

Aniela Korzon

Implanty ślimakowe w rehabilitacji osób z uszkodzonym narządem słuchu

Niepełnosprawność nr 4, 11-18

2010

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Aniela Korzon

Implanty ślimakowe w rehabilitacji osób z uszkodzonym narządem słuchu

Jednym z najważniejszych zmysłów człowieka jest słuch, bowiem dzięki niemu człowiek nabywa umiejętność komunikowania się z otoczeniem: uczy się mówić i odbierać komunikaty. Ponadto czerpie radość z otaczającego go świata dźwięków, takich jak: muzyka, śpiew, śpiew ptaków, szum fal morskich, szelest liści i wielu innych. Słuch jest także tym zmysłem, który ostrzega człowieka przed niebezpieczeństwem: klakson samochodu, syrena alarmu, huk spadających przedmiotów itp., co daje człowiekowi poczucie bezpieczeństwa. Słuch, tak jak wzrok, należy do tzw. zmysłów dystansowych, lecz nie można go „wyłączyć” tak jak wzroku. Osoby ze sprawnie działającym narządem słuchu stanowią zdecydowaną większość populacji ludzkiej. Są jednak osoby, które pozbawione są odbioru świata dźwięków – to osoby głuche (niesłyszące) oraz niedosłyszące. Niestety ich liczba zwiększa się z różnych powodów: zatrucie środowiska (metale ciężkie w glebie, w powietrzu, w wodzie), natężenie hałasu, leki ototoksyczne, nieprawidłowy przebieg ciąży i porodu, choroby wieku dziecięcego i inne.

Konsekwencje uszkodzenia słuchu są bardzo poważne, szczególnie negatywnie zaznaczają się, gdy występuje ono już u małego dziecka. Droga słuchowa jest najlepszą, naturalną formą rozwijania jego mowy. Ciągły dopływ informacji steruje odbiorem wrażeń wzrokowych, działa stymulująco, pobudza ciekawość, uwagę. Przez dziesiątki lat, od kiedy zaczęto interesować się głuchotą, próbowano w różny sposób wykorzystać zachowane resztki słuchu: zwinięta dłoń przykładana do małżowiny usznej, różnego rodzaju trąbki słuchowe. Dopiero rozwój audiologii, inżynierii biomedycznej, elektroniki i ergonomii w XX i XXI wieku pozwolił na konstruowanie różnego typu pomocy technicznych, ułatwiających proces rehabilitacji osób z uszkodzonym słuchem. Największym osiągnięciem wymienionych nauk są coraz doskonalsze aparaty słuchowe, a przede wszystkim osiągnięcie ostatnich trzydziestu lat – implanty ślimakowe.

W roku E. Wejer odkrył potencjały mikrofoniczne, które powstają w ślimaku, w wyniku czego ukształtowała się teoria, że ślimak działa jak przetwornik energii

akustycznej w elektryczną. Stało się to podstawą dla koncepcji budowy urządzeń dających możliwość słyszenia dzięki stymulacji elektrycznej – przyszłych implantów ślimakowych. W 1957 roku we Francji podjęto pierwszą próbę implantacji, nie przyniosła ona jednak zbyt dobrych efektów.

Postęp techniczny w elektronice, rozwój mikrochirurgicznych technik operacyjnych oraz wprowadzenie do medycyny nowych, biokompatybilnych materiałów pod koniec lat sześćdziesiątych XX wieku spowodowały, że grupa naukowców z Los Angeles (USA) rozwinęła program badawczy, którego celem było leczenie całkowitej głuchoty za pomocą implantów ślimakowych. Niebawem rozpoczęto ich produkcję seryjną. Początkowo stosowano implanty jednokanałowe, odbierające bardzo wąski zakres częstotliwości dźwięków. Jednak dość szybko zostały one zastąpione przez szybsze i zapewniające lepszy odbiór dźwięków, szczególnie dźwięków mowy, implanty wielokanałowe. Postęp w rozwoju implantów charakteryzują kolejne osiągnięcia: 1978 – pierwszy doświadczalny wielokanałowy implant ślimakowy; 1982 – pierwszy na świecie 22-kanałowy implant ślimakowy skonstruowany w celu bezpośredniej stymulacji nerwu słuchowego; 1997 – pierwszy implant odporny na diagnostykę obrazową, wykorzystującą zjawisko rezonansu magnetycznego; 1998 – pierwszy wielokanałowy zauszny procesor mowy; 2002 – trzecia generacja zausznych procesorów mowy; 2005 – najnowsza generacja systemu implantu ślimakowego Nucleus Freedom, wykorzystującego innowacyjną technologię SmartSound; 2007 – nowy produkt Babyworn (pomniejszona wersja Nucleusa) przeznaczony dla najmłodszych pacjentów. Do najnowszych należą: implant pniowy, implant balonowy, tzw. implant ucha środkowego, implant typu Baha.

Implant pniowy pobudza nerwy jądra nerwu słuchowego w pniu mózgu. Pozwala na percepcję dźwięków osobom, u których doszło do obustronnego uszkodzenia nerwów słuchowych. Jego zastosowanie pozwala na odbiór bodźców akustycznych i ich zamianę na sygnały elektryczne, które następnie są przetwarzane do postaci umożliwiającej stymulację obszaru jąder nerwu słuchowego. Budowa i zasada działania tego implantu są oparte na konstrukcji i funkcjonowaniu implantu ślimakowego, różnica dotyczy tylko konstrukcji elektrod. Matryca elektrod implantu pniowego jest umieszczana w zachyłku bocznym czwartej komory mózgu (w okolicy jądra ślimakowego brzuszego), natomiast implantu ślimakowego jest wszczepiana do wnętrza ślimaka i stymuluje włókna nerwu słuchowego. Implant pniowy daje możliwość przywrócenia słuchu osobom z całkowitą głuchotą pozaślimakową. Jednak rezultaty uzyskane u osób z implantem pniowym są gorsze niż u osób z implantem ślimakowym, ale jest to jedyny sposób na odbiór pewnego zasobu dźwięków.

Implant balonowy stosuje się przy nieprawidłowym wypełnieniu przestrzeni ucha środkowego (płynem lub tkanką). Zabieg taki polega na wszczepieniu balo-

nu wypełnionego powietrzem, który jest uformowany z giętkiej membrany o niskiej impedancji akustycznej.

Implant Baha wykorzystuje przewodnictwo kostne. Sygnał akustyczny jest przenoszony do ucha wewnętrznego drogą kostną, czyli za pośrednictwem kości czaszki, pomijając nieprawidłowo funkcjonujące struktury przewodu słuchowego zewnętrznego lub ucha środkowego. W systemie Baha sygnały akustyczne są przetwarzane na wibracje mechaniczne. Przechodzą one przez skórę za pomocą wspornika procesora i są przekazywane do połączonego z nim implantu. Implant jest bardzo mocno i ściśle zintegrowany z kością i dzięki temu drgania natychmiast wywołują delikatne wibracje kości czaszki, które są odbierane przez ucho wewnętrzne – ślimak – i dalej przechodzą już normalną drogą sprawnymi strukturami. Ten typ implantu jest przeznaczony dla osób z wadą słuchu typu przewodzeniowego lub mieszanego (przewodzeniowo-mieszanego). Osoby takie nie mogą korzystać z klasycznych aparatów na przewodnictwo powietrzne. Funkcjonuje u nich część odbiorcza ucha (ślimak), natomiast mają uszkodzone lub niewykształcone części przewodzeniowe: przewód słuchowy zewnętrzny lub ucho środkowe.

Najpopularniejszy jest jednak implant ślimakowy, będący najbardziej rozpowszechnioną protezą słuchową. Składa się z części zewnętrznej i wewnętrznej. Mikrofon umieszczony za uchem odbiera dźwięki z otoczenia i przesyła je do procesora mowy, tam jest analizowany, przekształcany i kodowany w postaci cyfrowej. Te sygnały są następnie przesyłane do cewki nadawczej, która dalej przesyła sygnał przez skórę do części wewnętrznej, tzw. odbiornika/stymulatora. Odbiornik przetwarza kody na sygnały elektryczne i przekazuje je do elektrod znajdujących się w ślimaku, które tam stymulują włókna nerwu słuchowego. Wtedy następuje już prawidłowa praca nerwu słuchowego i przesłanie sygnału do mózgu, który odbiera to jako dźwięki. Implant przywraca słuch w sposób ograniczony, lecz ułatwia czytanie mowy z ust, bowiem zachodzi tzw. dwukanałowy odbiór mowy: wzrokowo-słuchowy. Korzyści z implantu ślimakowego są różne. Większe korzyści odnoszą osoby dorosłe, które utraciły słuch już po opanowaniu mowy, posiadają doświadczenia słuchowe, a przede wszystkim mają opanowany system językowy. Efekty pracy z dziećmi zależą od jak najwcześniejszego poddania ich operacji implantowania.

W Polsce pierwszą operację implantu przeprowadzono w 1992 roku w Warszawie. Pionierem tego milowego kroku w rehabilitacji niesłyszących jest prof. H. Skarżyński. Obecnie takie operacje są przeprowadzane w kilku klinikach:

- 1) Międzynarodowe Centrum Słuchu i Mowy Instytutu Fizjologii i Patologii Słuchu w Kajetanach,
- 2) Katedra i Klinika Otolaryngologii Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu,
- 3) Katedra i Klinika Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego,

- 4) Katedra i Klinika Otolaryngologii i Onkologii Laryngologicznej Uniwersytetu Medycznego w Lublinie,
- 5) Klinika Otolaryngologii Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku,
- 6) Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny im. A. Mielęckiego Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach.

Kandydaci do operacji wszczepienia implantu ślimakowego są poddani przed zabiegiem wielu rutynowym badaniom diagnostycznym, umożliwiającym określenie stanu zdrowia każdego pacjenta oraz uwzględnienie w procesie leczenia ewentualnych dodatkowych dolegliwości. Podczas procedury diagnostycznej następuje omówienie i ugruntowanie realistycznych dla danego pacjenta oczekiwań wobec metody implantu ślimakowego. W przypadku dzieci, szczególnie bardzo małych, te oczekiwania mają rodzice.

Procedura przedoperacyjna jest przeprowadzana w trybie hospitalizacji i obejmuje następujące elementy:

- badanie audiologiczne – ocena audiologiczna słuchu pacjenta bez oraz z aparatem słuchowym, dla dźwięków tonalnych oraz dla sygnału mowy; ocena funkcjonowania nerwu słuchowego; ważnym elementem jest ocena korzyści słyszenia w aparatach słuchowych, która w przypadku małych dzieci jest możliwa tylko wówczas, gdy okres korzystania z aparatu słuchowego przed operacją był dłuższy niż 3 miesiące;
- konsultacja laryngologiczna – określenie przyczyny ubytku słuchu, ocena ogólnego stanu zdrowia, często przeprowadzane są również konsultacje specjalistyczne w zakresie innych specjalności medycznych, takich jak neurologia, okulistyka, kardiologia, psychiatria i inne;
- badanie radiologiczne: tomografia komputerowa (CT) lub rezonans magnetyczny (MRI) kości skroniowej, dostarczające informacji o stanie narządu słuchu, o występowaniu nieprawidłowości w budowie anatomicznej ucha środkowego i wewnętrznego, które mogłyby wpłynąć na przebieg operacji wszczepienia implantu ślimakowego;
- konsultacja psychologiczna – ocena poziomu akceptacji i lęku przed operacją, określenie potrzeb pacjenta i jego rodziny oraz pomocy w rozwiązywaniu wielu różnych problemów, a także ocena możliwości akceptacji wyzwań związanych z uczestnictwem w programie rehabilitacji słuchowej po operacji;
- konsultacja logopedyczna – ocena poziomu rozumienia i produkcji mowy; badania prowadzone z wykorzystywaniem dźwięków otoczenia, instrumentów oraz dźwięków mowy, ponadto ocenia się drogę, która dominuje w procesie odbioru dźwięków: wzrokowo-słuchowa czy słuchowo-wzrokowa;
- konsultacja pedagogiczna – ocena potrzeb edukacyjnych dziecka, a także, na podstawie wywiadu z rodzicami, ocena ich udziału w realizacji pooperacyjnego programu rehabilitacji słuchowej;

- test elektrostymulacji – ocena możliwości elektrycznego pobudzania zachowanych struktur drogi słuchowej poprzez elektrodę umieszczoną w przewodzie słuchowym zewnętrznym, w ten sposób ocenia się percepcyjne atrybuty wywołanego tą metodą wrażenia słuchowego.

Istnieją również przeciwwskazania do wszczęcia implantu:

- niewykształcenie ślimaka i atrezja nerwu słuchowego,
- względne przeciwwskazania: dysplazja ślimaka, przewidywane gorsze wyniki rehabilitacji, a także większe ryzyko zapalenia opon mózgowo-rdzeniowych,
- czynne stany zapalne uszu,
- stwierdzenie nerwiakowłókniakowatości typu II,
- upośledzenie umysłowe stopnia znacznego,
- psychozy,
- organiczne dysfunkcje mózgu, szczególnie dotyczące obszaru kory słuchowej (Mikołajewska 2005, s. 53–58).

Ponadto nie zaleca się implantowania, gdy uszkodzenie słuchu jest stopnia lekkiego i lepszym rozwiązaniem okazuje się korzystanie z aparatu słuchowego. Przeciwwskazaniem jest także długi czas trwania głębokiego ubytku słuchu, jeśli nerw słuchowy nie był kiedykolwiek stymulowany, to wtedy traci on zdolność prawidłowego przewodzenia informacji dźwiękowej do ośrodków słuchowych w mózgu. Problemy medyczne pacjenta także mogą stanowić przeszkodę, bowiem istnieje ryzyko powikłań związanych ze znieczuleniem ogólnym podczas zabiegu. Bardzo ważne jest wsparcie rodziny i bliskich, ma ono kluczowe znaczenie szczególnie w przypadku dzieci.

Przed operacją należy pacjenta, a w przypadku dzieci – rodziców poinformować, że mogą wystąpić różnego rodzaju powikłania: infekcje w obrębie rany pooperacyjnej, płynotok z operowanego ucha, uszkodzenie nerwu twarzowego, obrzęk lub zasinienie okolicy oczu, zaburzenie smaku, zawroty głowy i zaburzenie równowagi (szczególnie w krótkim czasie po operacji), nasilenie szumów usznych, dyskomfort lub ból wymagające wyłączenia elektrod, możliwość zniszczenia resztek słuchowych, reakcje alergiczne na materiał, z którego wykonane jest urządzenie.

Mimo trudów związanych z operacją i dyskomfortu w okresie pooperacyjnym (co nie musi wystąpić u każdej operowanej osoby) korzyści płynące z zastosowania implantu ślimakowego są bardzo duże. Zastosowanie go oznacza dla użytkownika uzyskanie szerokiego zakresu korzyści słuchowych, przede wszystkim takich, jak słyszenie i rozumienie mowy, dźwięków otaczającego świata i muzyki. Doniesienia z większości ośrodków na świecie zgodnie wskazują, że zdecydowana większość pacjentów korzystających z tego nowoczesnego środka rozwija umiejętność rozumienia mowy, a dzięki autokontroli własnego głosu, także poprawę własnej artykulacji. Podczas badania klinicznego mierzy się procent

poprawnie rozumianych wyrazów bez możliwości patrzenia na usta nadawcy (czytania mowy z ust). W zasadzie wszyscy użytkownicy implantów ślimakowych mają szansę na pełny kontakt słuchowy z otoczeniem, a także odbiór wielu ważnych w codziennym życiu dźwięków, takich jak alarm, klakson, syrena itp. Natomiast rozwój pełnego rozumienia słów wymaga czasu i efektywnego programu rehabilitacyjnego, zwłaszcza w przypadku dzieci, szczególnie u tych, które mają głuchotę prelingwalną bądź interlingwalną. O pierwszym typie głuchoty mówimy wówczas, gdy dziecko urodziło się niesłyszące lub utraciło słuch przed drugim rokiem życia, głuchota interlingwalna to utrata słuchu między drugim a piątym rokiem życia. Dzieci te nie mają opanowanego systemu językowego lub nie jest on ukończony. Wymagają nie tylko nauki słuchania i słyszenia, ale także nauki mówienia, artykulacji, produkcji mowy. Możliwość słyszenia mowy innych osób, jak również własnego głosu pomaga użytkownikom implantu ślimakowego odpowiednio rozwijać umiejętność produkcji mowy. Otwiera to przed osobami z wadą słuchu szansę na normalne kontakty towarzyskie i na rozwój kariery zawodowej. Natomiast przed dziećmi implantowanymi w pierwszych latach życia otwiera się szansa realizowania edukacji w integracji z dziećmi słyszącymi.

Wszczepienie implantu ślimakowego to początek długiej i żmudnej współpracy pacjenta – gdy chodzi o dziecko, to także jego rodziców – z zespołem specjalistów. Pierwsze spotkanie po operacji ma miejsce na ogół po miesiącu, gdy rany się zagoiły. Pacjent w pierwszym roku po operacji zgłasza się na kilkanaście cyklicznych wizyt będących kolejnymi etapami rehabilitacji audiologicznej, choć w tym etapie uczestniczą także inni specjaliści, oprócz audiologa także inżynier kliniczny, logopeda, pedagog, psycholog. W pierwszym roku po operacji, na podstawie badań audiologicznych, następuje pierwsze podłączenie procesora mowy. Wtedy ma miejsce jego zaprogramowanie na podstawie doboru właściwych parametrów stymulacji elektrycznej. Parametry te są dobierane indywidualnie dla każdego pacjenta zarówno na podstawie badań obiektywnych, jak i subiektywnych. Chodzi o uzyskanie dokładnych informacji na temat wrażeń pacjenta powstałych pod wpływem stymulacji elektrycznej. Metody obiektywne polegają na rejestracji sygnałów pochodzących z ciała ludzkiego, mają one znaczenie diagnostyczne. Natomiast w trakcie badań subiektywnych procesor mowy jest podłączony do komputera i bioakustyk za pomocą specjalnego programu dobiera wartość prądu stymulującego nerw słuchowy. Pacjent ma określić wrażenie słuchowe „słysząc – nie słysząc”, „jest – nie ma” lub „cicho – głośno”. Badanie małego dziecka polega głównie na obserwacji, np. w czasie zabawy.

Aktywacja implantu ślimakowego rozpoczyna się od sprawdzenia poprawności funkcjonowania części wszczepionej. Do skóry na głowie nad implantem przykładana się małą cewkę zwaną transponderem, podłączoną do systemu komputerowego. Odpowiedni program komputerowy dokonuje pomiaru odporności

tkanek pomiędzy elektrodami oraz testuje działanie układów elektronicznych znajdujących się w implancie, jest to pomiar telemetryczny. Następnie podłącza się procesor mowy do systemu komputerowego.

W następnych dniach wykonuje się kolejne ustawienia procesora mowy. Dalsza współpraca w triadzie: program komputerowy – procesor mowy – pacjent ma na celu znalezienie odpowiednich parametrów stymulacji elektrycznej do właściwości nerwu słuchowego danego pacjenta.

W tym czasie lekarz laryngolog/chirurg przeprowadza pełne badanie otolaryngologiczne dla oceny mikroskopowej uszu i oceny rany pooperacyjnej.

Audiolog wykonuje badanie audiometrii tonalnej dla oceny progów słyszenia po operacji oraz badanie audiometrii impedancyjnej dla oceny stanu ucha środkowego. Do audiologa należy także ocena słyszenia w implancie oraz ocena poprawności funkcjonowania systemu na podstawie progów słyszenia w wolnym polu.

Kolejną osobą, która pełni ważną funkcję w pierwszym roku po operacji, jest logopeda. Do niego należy rehabilitacja słuchowa, nazywana także w surdologii wychowaniem słuchowym. Prowadzona jest w oparciu o dźwięki ze środowiska i dźwięki mowy. Jej przebieg można ustalić na kolejne etapy, choć mogą one być różne w zależności od czasu utraty słuchu, wieku pacjenta, doświadczeń słuchowych przed utratą słuchu, a także stopnia opanowania mowy. Na ogół można wymienić następujące etapy:

- etap I – nauka wykrywania obecności dźwięku lub jego braku („jest – nie ma”),
- etap II – dyskryminacja, różnicowanie, czyli umiejętność postrzegania podobieństwa i różnic pomiędzy dwoma i więcej bodźcami słuchowymi, szczególnie w oparciu o dźwięki mowy,
- etap III – identyfikacja, rozpoznawanie, czyli możliwość określania poprzez powtarzanie, wskazanie lub napisanie usłyszanych dźwięków mowy,
- etap IV – rozumienie mowy, czyli możliwość rozpoznawania znaczenia mowy poprzez zadawanie pytań, wykonywanie poleceń, uczestniczenie w rozmowie,
- etap V – rozumienie mowy i dźwięków użytecznych na tle dźwięków zakłócających, czyli tzw. tło akustyczne.

Oceny postępów dokonuje logopeda, a także pedagog, szczególnie gdy podmiotem rehabilitacji jest dziecko i należy decydować o jego drodze edukacji. Zadaniem logopedy i pedagoga jest m.in. doradztwo rodzicom odnośnie kontynuowania ćwiczeń słuchowych w domu, a także co do wyboru przedszkola i szkoły dla dziecka.

Użytkowanie implantu ślimakowego w życiu codziennym jest proste i wygodne, niemniej pewne środki ostrożności muszą być podjęte:

- zewnętrzną część urządzenia należy trzymać z dala od wilgoci,
- należy unikać ekspozycji na wyładowania elektrostatyczne,
- należy unikać sportów kontaktowych, np. boks,

- trzeba mieć świadomość, że fale radiowe (np. telefony komórkowe) mogą powodować przejściowe zakłócenia odbioru dźwięków otoczenia u niektórych osób.

Oczekiwania potencjalnych pacjentów niesłyszących co do implantów ślimakowych spełnią się, jeśli operacja będzie przeprowadzana przez wysokiej klasy specjalistów, jeśli pacjent będzie posiadał podstawową wiedzę na temat funkcjonowania tej protezy, a przede wszystkim podejmie trud przynajmniej rocznej, intensywnej rehabilitacji, prowadzonej przez wymienionych wcześniej specjalistów (Ben-Itzhak i in. 2005).

Bibliografia

- Ben-Itzhak D., Tova M., Weisel A. (2005), *Relationship among professionals' knowledge, experiences and expectations regarding cochlear implants*, „American Annals of the Deaf”, nr 4
- Mikołajewska L. (2005), *Problem kwalifikacji dzieci do wszczepów ślimakowych*, „Audiofonologia”, t. 28

Cochlear implants in rehabilitation of individuals with hearing impairment (Summary)

Rehabilitation of individuals with hearing impairment has been taking place for a long time. However, it was not supported by technology. In the course of time, technological developments, especially of electro-acoustics, enabled creation of hearing aids. Since amplification of sound was the main goal of that process after further passage of time, cochlear implants appeared. They constitute one of the most significant achievements of medicine and technology in the last 30 years. It is an electronic prosthetic device that replaces, to a large extent, hearing impairment. Existence of cochlear implants provides a realistic chance for individuals afflicted by various types of hearing impairment to fully participate in the society and to escape from the world of silence. Development of technology resulted in a dynamic of deafness treatment through usage of cochlear implants for both children and adults.