

Adam Walkowiak, Artur Lorens, Lech Śliwa

Zakład Naukowo-Wdrożeniowy Techniki Medycznej i Akustyki,
Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Warszawa

Implantowanie obuuszne – perspektywy poprawy jakości słyszenia u osób implantowanych

**Bilateral implantation
– new chances for improvement of hearing in implanted persons**

Słowa kluczowe: implant ślimakowy, implantowanie obuuszne.
Key words: cochlear implant, bilateral implantation.

Streszczenie

W pracy przedstawiono informacje na temat zastosowania implantacji obustronnej w leczeniu głębokiego niedosłuchu i głuchoty. Omówiono potencjalne korzyści wynikające z przywrócenia słuchu obuusznego za pomocą dwustronnego wszczepu ślimakowego. Zaprezentowano wybrane wyniki badań nad tą metodą. Zasygnalizowano problemy techniczne i kliniczne, które wymagają rozstrzygnięcia, zanim implantacja obuuszna zostanie wdrożona na szerszą skalę.

Summary

The authors present a review of research on application of bilateral cochlear implantation in the treatment of total deafness. Attention is given to the benefits of binaural hearing, restored by means of bilateral implantation. A selection of research results is presented. The authors hint at technical and clinical problems that should be solved before bilateral implantation is widely implemented.

Obecnie powszechnie uważa się, że najskuteczniejszą metodą leczenia głuchoty lub głębokiego niedosłuchu jest wszczepienie implantu ślimakowego. Od pierwszych prób stymulacji nerwu słuchowego minęło już ponad 40 lat i początkowe obawy związane ze stosowaniem implantów słuchowych można uznać za nieuzasadnione. W ostatnich 10 latach byliśmy świadkami postępu, który dokonał się w otolaryngologii, a także w technologii elektronicznej i wiedzy o elektrycznej stymulacji nerwu słuchowego. Wprowadzenie na szeroką skalę wielokanałowych cyfrowych systemów implantów ślimakowych w miejsce jednokanałowych analogowych i opracowanie coraz doskonalszych metod przetwarzania sygnału na bodziec elektryczny stworzyło warunki do rutynowego stosowania w praktyce klinicznej tego typu protezy słuchowej. Ze względu na konieczność chirurgicznej ingerencji w delikatne struktury ucha wewnętrznego, a co za tym idzie możliwość ich uszkodzenia, przyjęto jako standard postępowania implantację jednostronną. Drugie ucho pozostawiane jest do ewentualnego wykorzystania w przyszłości, kiedy to dalszy postęp doprowadzi do powstania nowych możliwości.

Analizując wyniki osiągnięte przez pacjentów implantowanych można stwierdzić, że na skutek stosowania stymulacji elektrycznej nerwu słuchowego możliwe jest osiągnięcie określonego zakresu percepcji słuchowej. Słuch elektryczny dla części pacjentów jest szansą ich powrotu do świata dźwięku, umożliwiając im komunikację werbalną w różnych warunkach akustycznych włącznie z konwersacją telefoniczną, czerpaniem przyjemności z odbioru muzyki czy percepcją większości dźwięków otoczenia. Wielu jednak pacjentów doświadcza pewnych ograniczeń w nowym słyszeniu. Pacjenci postlingwalni, czyli tacy, którzy stracili słuch po wykształceniu się u nich mowy i posiadający zachowaną pamięć słuchową, skarżą się na brak naturalności w brzmieniu dźwięków. Niektórzy napotykać wyraźne trudności w rozumieniu mowy w obecności sygnału zakłócającego, inni mają kłopoty z rozumieniem nawet w idealnych warunkach odsłuchowych. Problemem dotykającym wszystkich pacjentów jest praktycznie brak możliwości lokalizacji źródła dźwięku, wynikający ze specyfiki słyszenia jednostronnego.

W dalszym ciągu konieczne jest zatem prowadzenie prac naukowo-badawczych w poszukiwaniu nowych rozwiązań ukierunkowanych na wyeliminowanie dotychczasowych ograniczeń słyszenia elektrycznego. Jedną z takich nowych koncepcji jest idea implantacji dwustronnej.

I. CEL PRACY

W niniejszej pracy przedstawiono korzyści mogące wynikać z zastosowania obustronnej implantacji.

II. KORZYŚCI WYNIKAJĄCE ZE SŁYSZENIA OBUUSZNEGO

Do podstawowych korzyści wynikających ze słyszenia obuuszne można zaliczyć lokalizację oraz obniżenie progu maskowania.

Termin „lokalizacja” odnosi się do oceny kierunku i odległości źródła dźwięku. Dźwięk dochodzący do dalszego ucha jest opóźniony w czasie względem dźwięku dochodzącego do bliższego ucha i ma mniejsze natężenie. Istnieją zatem dwa możliwe rodzaje czynników umożliwiających określenie położenia źródła dźwięku: międzyuszna różnica czasu (*Interaural Time Difference – ITD*) oraz międzyuszna różnica natężenia (*Interaural Intensity Difference – IID*).

Maskowanie jest procesem, w wyniku którego próg słyszalności jednego dźwięku (tzw. „sygnału”) wzrasta na skutek obecności innego dźwięku (tzw. „maskera”). W przypadku słyszenia obuuszne próg maskowania sygnału może być znacznie niższy od progu wyznaczanego przy odsłuchu jednousznym. Zjawisko to obserwowane jest dla sygnałów sinusoidalnych, a także dla dźwięków złożonych, impulsów i sygnału mowy. Wydaje się regułą, że gdy różnice faz lub różnice poziomów sygnałów w obydwu uszach są różne od odpowiednich różnic faz i poziomów maskerów, wówczas zdolność detekcji i identyfikacji sygnałów polepsza się w porównaniu z sytuacją, gdy sygnały i maskery w obydwu uszach mają takie same fazy i takie same różnice poziomów lub gdy do detekcji i identyfikacji wykorzystywane jest tylko jedno ucho.

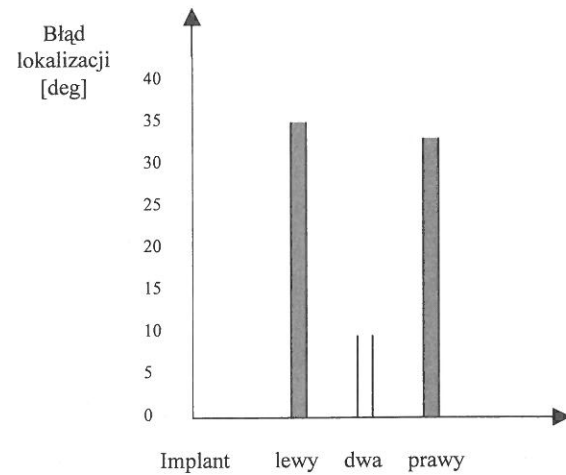
III. POTENCJALNE KORZYŚCI WYNIKAJĄCE Z OBUUSZNEGO IMPLANTOWANIA

Implant ślimakowy jest elektrycznym stymulatorem nerwu słuchowego. Ponieważ stymuluje on peryferyjne obszary drogi słuchowej, można przyjąć, że procesy zachodzące w wyższych partiach drogi słuchowej mogą przebiegać podobnie jak w przypadku słuchu fizjologicznego, o ile stymulacja elektryczna dostarcza wystarczającą ilość informacji o strukturze czasowo-natężeniowej dźwięku. Przy takim założeniu można przyjąć, że obustronne implantowanie może przywrócić opisywane powyżej cechy słyszenia obuuszne.

Wydaje się, że proces wykrywania różnic czasowych i natężeniowych, odbywający się na poziomie kompleksu oliwki górnej, może być częściowo przywrócony w wyniku obuusznej stymulacji elektrycznej nerwów słuchowych [Lawson (i in.) 1996; Van Hoesel, Clark 1995].

Informacje o różnicach w intensywności dźwięków dostarczane do drogi słuchowej są częściowo zredukowane i zniekształcone przez układy automatycznej regulacji wzmocnienia i małą dynamikę słyszenia w implancie. Podobnie zależności czasowe nie są w pełni zachowywane w wyniku stosowania impul-

sowych strategii kodowania. Mimo tych ograniczeń lokalizacja źródła dźwięku może mieć miejsce (ryc. 1) [Nucleus Report 2001].



Ryc. 1. Wyniki lokalizacji dźwięków przez osobę implantowaną

Z klinicznego punktu widzenia niezwykle ważną korzyścią, będącą wynikiem obustronnej implantacji, jest zmniejszenie zakłóceń pomiędzy kanałami (elektrodami) dla danej liczby aktywnych kanałów. Ze względu na to, że separacja elektryczna pomiędzy elektrodami w ślimaku jest ograniczona, często dochodzi do zmniejszenia ilości stosowanych w praktyce niezależnych elektrod, np. dla 12 wprowadzonych niezależnych może być tylko 6. Stosowanie implantów dwuusznych w pewnym uproszczeniu stwarza możliwość podwojenia ilości separowalnych elektrod, czyli kanałów, co pozwala na lepszą reprezentację struktury widmowej sygnału.

IV. WNIOSKI

Na obecnym etapie badań wydaje się, że implantowanie dwuuszne stwarza możliwości poprawy funkcjonowania pacjentów ze wszczepem ślimakowym w porównaniu z implantowaniem jednostronnym [Muller (i in.) 2000]. W badaniach przeprowadzonych między innymi w Klinice Uniwersyteckiej w Wurzburgu oraz w Research Triangle Institute zaobserwowano znaczący wzrost rozumienia mowy w szumie i przywrócenie lokalizacji po wszczępieniu drugiego implantu. Wciąż jednak pozostaje wiele wątpliwości. Jedną z nich jest problem wyboru odpowiedniej strategii stosowanej w przetwarzaniu sygnału przez implant – obecne strategie wprowadzają zarówno zniekształcenia zależności czasowych, jak i amplitudowych sygnału [Lawson (i in.) 1999].

Należy także wnikliwie ocenić, czy koszt dodatkowego implantu oraz obciążenie związane z drugą operacją zostaną zrekompensowane przez ewentualne korzyści wynikające z implantacji obustronnej. Z powodu istnienia wyżej wymienionych wątpliwości, według obecnej wiedzy zagadnienie obuusznego implantowania ciągle nie może być uznawane za standardową metodę leczenia głębokich niedosłuchów. Konieczne jest zatem prowadzenie dalszych badań.

Bibliografia

- Lawson D., Wilson B., Zerbi M., Finley C. [1996]. Fifth Quarterly Progress Report, Speech Processors for Auditory Protheses NIH Project N01-DC-8-2103. Research Triangle Institute.
- Lawson D., Wilson B., Zerbi M., Finley C. [1999]. Fourth Quarterly Progress Report, Speech Processors for Auditory Protheses, NIH Project N01-DC-8-2105. Research Triangle Institute.
- Moore B. J. C. [1999]. Wprowadzenie do psychologii słyszenia. Warszawa – Poznań: Wydawnictwa Naukowe PWN.
- Muller J., Schon F., Edelmann C., Kuhn-Inacker H., Helms J. [2000]. Bilateral cochlear implantation in children – initial results. Proceeding 6th International Cochlear Implant Conference, USA, February 3-5.
- Nucleus report, an industry update for cochlear implant professionals [2001]. Cochlear AG.
- Van Hoesel R. J., Clark G. M. [1995]. Fusion and lateralization study with two binaural cochlear implant patients. „Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.” (Suppl. 166) 104, 233-235.
- Van Hoesel R. J., Clark G. M. [1997]. Psychophysical studies with two binaural cochlear implant subjects. „J. Acoust. Soc. Am.” 102, 495-507.