and MCL correlations in experienced paediatric cochlear implant users; *Cochlear Implants International*, **5(1)**, 28-37, 2004
7. NIPARKO J. K.: *Cochlear Implants. Principles & Practices*, Lippincott Williams & Wilkins, 2000
8. SKARZYŃSKI H., JANCZEWSKI G. GEREMEK A, NIEMCZYK K., KLASEK O., KOCHANEK K.: Pierwszy wszczep ślimakowy w Polsce. *Otolaryngol Pol.*; **47(5)**, 427, 1993
9. SKARZYŃSKI H, JANCZEWSKI G, NIEMCZYK K, GEREMEK A.: Cochlear implants: state of knowledge, prospects, indications for implantation *Otolaryngol Pol.*; **47(5)**:444-51, 1993
10. SKARZYŃSKA B, SKARZYŃSKI H, NIEMCZYK K., Brain stem implantable electrodes in management of total deafness after removal of acoustic neuroma-a review of operative approaches. *Folia Morphol (Warsz.)*; **55(4)**:442-3, 1996
11. SKARZYŃSKI H., ŚLIWA L., SZUCHNIK J., LORENS A., SENDERSKI A., ZAWADZKI R.: Auditory skills development in a patient provided with auditory brainstem implant. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, **59(3)** 228, 1999

12. SKARŻYŃSKI H., SZUCHNIK J., LORENS A., ZAWADZKI R.: First Auditory brainstem implantation in Poland: auditory perception results over 12 months. *The Journal of Laryngology & Otology.*, **114**, 44-45, 2000
13. SKARŻYŃSKI H., LORENS A., D'HAESE P. : Preservation of residual hearing in children and post-lingually deafened adults after cochlear implantation: An initial study. *ORL J. Otorhinolaryngol. Relat. Spec.* **64(4)**: 247-53, 2002
14. SKARŻYŃSKI H., PIOTROWSKA A., LORENS A. : Application of electric-acoustic stimulation in patients with profound hearing loss-case study, *International Congress Series, Elsevier* , **1240**, 291-295, 2003
15. SKARŻYŃSKI H., LORENS A. PIOTROWSKA A.: A new method of partial deafness treatment. *Medical Science Monitor.* **9(4)**:20-4, 2003
16. WALTZMAN S.B, COHEN N.L: *Cochlear Implants*, Thieme, New York, 2000.
17. WYSOCKI J, SKARŻYŃSKI H: Distances between the cochlea and adjacent structures related to cochlear implant surgery. *Surg Radiol Anat.*; **20(4)**: 267-71, 1998