

Tomasz Przewoźny¹, Jerzy Kuczkowski¹, Andrzej Molisz², Wojciech Sierszeń¹, Czesław Stankiewicz¹, Janusz Siebert², Waldemar Narożny¹, Dorota Szubstarska⁴, Kinga Wasila⁴, Barbara Bednarska⁴, Karolina Markiet³, Edyta Szurowska³

¹Katedra i Klinika Otolaryngologii
Gdański Uniwersytet Medyczny

²Zakład Medycyny Rodzinnej Gdański
Uniwersytet Medyczny

³II Zakład Radiologii UCK Gdański
Uniwersytet Medyczny

⁴Specjalistyczny Ośrodek Diagnostyki
i Rehabilitacji Dzieci i Młodzieży
z Wadą Słuchu Polskiego Związku Głuchych
w Gdańsku

Nowoczesne zasady kwalifikacji chorych do implantacji ślimakowych

The modern indications for cochlear implantation

STRESZCZENIE

Celem pracy jest przedstawienie nowoczesnych wskazań do leczenia głuchoty u osób dorosłych metodą implantacji ślimakowej. Głównymi wskazaniami do zastosowania wszczepu ślimakowego są znaczny lub głęboki obustronny niedostłuch odbiorczy przy braku korzyści ze stosowania aparatów słuchowych. W procesie kwalifikacji chorego do implantacji istotne są oceny audiologiczna, otoneurologiczna, otochirurgiczna, radiologiczna, logopedyczna oraz psychologiczna. Autorzy przedstawiają ogólne zasady działania implantu ślimakowego oraz technikę operacyjną. Przedstawiono zasady rehabilitacji chorego po operacji, w której uczestniczy zespół złożony z audiologa, inżyniera biomedycznego, logopedy i psychologa.

Forum Medycyny Rodzinnej 2013, tom 7, nr 6, 342–348

słowa kluczowe: głuchota, protezy słuchowe, implanty ślimakowe

ABSTRACT

The aim of this paper was describing the modern indications for deafness treatment in adults with cochlear implantation method. The main indications for cochlear implant are considerable and profound sensorineural hearing loss with no benefit from hearing aid use. The examination by audiologist-otoneurologist, radiologist, speech therapist and psychologist is very important during qualification process for cochlear implantation. The authors present general principles of cochlear implant action and surgical technique. The rules of postoperative rehabilitation are also presented where take part team collected with audiologist, biomedical engineer, speech therapist and psychologist.

Forum Medycyny Rodzinnej 2013, vol 7, no 6, 342–348

key words: deafness, hearing aids, cochlear implants

Adres do korespondencji:
dr n. med. Tomasz Przewoźny
Katedra i Klinika Otolaryngologii
Gdański Uniwersytet Medyczny
ul. Smoluchowskiego 17
80–214 Gdańsk
tel.: +48 58 349 33 11
faks: +48 58 346 11 97

Wprowadzenie do leczenia klinicznego nowoczesnych wielokanałowych cyfrowych implantów ślimakowych stworzyło nowe możliwości leczenia

głuchoty. U większości chorych z utratą słuchu pochodzenia ślimakowego stosuje się aparaty słuchowe, jednak u części z nich jest to niewystarczające [1–3]. System implantu ślima-

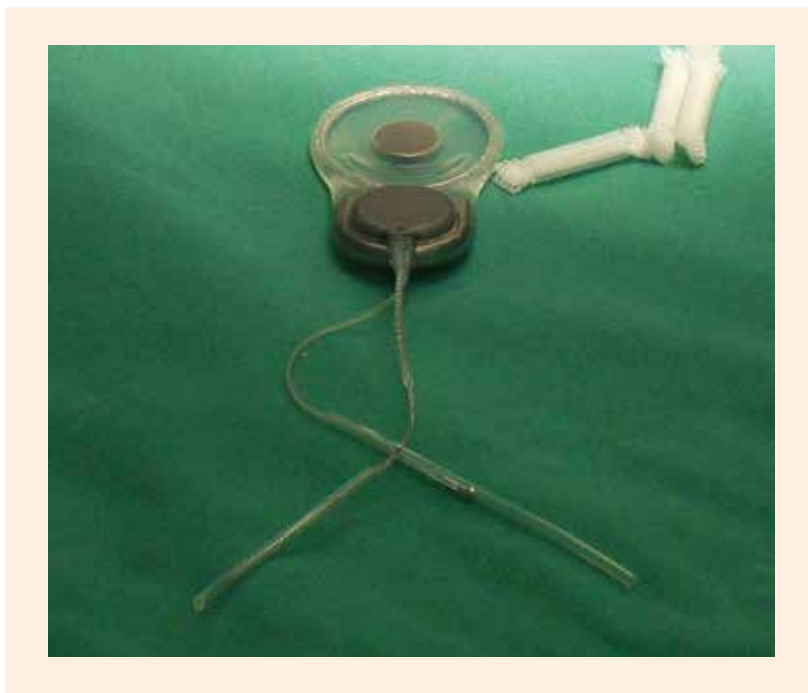
kowego jest elektroniczną protezą słuchową, zastępującą uszkodzony narząd ślimakowy. Składa się z części wewnętrznej — wszczepialnej (odbiornika, stymulatora elektrycznego i wiązki elektrod, zwanej matrycą elektrod) (ryc. 1) oraz zewnętrznej — cyfrowego procesora mowy oraz anteny nadawczej umieszczonej na skórze okolicy zausznnej.

Procesor mowy przekształca dźwięki mowy w sygnał cyfrowy i przesyła falami radiowymi do odbiornika implantu umieszczonego pod skórą okolicy zausznnej. Sygnał mowy z odbiornika przekazywany jest do implantu [1, 4]. Celem operacji wszczepu ślimakowego jest umieszczenie aktywnych elektrod jak najbliżej zakończeń nerwu słuchowego w ślimaku. Sygnały elektryczne przekazywane są na odpowiednią elektrodę. Taki rodzaj słyszenia nazywany jest słuchem elektrycznym [1, 4, 5]. W całym układzie słuchowym implant ślimakowy jest miejscem o najsłabszym przepływie informacji słuchowej.

Kandydatami do implantacji ślimakowych są chorzy z całkowitą głuchotą, głębokim lub znacznym niedosłuchem odbiorczym, lecz z zachowaną wrażliwością pozaślimakowych struktur drogi słuchowej na stymulację elektryczną. Badania diagnostyczne poprzedzające decyzję o wszczepieniu implantu ślimakowego mają na celu ocenę budowy i funkcji narządu słuchu oraz prognozę korzyści, jaką wszczep ślimakowy może przynieść choremu.

KWALIFIKACJA OTOLARYNGOLOGICZNA

W badaniu podmiotowym zwraca się uwagę na takie czynniki, jak przyczyny i przebieg utraty słuchu, wiek, w którym nastąpiła jego utrata, czas trwania niedosłuchu, sposób dotychczasowego protezowania ubytku słuchu oraz dotychczasowy przebieg rehabilitacji i jej efekty [3, 6, 8]. Szczególną uwagę zwraca się na obecność obustronnego odbiorczego niedosłuchu stopnia znacznego lub głębokiego. Przed podjęciem decyzji o implantacji ślimakowej chory musi być prawidłowo zaaparowany przez okres 3–6 miesięcy. Kolejnym kryte-



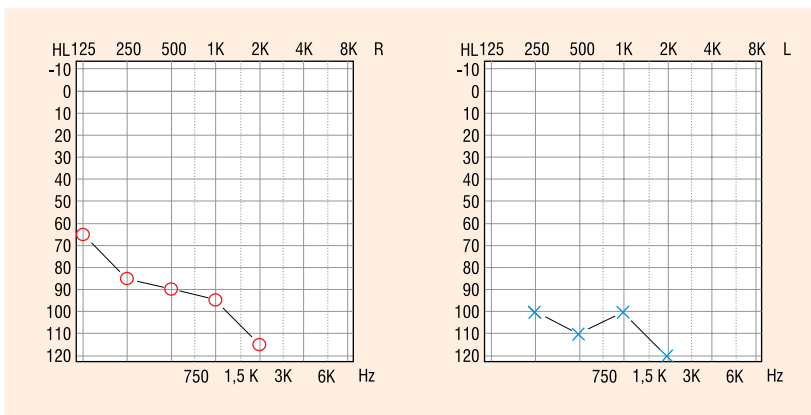
Rycina 1. Część wszczepialna 22 elektrodowego implantu ślimakowego Nucleus Freedom Contour Advance firmy Cochlear (widoczne od góry: odbiornik, stymulator elektryczny, matryca elektrod — właściwy wszczep ślimakowy i elektroda odniesienia)

rium jest brak przeciwwskazań medycznych do operacji [1, 4, 6, 7–11]. U części chorych przeprowadza się konsultację neurologiczną, okulistyczną, kardiologiczną, psychiatryczną, neurochirurgiczną oraz ustala się w miarę możliwości przyczynę wady słuchu [1, 4, 5, 10–14].

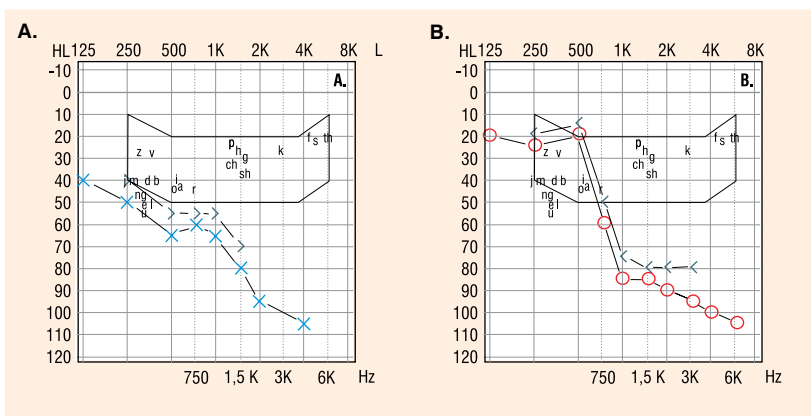
KWALIFIKACJA AUDIOLOGICZNO-OTONEUROLOGICZNA

Ocena audiologiczno-otoneurologiczna ma na celu ocenę wielkości ubytku słuchu oraz narządu przedsionkowego. Jednym z podstawowych badań jest audiometria tonalna. Do implantacji ślimakowej kwalifikowani są chorzy z obustronnym odbiorczym ubytkiem słuchu, którego średni poziom wyznaczony dla częstotliwości 500, 1000, 2000 Hz jest równy lub większy niż 70 dBHL dla ucha lepiej słyszającego (ryc. 2) [3, 10].

Na początku stosowania implantów ślimakowych poziom ten ustalono na 100 dB, następnie 90 dB, co nadal obowiązuje w niektórych wskazaniach [1, 7, 9–10]. Doświadczenia kliniczne ostatnich 10 lat wykazały, że



Rycina 2. Audiometria tonalna — przewodnictwo powietrzne u 35-letniego chorego z obustronnym głębokim niedostuchem odbiorczym (PTA 0,5-1-2 kHz-100 dB U.P., 110 dB U.L.). Chory zakwalifikowany do wszczęcia implantu ślimakowego po stronie prawej



Rycina 3. Audiometria tonalna — częściowa głuchota. Na audiogramie naniesiono tzw. banan mowy i najczęstsze głoski, które leżą poza zasięgiem słyszenia. **A.** Chory kwalifikuje się do leczenia metodą stymulacji elektroakustycznej (*electro-acoustic stimulation*, implant hybrydowy); **B.** Chory zakwalifikowany do leczenia metodą uzupełnienia stymulacją elektryczną (*electric complement*)

istnieje grupa chorych, którzy nie kwalifikują się do implantacji ślimakowej, ale u której zysk z zastosowania aparatów słuchowych jest niewystarczający. Z reguły u tych chorych zachowany jest słuch w zakresie częstotliwości niskich od 125 do 500 Hz, a znacznie osłabiony w zakresie częstotliwości średnich od 500 do 2000 Hz i wysokich od 2000 do 8000 Hz (ryc. 3). Niedosłuch u tych chorych nazwano częściową głuchotą [15, 16]. W tych przypadkach można stosować specjalny sposób leczenia — stymulację elektroakustyczną, która polega na zastosowaniu implantu ślimakowego, ale krótszego niż klasyczny. Taki implant

stymuluje jedynie zakręt podstawny ślimaka, który — zgodnie z zasadą tonotopii — jest odpowiedzialny za odbiór częstotliwości wysokich. Pozostałe zakręty ślimaka, w których znajdują się żywe, funkcjonujące prawidłowo komórki słuchowe odpowiedzialne za odbiór częstotliwości średnich i niskich reagują fizjologicznie na bodźce akustyczne. W zależności od stopnia ubytku słuchu są one dodatkowo wzmocnione przez aparat słuchowy, będący częścią implantu hybrydowego (*electro-acoustic stimulation*) lub nie wymagają dodatkowego aparatowania w przypadku sprawnie działających komórek słuchowych (*electric complement*) (ryc. 3A, B) [1, 3, 15–16].

Przy badaniu przeprowadzonym w aparatach słuchowych w wolnym polu słuchowym kryterium kwalifikacyjnym dla chorych ze średnim progiem słyszenia dla częstotliwości 1000, 2000 i 4000 Hz jest poziom niedosłuchu równy lub większy niż 55 dB [1, 3, 8–10]. Kolejnym badaniem jest audiometria słowna. Jest ona przeprowadzana bez aparatów słuchowych w wolnym polu słuchowym z użyciem list słów jednowyrazowych, przy czym kwalifikowani są pacjenci osiągający poniżej 30–50% rozpoznawania słów na poziomie podawania bodźca 55 lub 65 dB SPL, lecz nigdy więcej [1, 3, 6, 8–10, 12]. Bardzo istotne w tej procedurze jest wykonanie również badania w aparacie lub aparatach słuchowych i obliczenie zysku słuchowego z ich użytkowania (ryc. 4A). Jeżeli poprawa rozumienia mowy jest niższa niż 20% lub chory nadal nie przekracza progu 30% rozumienia materiału słownego, to uważa się, że aparat/aparaty nie przyniosły spodziewanego efektu leczniczego i pacjent jest kwalifikowany do zaimplantowania (ryc. 4B, C). Obecnie to kryterium nabiera znaczenia i należy do jednego z najważniejszych [1, 9–10, 12].

Pozostałe badania stosowane w procedurze audiologicznej to audiometria impedancyjna, otoemisja akustyczna i audiometria odpowiedzi z pnia mózgu (ABR) dla bodźca typu trzask oraz krótkich impulsów sinusoidalnych o częstotliwości 500 i 1000 Hz do natężenia

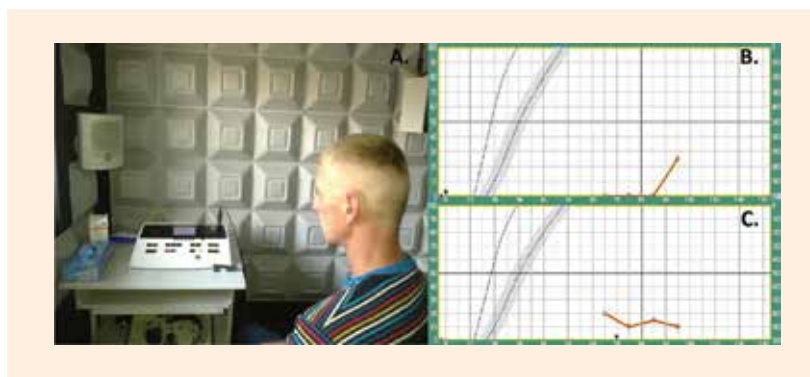
bodźca 110 dB SPL. Różnica w uzyskanym metodą ABR pręgu słyszenia w porównaniu do wyników audiometrii tonalnej dla częstotliwości 2000–4000 Hz w przypadku trzasku i jednoimiennych częstotliwości dla 500 i 1000 Hz nie powinna przekroczyć 20 dB nHL (ryc. 5) [3–4, 6, 10].

U kwalifikowanych chorych przeprowadza się badania czynności obwodowego narządu równowagi, w tym badanie wideonystagmograficzne (VNG). W przypadku, gdy wyniki badań audiologicznych są identyczne lub bardzo zbliżone po obydwu stronach do implantacji wybierane będzie ucho z większym upośledzeniem pobudliwości błędnika (ryc. 6A) [3, 10].

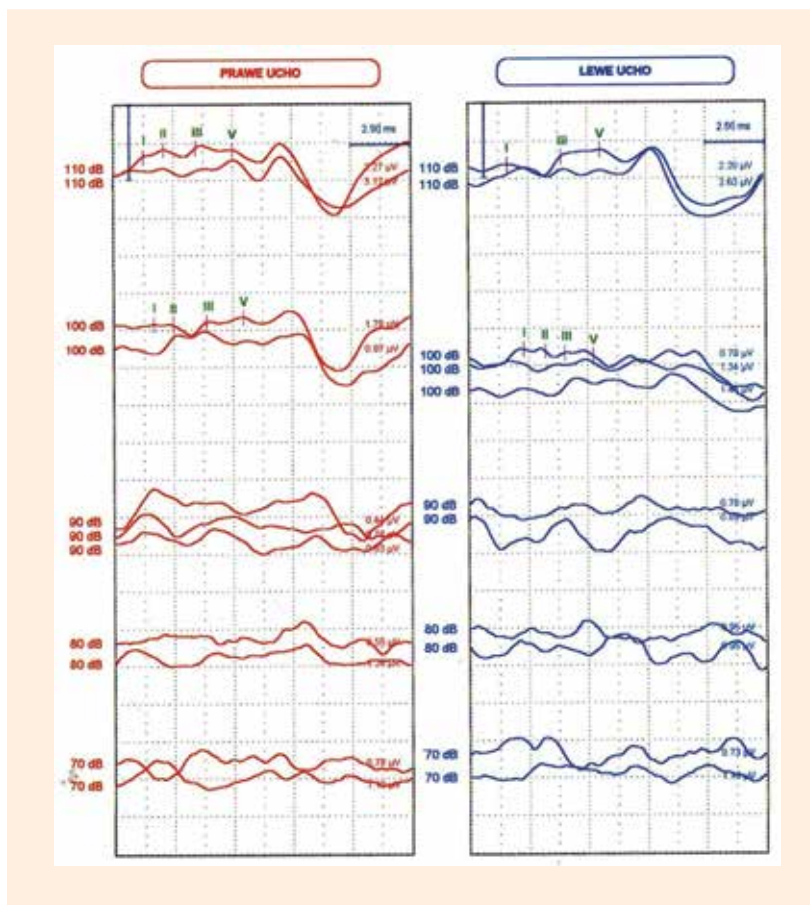
U chorych z ciężką malformacją struktur ślimaka lub podejrzeniem aplazji/hipoplazji nerwu słuchowego dla potrzeb oceny możliwości elektrycznego pobudzenia zachowanych struktur pozaślimakowych drogi słuchowej wykonuje się test elektrostymulacji (stymulacja elektryczna drogi słuchowej za pomocą elektrody umieszczonej w przewodzie słuchowym zewnętrznym). Brak zarejestrowania odpowiedzi w teście elektrostymulacji nie jest jednoznacznym przeciwskazaniem do wszczęcia implantu ślimakowego [2, 7–8, 11–12].

KWALIFIKACJA LOGOPEDYCZNA

Logopeda, a w szczególności surdologopeda, musi określić poziom funkcjonowania językowego oraz określić, która z dróg — wzrokowo-słuchowa czy słuchowo-wzrokowa — dominuje w procesie odbioru sygnału, musi ocenić możliwość porozumienia się chorego z otoczeniem, stopień zachowania mowy werbalnej i wstępne opanowanie umiejętności odczytywania mowy z ust (chorzy, u których nie upłynął zbyt długi czas od utraty słuchu do operacji). Diagnoza logopedyczna zawiera ocenę możliwości odbioru mowy drogą słuchową (bez aparatu i z aparatem słuchowym) oraz umiejętności odczytywania jej z ust, ocenę etapu rozwoju mowy, gotowość pacjenta do

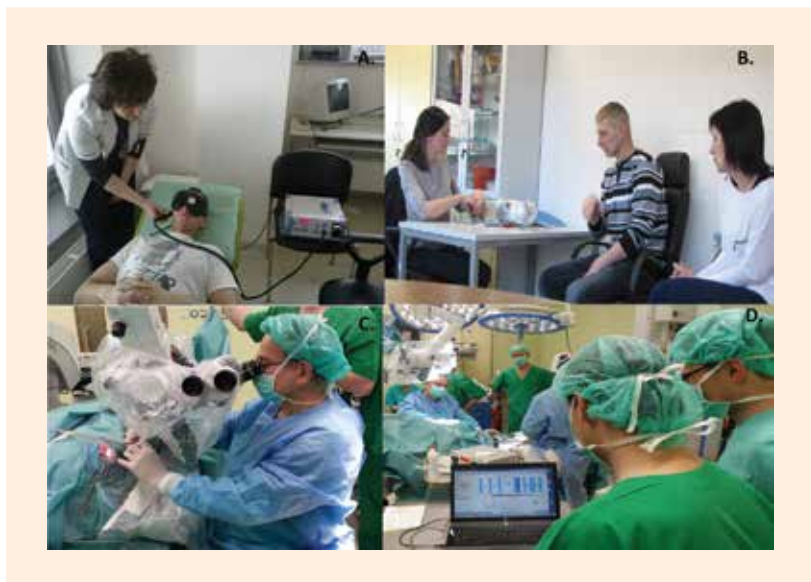


Rycina 4. Badanie zysku słuchowego z użytkowania aparatów słuchowych w wolnym polu słuchowym. **A.** Widok z kabiny audiometrycznej podczas badania w aparatach słuchowych (M, 35l); **B.** Wykres audiometrii słownej bez aparatów słuchowych (stopień dyskryminacji mowy 0%); **C.** Wykres audiometrii słownej w aparatach słuchowych (stopień dyskryminacji mowy 20%)



Rycina 5. Wynik badania słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu (ABR). Bodziec typu trzask o charakterystyce częstotliwościowej 2000–4000 Hz. Na podstawie obecności fali V (odpowiedź neuronalna jąder wstęgi bocznej) wyznaczono obiektywnie próg słuchu: ucho prawe — 100 dB; ucho lewe — 100 dB. W porównaniu z audiogramem tonalnym (ryc. 2) różnica nie przekracza 20 dB nHL

komunikowania się (ryc. 6B). Rolą logopedy jest wykrycie zaburzeń centralnych, mogących



Rycina 6.A. Badanie VNG. Techniczka wykonuje pobudzenie prawego narządu przedsionkowego bodźcem kalorycznym powietrznym, zamontowana w goglach kamera rejestruje ruchy gałek ocznych i przesyła je do analizatora; **B.** Konsultacja logopedyczna (po prawej pacjent wraz z opiekunem — żoną) z oceną zdolności językowych; **C.** Zabieg wszczepienia implantu ślimakowego (otochirurg przy mikroskopie operacyjnym); **D.** Procedura śródoperacyjna sprawdzania poprawności działania implantu przez audiologa i inżyniera biomedycznego, w głębi operator trzymający przy uchu chorego zewnętrzną część implantu

mieć wpływ na rozwój języka oraz zdobycie wiedzy na temat zaawansowania procesu rehabilitacji, określenie zastosowanych metod, częstości, jakości i skuteczności oddziaływań [1, 3, 6–12]. Obecnie w Polsce najczęściej stosowana jest metoda audytywno-werbalna nabywania mowy na drodze słuchowej.

KWALIFIKACJA PSYCHOLOGICZNA

Psycholog kliniczny bierze czynny udział w ustalaniu pełnego rozpoznania przedoperacyjnego, ocenia możliwości poznawcze pacjenta, dostrzega różne problemy natury emocjonalnej i społecznej, które mogły zaistnieć w związku z utratą słuchu. Do zadań psychologa należy ocena osobowości pacjenta, ilorazu inteligencji, ustalenie dominującej półkuli mózgowej (do implantacji wybiera się stronę zgodną z dominującą półkulą mózgową), a także sprawdzenie motywacji chorego i rodziny do leczenia i długotrwałej rehabilitacji oraz ich oczekiwań. Decyzja o implantacji musi być podejmowana świadomie i samo-

dzielnie przez chorego i jego rodzinę po wyjaśnieniu zasad działania implantu [1, 3, 7–11].

KWALIFIKACJA RADIOLOGICZNA

Rola radiologa w procesie kwalifikacyjnym dotyczy oceny kości skroniowej chorego ze szczególnym uwzględnieniem budowy i drożności przestrzeni płynowych ucha wewnętrznego oraz grubości łuski kości skroniowej. W tym celu wykonuje się tomografię komputerową kości skroniowych wysokiej rozdzielczości (HR). Ma ono na celu wykazanie zachowania ścian kostnych ślimaka i jego łączności z nerwem ślimakowym. Badanie rezonansu magnetycznego umożliwia ocenę nerwów przedsionkowo-ślimakowych, tylnego dołu czaszkowego, przewodu słuchowego wewnętrznego i kąta mostowo-mózdkowego.

Ostateczna decyzja o przeprowadzeniu operacji wszczepu ślimakowego podejmowana jest zawsze na podstawie kompleksowych badań klinicznych oraz wiąże się z dalszym, długotrwałym procesem żmudnej rehabilitacji logopedycznej i adaptacji społecznej pacjenta. Należy ją zawsze podejmować rozważnie po uzyskaniu pozytywnych wyników wszystkich omówionych testów.

IMPLANTACJA ŚLIMAKOWA

Zabieg rozpoczyna się wykonaniem cięcia za uchem i wytworzeniem płata skórno-mięśniowego, pokrywającego część wewnętrzną implantu leżącego na łusce kości skroniowej. W dalszym etapie wykonywana jest antromastoidektomia (usunięcie komórek powietrznych wyrostka sutkowatego), a następnie tympanotomia tylna z uwidocznieniem niszy okienka okrągłego. Kluczowym elementem zabiegu jest kochleostomia, czyli otwarcie ślimaka w błonie okienka ślimaka oraz wprowadzenie elektrod implantu do schodów bębienka z uszczelnieniem jej tkanką łączną (ryc. 6C). W końcowym etapie do kości umocowuje się część wewnętrzną implantu za pomocą szwów oraz zaszywa ranę skórną [1, 2, 4, 7, 15–16]. W trakcie zabiegu wykonuje się

badania sprawności wszczepionego implantu i czynności drogi słuchowej za pomocą procesora mowy skonfigurowanego z odpowiednim oprogramowaniem komputerowym (ryc. 6D). Badanie to przeprowadza wyszkolony inżynier biomedyczny z audiologiem [1, 2, 4, 7].

POSTĘPOWANIE POOPERACYJNE

W postępowaniu pooperacyjnym przeprowadza się aktywację procesora mowy oraz rozpoczyna się rehabilitację chorego. Aktywacja implantu następuje po całkowitym wygojeniu rany za uchem, z reguły po czterech tygodniach od zabiegu. Pierwszym etapem jest zaprogramowanie procesora mowy poprzez ustawienie odpowiednich parametrów stymulacji elektrycznej. Oprócz dopasowania procesora mowy, w trakcie rehabilitacji przeprowadza się wiele badań i konsultacji, w tym: audiologicznych, otolaryngologicznych, logopedycznych i psychologicznych. Dzięki współpracy z logopedą uzyskiwane są dodatkowe informacje o sprawności słuchowej pacjenta implantowanego, umożliwiające ewentualną korektę i lepsze dopasowanie systemu implantu ślimakowego. Ustawienia implantu są procedurą, która wymaga powtarzania [1, 3–5, 11, 12]. W czasie pierwszych 6 miesięcy po implantacji co raz w miesiącu, do 1,5 roku po zabiegu co 2 miesiące, a następnie co 6 miesięcy. Podczas każdego ustawienia parametrów procesora mowy przeprowadzana jest konsultacja logopedyczna z oceną postępów rehabilitacji mowy i w razie potrzeby psychologiczna.

PODSUMOWANIE

Kwalifikacja do wszczęcia implantu ślimakowego jest procesem skomplikowanym, długotrwałym i wymagającym współpracy spe-

cjalistów z wielu dziedzin klinicznych. Liczbę użytkowników implantów ślimakowych w Polsce ocenia się na kilka tysięcy. Należy również zwrócić uwagę, że w ciągu najbliższych kilkunastu lat wzrośnie liczba osób dorosłych zaimplantowanych w wieku dziecięcym, co istotnie zwiększy liczbę tych chorych w populacji. Osoby takie będą trafiały między innymi do lekarzy rodzinnych, których nie powinien dziwić widok zausznego procesora mowy z anteną nadawczą umieszczoną na skórze okolicy skroniowej. W zależności od stopnia procesu rehabilitacji i okresu implantacji pacjenci ci będą wykazywać różny stopień komunikacji werbalnej. Należy zwrócić uwagę lekarzy rodzinnych na sposób porozumiewania się z tymi chorymi. W związku z ich problemami z rozumieniem mowy i wspomaganiem się części z nich odczytywaniem mowy z ust należy mówić z twarzą zwróconą wprost do chorego, powoli artykułować wypowiedzi, bez przesadnej akcentacji, a co najważniejsze nie podnosić zbyt głośno, co jak wykazują badania raczej pogarsza rozumienie mowy, niż je poprawia. Lekarz rodzinny, posiadając wiedzę na temat rehabilitacji chorego z implantem ślimakowym, w razie problemów może pokierować takiego chorego do audiologa, logopedy lub psychologa, którzy aktywnie uczestniczą w procesie rehabilitacji. Nie bez znaczenia jest również znajomość zasad kwalifikacji do zaimplantowania. Z reguły dotyczy to chorych, którzy już są użytkownikami aparatu/aparatów słuchowych. Jeżeli do gabinetu lekarza rodzinnego trafia chory zaaparatowany, z którym kontakt — pomimo użytkowania takiej protezy — jest znacznie utrudniony lub niemożliwy, z pewnością należy go skierować do odpowiedniego rejonowego ośrodka audiologicznego.

PIŚMIENNICTWO

1. Skarżyński H., Lorens A., Piotrowska A. Wszczepy ślimakowe. W: Audiologia kliniczna, Śliwińska-Kowalska M. (red.). MEDITON, Łódź 2005, 429–436.
2. Skarżyński H., Janczewski G., Niemczyk K., Geremek A., Kochanek K., Klasek O. Pierwszy wszczep ślimakowy w Polsce. Otolaryngol. Pol. 1993; 47: 427–434.

3. Niemczyk K., Piotrowski J., Woźniak A. Podstawy rehabilitacji zaburzeń słuchu i głuchoty u dzieci i dorosłych. W: Otolaryngologia praktyczna — podręcznik dla studentów i lekarzy, Janczewski G. (red.), tom I, Via Medica, Gdańsk 2005, 181–184.
4. Niparko J.K. Cochlear implants. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia 2000, 95–145.
5. Lehnhardt E. Clinical aspects of cochlear implants. Otolaryng. Pol. 1992; 46: 2–95.
6. Skarżyński H., Janczewski G., Niemczyk K., Geremek A. Wybrane problemy w zastosowaniu implantów ślimakowych. Otolaryngol. Pol. 1993; 47: 444–451.
7. Skarżyński H., Geremek A., Szuchnik J., Posłuszna-Owczar M., Lorens A., Michałowska E. Patients selection protocol for Cochlear implantation. Central and Eastern European Journal of Oto-Rhino-Laryngology and Head and Neck Surgery 1997; 2 (1/2): 15–21.
8. Geremek A., Skarżyński H., Szuchnik J., Posłuszna-Owczar M., Lorens A., Zawadzki R. Aktualne kryteria kwalifikacji do operacji wszczepienia implantu ślimakowego. Otolaryngol. Pol. 1999; supl. 30 (53): 110–112.
9. Skarżyński H. Wszczepy ślimakowe i pniowe. W: Audiologia kliniczna — Zarys, Pruszewicz A. (red.), wyd. III, Wyd. AM im. Karola Marcinkowskiego, Poznań 2003, 543.
10. Zwolan T.A. Selection of cochlear implant candidates. W: Cochlear implants, Waltzman S.B., Roland J.T. (red.), Thieme Medical Publishers, New York, Stuttgart, 2nd ed., 2006, 57–68.
11. Geremek-Samsonowicz A., Kłonica L.K., Rostkowska J., Pieluś M., Skarżyński H. Model postępowania diagnostyczno-terapeutycznego wobec niemowlęcia i jego rodziny przed operacją wszczepienia implantu ślimakowego. Nowa Audiofonologia 2012; 1 (1): 119–125.
12. Piotrowska A., Lorens A., Szuchnik J., Wojewódzka B., Kosmalowa J., Skarżyński H. Procedura przedoperacyjna kwalifikacji do wszczepienia implantu ślimakowego stosowana w Instytucie Fizjologii i Patologii Słuchu w Warszawie. Audiofonologia 2001; 20: 43–50.
13. Gasparini P., Rabionet R., Barbujani G., Melchionda S., Petersen M., Brøndum-Nielsen K. i wsp. and the Genetic Analysis Consortium of GJB2: 35delG high carrier frequency of the 35delG deafness mutation in European populations. European Journal of Human Genetics 2000; 8 (1), 19–23.
14. Schopmeyer B. Professional roles in multidisciplinary assessment of candidacy. W: Cochlear implants: principles and practices, Niparko J.K., Kirk K.I., Mellon N.K., McConkey Robbins A.M., Tucci D.L., Wilson B.S. (red.). Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia 2000, 178–181.
15. Skarżyński H., Lorens A., Piotrowska A. A new method of partial deafness treatment. Med. Sci. Monit. 2003; 9 (4): 20–24.
16. Skarżyński H., Lorens A., Piotrowska A., Skarżyński P. Hearing preservation in partial deafness treatment. Med. Sci. Monit. 2010; 16 (11): 555–562.