

Joanna Szuchnik, Artur Lorens, Henryk Skarżyński

Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu  
Warszawa

## Możliwości odbioru mowy u pacjentów korzystających z implantów ślimakowych z różnymi strategiami jej kodowania (MPEAK i SPEAK)

Speech perception abilities of patients  
using the multi-peak and speak coding strategies

**Słowa kluczowe:** wszczepy ślimakowe, strategie kodowania mowy, wyniki

**Key words:** cochlear implants, speech coding strategies, results

### Streszczenie

Wśród 115 pierwszych pacjentów zaimplantowanych w ośrodku w Warszawie, 14 korzysta z implantu Nucleus-22. W początkowym okresie realizacji naszego programu 5 pacjentów otrzymało procesor mowy MSP ze strategią kodowania mowy MPEAK. Następnie, po co najmniej rocznym okresie używania, dokonano wymiany procesorów mowy u tych pacjentów. Otrzymali oni procesory Spectra-22 ze strategią kodowania mowy SPEAK. Przed wymianą procesorów, bezpośrednio po niej oraz po kilku miesiącach korzystania z nowej strategii, przeprowadzono badanie tym samym zestawem testów. Praca zawiera wyniki tych badań, jak również wyniki grupy dzieci korzystających z procesora Spectra-22 od momentu pierwszego podłączenia procesora mowy.

### Summary

Among 115 first patients implanted at Center in Warsaw, 14 have been provided with NUCLEUS 22 cochlear implant system. In this group there are 2 postlingually deafened adults and 12 children: 2 post- and 10 prelingually deafened. In the early stage of our program 5 patients were implanted with NUCLEUS CI system with MSP. After at least 1 year of use, the MSP speech processors have been replaced by Spectra-22 with SPEAK speech coding strategy. Before the upgrade the patients were examined using age appropriate tests in closed and open sets. After several months of using the new speech processor, the examinations were

repeated using the same tests. The results of speech perception will be presented in those patients with the replaced speech processors as well as in the group of children using the Spectra-22 from the moment of implantation.

## WSTĘP

Liczne doniesienia opisują polepszenie rozróżnialności widmowego i czasowego przebiegu mowy przez pacjentów korzystających ze strategii kodowania mowy SPEAK [Beiter i in. 1996, Bertram i in. 1995, Staller i in. 1994, Shallop 1994, Skinner i in. 1994]. Dotyczą one również wzrostu rozumienia mowy w hałasie, a więc w warunkach najbardziej zbliżonych do naturalnego funkcjonowania pacjenta w domu, na ulicy, w pracy czy w szkole [Beiter i in. 1996, Geers i in. 1997, Staller i in. 1991, 1994, Patrick 1997]. Te naturalne sytuacje są jednocześnie największym wyzwaniem dla osób niesłyszących korzystających z różnego rodzaju protez: konwencjonalnych aparatów słuchowych lub implantów ślimakowych [Malesińska i in. 1995, Szuchnik i in. 1997]. Aparaty najnowszej generacji oraz procesor mowy Spectra-22 z systemem kodowania mowy SPEAK to urządzenia, które w znacznym stopniu ułatwiają proces porozumiewania się drogą słuchową osobom dorosłym w codziennych sytuacjach, zwłaszcza wtedy gdy mowie towarzyszą różnorodne dźwięki tła. Stwarzają także szansę na ułatwiony rozwój mowy i języka dzieciom z głuchotą prelingwalną, zwłaszcza tym, których rehabilitacja prowadzona jest zgodnie z filozofią wychowania słuchowo-werbalnego [Estabrooks 1994, Beiter i Estabrooks 1996]. Implant ślimakowy ułatwia rozumienie wszystkich zjawisk otaczającego świata, wzmacnia ciekawość dziecka do ich poznawania, co w rezultacie prowadzi do łatwiejszego poznania języka drogą słuchową [Szuchnik i in. 1997].

## STRATEGIE KODOWANIA MOWY

Strategie kodowania mowy polegają na stymulowaniu nerwu ślimakowego z różną częstotliwością, w różnym czasie i w różnym miejscu [Allum 1996]. Dzieli się je na strategie analogowe (informacja akustyczna transmitowana jest w postaci sygnału ciągłego do określonej liczby elektrod jednocześnie) i impulsowe (informacja przekazywana jest cyklicznie w postaci impulsów, kolejno do każdej elektrody i z uwzględnieniem elementów najważniejszych w rozpoznawaniu mowy). Zarówno strategia zwana Multipeak (MPEAK), jak i określana mianem Spectral Peak (SPEAK) należą do tej drugiej grupy. Strategie te wykorzystują tzw. tonotopową organizację ślimaka, która łączy miejsce pobudzenia z wrażeniem wysokości dźwięku.

Algorytm MPEAK wprowadzony w 1989 r. [Clinical Bulletin Cochlear AG] oparty jest na ekstrakcji formantów: F0 czyli częstotliwości podstawowej dostarczającej ważnych wskazówek suprasegmentalnych dla mowy, F1 i F2 związanych z informacją formantową dotyczącą samogłosek oraz na prezentacji energii z dwóch filtrów wysokopasmowych związanych z percepcją spółgłosek. W jednym cyklu stymulacji impulsy podawane są na cztery elektrody wybrane z ogólnej liczby 22 elektrod. Ograniczenia tej metody wynikają z przyporządkowania tylko jednej elektrody do formantu F1 i jednej do F2 w trakcie pojedynczego cyklu. Eliminuje to redundantne (nadmiarowe) informacje, które okazują się potrzebne do rozumienia mowy w warunkach akustycznych różniących się od idealnych. Rozwiązanie to jest wrażliwe na zakłócenia szumem otoczenia.

Ostatni rozwój prac naukowych nad kodowaniem mowy dla implantu NUCLEUS doprowadził do wprowadzenia algorytmu SPEAK [Skinner i in. 1994, Staller i in. 1994, Patrick 1997]. Polega on na wyborze maksimum dziesięciu wartości szczytowych w widmie sygnału i stymulacji odpowiednio przyporządkowanych elektrod z ogólnej liczby 22. Częstość stymulacji zmienia się w zależności od liczby wybranych maksimum. W porównaniu do strategii MPEAK częstość ta jest większa. Algorytm ten wykazuje mniejszą wrażliwość na zakłócenia szumem otoczenia.

## MATERIAŁ I METODY

Wśród 115 pierwszych pacjentów zaimplantowanych w ośrodku w Warszawie – 14 osób korzysta z implantu NUCLEUS-22. Grupa ta składa się z 2 dorosłych pacjentów z głuchotą postlingwalną oraz 12 dzieci, w tym 10 pre- oraz 2 postlingwalnie ogłuchłych. W początkowym okresie naszego programu 5 pacjentów otrzymało procesory mowy MSP ze strategią kodowania mowy MPEAK. Następnie – w 4 przypadkach po 2 latach oraz w 41 przypadku po roku korzystania z implantu, dokonano wymiany procesorów mowy na Spectra-22 u następujących pacjentów: 1 dorosłego z głuchotą postlingwalną i 4 dzieci: 3 z głuchotą wrodzoną oraz 1 ogłuchłego w wieku 6 lat w wyniku zapalenia opon mózgowych.

Przeprowadzono 2-krotne badanie przy użyciu tego samego zestawu testów: bezpośrednio po wymianie procesora mowy oraz po 3-miesięcznym okresie używania nowego procesora. Dla porównania wykorzystano również wyniki uzyskane przez pacjentów z użyciem procesorów MSP, zbierane w ramach toczącej się w Instytucie określonej procedury badawczej. Wyniki w odniesieniu do 4 pacjentów dotyczą 2-letniego okresu korzystania z implantu, w stosunku do 1 dziecka prelingwalnego (C) – okresu 1 roku. Badania przeprowadzone były żywym głosem przez tego samego terapeutę – kobietę,

w pomieszczeniu, w którym panował przeciętny poziom szumu normalnego gabinetu logopedycznego.

W stosunku do pacjentów postlingwalnych zastosowano następujące rodzaje testów percepcyjnych: w zestawach zamkniętych – rozpoznawanie samogłosek i spółgłosek w logotomach oraz liczb od 1 do 100, w zestawach otwartych – rozumienie zdań oraz słów jednosylabowych. Uzupełnieniem był test polegający na dyskryminacji cech dystynktywnych języka polskiego (TSRG) w parach wyrazów znaczących.

W stosunku do dzieci prelingwalnych wykorzystano następujące rodzaje zadań: percepcja sylab w wyrazie, identyfikacja wyrazów, identyfikacja słów dwusylabowych, identyfikacja zdań oraz w zestawie otwartym: rozpoznawanie fonemów oraz rozumienie słów 1-sylabowych.

Zadania oparte o zestawy zamknięte wykorzystano również w celu ukazania postępów, jakie poczyniły dzieci prelingwalne (n=7) korzystające od początku z procesorów mowy Spectra-22. Czas jaki poddano obserwacji wynosił dla całej grupy 6 miesięcy, a dla 5 dzieci – 1 rok.

## WYNIKI

Tab. 1. Wyniki pacjentów postlingwalnych

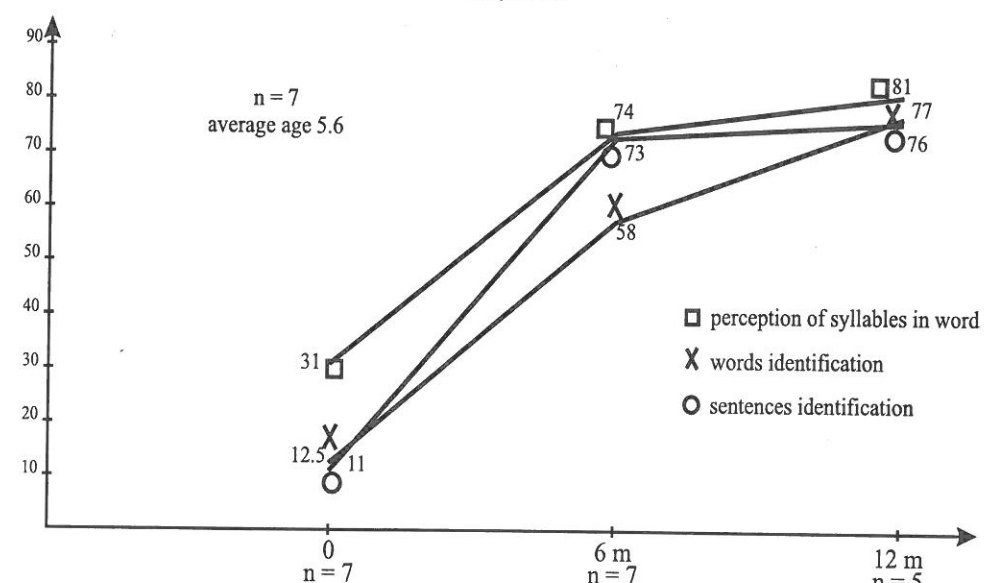
| Tests                                                            | Patient | MPEAK | Spectra - 22 SPEAK |                              |
|------------------------------------------------------------------|---------|-------|--------------------|------------------------------|
|                                                                  |         |       | 1st examination    | 2st examination (after 3 m.) |
| Vowels                                                           | A       | 50    | 71                 | 88                           |
|                                                                  | B       | 100   | 96                 | 100                          |
| Consonants                                                       | A       | 27    | 25                 | 39                           |
|                                                                  | B       | 60    | 75                 | 82                           |
| Numbers                                                          | A       | 65    | 80                 | 100                          |
|                                                                  | B       | 100   | 95                 | 100                          |
| Monosyllable words - open set                                    | A       | 5     | 13                 | 27                           |
|                                                                  | B       | 68    | 72                 | 98                           |
| Sentences - open set                                             | A       | 7     | 40                 | 82                           |
|                                                                  | B       | 99    | 100                | 100                          |
| TSRG (Discrimination of distinctive features of Polish language) | A       | 67    | 42                 | 78                           |
|                                                                  | B       | 100   | 92                 | 100                          |

| Age at implantation | Onset of deafness | 1st fitting |
|---------------------|-------------------|-------------|
| A 24 m. 18.8        | 11.0              | Nov. 16,'94 |
| B 24 m. 7.6         | 6.8               | May 21,'94  |

Tab. 2. Wyniki pacjentów prelingwalnych

| Tests                            | Patient | MPEAK | Spectra - 22 SPEAK |                              |
|----------------------------------|---------|-------|--------------------|------------------------------|
|                                  |         |       | 1st examination    | 2st examination (after 3 m.) |
| Perception of syllables in word  | A       | 88    | 50                 | 88                           |
|                                  | B       | 100   | 78                 | 100                          |
|                                  | C       | 100   | 96                 | 100                          |
| Words identification             | A       | 83    | 25                 | 38                           |
|                                  | B       | 75    | 50                 | 78                           |
|                                  | C       | 100   | 79                 | 92                           |
| Twosyllable words identification | A       | -     | 33                 | 83                           |
|                                  | B       | -     | 67                 | 92                           |
|                                  | C       | -     | 83                 | 100                          |
| Sentences identification         | A       | 78    | 67                 | 77                           |
|                                  | B       | 72    | 82                 | 85                           |
|                                  | C       | 100   | 90                 | 93                           |
| Phonemes recognition             | A       | 48    | 57                 | 73                           |
|                                  | B       | 37    | 63                 | 70                           |
|                                  | C       | 63    | 90                 | 100                          |
| Monosyllable open set words      | A       | 0     | 10                 | 60                           |
|                                  | B       | 0     | 30                 | 30                           |
|                                  | C       | 30    | 90                 | 90                           |

| Age at implantation | Onset of deafness | 1st fitting |
|---------------------|-------------------|-------------|
| A 24 m. 11.1        | congenital        | Aug. 19,'94 |
| B 24 m. 5.0         | "                 | May 11,'94  |
| C 12 m. 6.5         | "                 | May 22,'95  |



Ryc. 1. Wyniki percepcji wyrazów i zdań w zestawach zamkniętych osiągnięte u dzieci w toku rehabilitacji



## OMÓWIENIE WYNIKÓW I WNIOSKI

1. Pacjenci postlingwalni, nawet wobec odczuwanej zmiany bezpośrednio po wymianie procesora, osiągnęli znacząco wyższe wyniki we wszystkich zadaniach testowych, oprócz zadań dotyczących różnicowania i rozpoznawania spółgłosek, aby po 3-miesięcznym korzystaniu z nowej strategii, wyraźnie je poprawić.

2. Dzieci prelingwalne znacznie boleśniej odczuły zmianę procesorów mowy, zwłaszcza w odniesieniu do dobrze znanych zadań opartych o zestawy zamknięte. Jednak po 3-miesięcznym okresie korzystania z nowej strategii, wyniki zbliżają się do uzyskiwanych poprzednio. Zmianę tę należy obserwować w dłuższym okresie czasu.

3. W odniesieniu do zadań opartych o zestawy otwarte lub jedynie o charakterystykę widmową (two-syllable words identification) wyniki znacząco wzrosły pomiędzy pierwszym a drugim badaniem z procesorem Spectra-22.

4. Małe dzieci prelingwalne korzystające z implantu Nucleus-22 połączonego z procesorem mowy Spectra-22 mają ułatwiony dostęp do wszystkich dźwięków otoczenia, w tym dźwięków mowy w naturalnych sytuacjach życia codziennego. Sytuacja ta pozwala realizować wszystkie cele wychowania słuchowo-werbalnego w takim stopniu, jak to nie było możliwe do momentu implantacji.

Wyniki badań obiektywnych nabierają większej mocy gdy konfrontuje się je z subiektywnymi wynikami w postaci wypowiedzi rodziców prowadzących obserwację reakcji i zachowań dziecka [Skarżyński i in. 1997]. W odniesieniu do grupy dzieci korzystających z implantu Nucleus-22 w połączeniu z procesorem Spectra-22, możemy przytoczyć następujące wypowiedzi pochodzące z wywiadów z rodzicami: „przejawia zwiększone zainteresowanie szczegółami”, „zaczął interesować się historią swojego życia”, „zadaje więcej pytań”, „znacznie poszerzył się zakres używanych słów”, „więcej ludzi rozumie jej mowę”, „nie chce iść do szkoły bez procesora”, „przestała być głośna”, „przejawia zwiększone zainteresowanie mową, czytaniem i pisanie”, „zwraca uwagę na dźwięki, których się nie spodziewa”, „przychodzi ze swojego pokoju gdy włączam muzykę i tańczy”, „w zabawie z rówieśnikami stosuje więcej mowy”.

5. Procesor mowy Spectra-22 ze strategią SPEAK jest nowoczesnym urządzeniem, które dzięki mniejszej wrażliwości na zakłócenia szumami otoczenia pozwala na lepsze funkcjonowanie pacjentów w sytuacji porozumiewania się przy pomocy mowy (pacjenci postlingwalni) oraz na jej rozwój (dzieci prelingwalne).

## Bibliografia

- Allum D. J., 1996: Cochlear Implant Rehabilitation in Children and Adults, Whurr Publisher Ltd, London.
- Beiter A., Staller S., Menapace C., Brimacombe J., 1996: Speech perception abilities of children using the Multi-Peak and Speak Coding Strategies, The Third European Symposium on Paediatric Cochlear Implantation. Hannover, 1996, Proceedings.
- Beiter A.L., Estabrooks W., 1996: The Cochlear Implant: For Young Children, The Foundations of Listening, Toronto, Canada.
- Bertram B., Kogge K., Meyer V., Lenarz T., 1995: Experiences at the cochlear implant center (CIC) Hannover in upgrading children's speech processing strategy from MPEAK to SPEAK, IIIrd International Congress on Cochlear Implant, Paris, 27-29.04.1995.
- Clinical Bulletin Cochlear AG Basel, April 1994.
- Estabrooks W., 1994: Auditory Verbal Therapy for Parents and Professionals, AG Bell Association.
- Geers A., Brenner C., Davidson L., 1997: Speech Perception Changes in Children Switching From M-PEAK to SPEAK Coding Strategy, Vth International Cochlear Implant Conference, New York City, 1-3.05.
- Malesińska M., Szuchnik J., Góralówna M., Matejuk-Studzińska E., Wojewódzka B., Geremek A., Skarżyński H., 1995: Podstawowe założenia rehabilitacji słuchu i mowy po wszczepieniu implantów ślimakowych, Otolaryngologia Polska, tom XLIX, supl. nr 19.
- Patrick, J. F., 1997: The Evolution of Speech Coding Strategies, Vth International Cochlear Implant Conference, New York City, 1-3.05.
- Shallop J. K., 1994: Speech recognition performance over time with the Spectra 22 Speech Processor, International Cochlear Implant Speech and Hearing Symposium, Melbourne, 24-28.10.
- Skarżyński H., Zawadzki R., Szuchnik J., Geremek A., Lorens A., 1997: Analysis of the selected surgical aspects 102 implanted patients of different ages, Vth International Cochlear Implant Conference, New York City, 1-3.05.
- Skinner M. et al., 1994: Evaluation of a new spectral peak coding strategy for the Nucleus 22 channel cochlear implant system, Am. J. Otol., 15 (suppl).
- Staller S. J. (ed.) 1991: Multichannel cochlear implants in children. Suppl to Ear and Hearing, 12, no. 4.
- Staller S., Clark G., Skinner M., Whithord L., Seligman P., Shipp D., Shallop J., Everingham C., Arndt P., Antogenelli T., Menapace C., Brimacombe J., Pyle S., Daniels P., George C., McDermott H., Beiter A., 1994: Clinical evaluation of a new speech coding strategy (Spectral PEAK: SPEAK) for the Nucleus multichannel cochlear implant in English speaking subjects, The second European Symposium on Paediatric Cochlear Implantation, 26-28.05.1994, Montpellier.
- Szuchnik J., Geremek A., Prystawko P., Skarżyński H., 1997: Speech Perception Abilities of Patients Using the Multi-Peak and Speak Coding Strategy, Vth International Cochlear Implant Conference, New York City, 1-3.05.
- Szuchnik J., Malesińska M., Pośluszna-Owczar M., Skarżyński H., Geremek A., 1997: Wyniki rehabilitacji u dzieci po zastosowaniu różnych typów implantów ślimakowych, Otolaryngologia Polska, tom L, supl.22, 209-212.