

## Efeitos do número e localização dos eletrodos na cóclea na percepção da fala de indivíduos pós-linguais implantados

## Effects of number and position of electrodes in the cochlea on speech perception of implanted patients post-lingually deafened

Flávia M. de L. Rizzi<sup>1</sup>, Maria C. Bevilacqua<sup>2</sup>

Palavras-chave: fala, eletrodos-cóclea.  
Key words: speech; electrodes-cochlea.

### Resumo / Summary

**U**suários de um mesmo modelo de Implante Coclear (IC) podem obter diferentes graus de benefícios, dependendo do modo como o sistema é programado. **Objetivo:** Considerando que determinado canal do dispositivo interno estimule aproximadamente a mesma região da escala timpânica nos diferentes pacientes que apresentam inserção total do feixe de eletrodos, o objetivo deste estudo foi avaliar se existe uma região específica da cóclea responsável por um melhor desempenho na percepção de fala. **Forma de Estudo:** Clínico prospectivo. **Material e Método:** Participaram do estudo 12 deficientes auditivos inseridos no programa de IC do Centro de Pesquisas Audiológicas do HRAC-USP, todos usuários de IC multicanal "Med-EL", com inserção total dos eletrodos e reconhecimento de fala em conjunto aberto. Foram realizados testes de percepção de fala em três diferentes situações: 1) todos os canais ativados, 2) 6 canais da base da cóclea ativados e 3) 6 canais do ápice da cóclea ativados. **Resultados:** Houve diferença estatisticamente significativa entre as situações 1 e 2 e entre as situações 1 e 3, porém nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre as situações 2 e 3. **Conclusão:** Os dados não permitiram relacionar uma região específica da cóclea com um melhor desempenho na percepção de fala, porém 7 dos 12 pacientes testados obtiveram melhor performance quando os 6 canais basais estavam ativados, sugerindo que nas inserções parciais, onde os eletrodos não chegam até a região mais apical da cóclea e a estimulação ocorre mais intensamente nas regiões basal e medial, pode haver aproveitamento das informações auditivas.

**P**atients implanted with the same model of cochlear implant obtain different degree of benefit depending on the programming of the system. **Aim:** Considering that an specific channel of the internal device stimulates approximately the same area of the scala tympani in patients who have full electrode insertion, the aim of this study was to evaluate if there is an specific area responsible for a better performance in speech perception skills. **Study Design:** clinical prospective. **Material and Method:** 12 postlingually profoundly deaf individual participated in this study, all of them were patients of the cochlear implant program of the Audiological Research Center-HRAC- University of São Paulo, and users of the Med-EL multichannel system with full insertion of the electrodes. The performance of the speech perception tests were compared across the following conditions: 1) all channels activated; 2) 6 most basal channels activated and 3) 6 most apical channels activated. **Results:** Statistically significant differences were found between the conditions 1 and 2 and between the conditions 1 and 3, but no statistically significant differences were found between the conditions 2 and 3. **Conclusion:** The findings did not allow a direct confrontation between a cochlear specific area with a better performance in the speech perception, however, 7 out of 12 patients tested had better results when the 6 basal channels were activated, suggesting that in case of partial insertions, when the electrical stimulation occur in the basal and medial regions of the cochlea, there could be benefit derived from auditory information.

<sup>1</sup> Fonoaudióloga Especialista em Audiologia pelo Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo (HRAC-USP), Bauru, SP.

<sup>2</sup> Professora livre docente do Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo; Fonoaudióloga do Centro de Pesquisas Audiológicas do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo (HRAC-USP), Bauru, SP.

Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo (HRAC-USP).

Endereço para Correspondência: Flávia Muniz de Lima Rizzi - R. Nicolau Coutinho 71 Centro 37130-000 Alfenas MG

Tel (0xx35) 3291-3016 - E-mail: fmlrizzi@yahoo.com.br

Artigo recebido em 28 de fevereiro de 2003. Artigo aceito em 13 de maio de 2003.

---

## INTRODUÇÃO

---

A deficiência auditiva neurosensorial profunda é caracterizada por lesões nas células ciliadas que levam a obtenção de limiares auditivos para tons puros elevados e reconhecimento de fala altamente prejudicado<sup>1</sup>.

Os efeitos da utilização do Aparelho de Amplificação Sonora Individual (AASI) nos indivíduos com deficiência auditiva neurosensorial profunda vêm sendo extensivamente estudados, sendo demonstrado que, para a maioria dos casos, pouca informação auditiva é aproveitada devido à extensa lesão coclear apresentada pelos mesmos<sup>2</sup>.

Nos últimos anos os benefícios com a utilização do Implante Coclear (IC) multicanal, em especial no que se refere a percepção de fala, provou ser este um recurso altamente eficiente, promovendo resultados superiores àqueles encontrados com a utilização do AASI<sup>3-6</sup>.

A estimulação elétrica promovida pelo sistema de IC transmite o sinal das fibras do nervo auditivo diretamente ao cérebro<sup>7</sup>, já que nos indivíduos com deficiência auditiva neurosensorial profunda há uma grande diminuição no número de células ciliadas, ocorrendo uma separação entre o sistema auditivo periférico e central.

Os sistemas de Implante Coclear Multicanal são constituídos de componentes externos (microfone, processador de fala e antena transmissora) e componentes internos (unidade receptora-estimuladora e um feixe de eletrodos). Esse sistema funciona em frações de segundo. Os sons ambientais são captados pelo microfone direcional retroauricular e enviados, através de um cabo, para o processador de fala que filtra, analisa, digitaliza e converte os sons de entrada em sinais codificados. Esses sinais são enviados, através de um cabo, do processador de fala para a antena transmissora que remete esses sinais transcutaneamente para o receptor-estimulador por rádio frequência. O receptor-estimulador contém um circuito integrado que converte os códigos em sinais eletrônicos e os envia para o feixe de eletrodos inserido na cóclea. Os eletrodos, por sua vez, estimulam as fibras nervosas remanescentes e os impulsos neurais resultantes seguem pelo sistema nervoso central até os centros auditivos do cérebro, onde os sinais são interpretados e produzem uma "sensação de audição"<sup>8,9</sup>.

As várias maneiras existentes para que essa estimulação ocorra é chamada de modo de estimulação dos eletrodos e pode ser bipolar - em que o fluxo de estimulação elétrica ocorre entre dois eletrodos localizados a uma pequena distância na cóclea; monopolar - em que o fluxo é gerado entre um eletrodo intracoclear (ativo) e um extracoclear (de referência) que age como terra para todos eles; e *common-ground* - em que um único eletrodo intracoclear é designado como ativo e os demais são conectados para formar um único eletrodo indiferente, tornando o fluxo de corrente difuso<sup>8-10</sup>.

A forma pela qual o processador de fala converte os

sons de entrada captados pelo microfone em sinais elétricos é denominada estratégia de codificação da fala<sup>8</sup>. As várias estratégias desenvolvidas para os implantes multicanais podem ser divididas em três grupos: digitais, analógicas e híbridas, de acordo com a característica da codificação do sinal elétrico. A estratégia SPEAK utiliza filtros de bandas que produzem uma estimulação monopolar com pulsos de curta duração. Esse sistema oferece alta velocidade de estimulação. A estratégia CIS possibilita convencionalmente a estimulação de poucos canais a velocidades altas e fixas, oferecendo informação detalhada e preservando as variações de amplitude do sinal. A estratégia ACE é um conjunto de códigos híbridos, desenvolvidos para combinar as vantagens da estratégia SPEAK (grande número de eletrodos para estimulação, melhor representação de frequências) com as vantagens da CIS (alta velocidade de estimulação e melhor resolução temporal)<sup>11</sup>.

Grande variabilidade de benefícios podem ser encontrados em pacientes usuários de sistema de IC multicanal. Esta variabilidade pode ser explicada pela diferença no resíduo de células ganglionares ou elementos neurais existentes, inserção cirúrgica do dispositivo na escala timpânica, sobrevivência das estruturas neurais centrais, além do modo como o sistema é programado para cada usuário<sup>12</sup>. Outro aspecto que deve ser considerado é a variação no número de eletrodos ativados na cóclea.

Os dispositivos multicanais proporcionam estimulação elétrica em vários locais da cóclea, usando o feixe de eletrodos. Diferentes eletrodos são estimulados, dependendo da frequência do sinal de entrada: eletrodos próximos à base da cóclea são estimulados com sinais de alta frequência e eletrodos próximos ao ápice são estimulados com sinais de baixa frequência<sup>10</sup>. O número de eletrodos pode ser definido como a quantidade de contatos elétricos inseridos na cóclea, representando os contatos de polaridade positiva e negativa através dos quais passa a corrente elétrica, e o número de canais, como o número de filtros independentes de informação do sinal, que são liberados, em paralelo, para o ouvido interno. Canal representa o local da estimulação<sup>8</sup>.

Existem parâmetros de estimulação individuais para cada paciente que podem ser reprogramados quando necessário. Chamamos de "mapa" cada programação realizada. Qualquer problema com os componentes externos pode ser facilmente resolvido, realizando a substituição dos mesmos; porém, problemas com os componentes internos são mais difíceis de se resolver. A recomendação dos fabricantes é que problemas associados ao feixe de eletrodos podem ser resolvidos com a mudança na programação dos mapas, eliminando eletrodos específicos que estejam causando problemas.

Várias condições podem fazer com que seja necessária a desativação de um eletrodo ou mais. Algumas vezes, durante a inserção cirúrgica, um eletrodo pode ser danificado ou até mesmo não ser inserido devido a ossificação da cóclea

(inserção parcial do feixe de eletrodos). Outros eletrodos, quando estimulados eletricamente, podem estimular o nervo facial provocando sensações na garganta, nos olhos e até mesmo dor<sup>13</sup>. Sensações de vertigem e de má qualidade sonora também são relatadas. Nestes casos, os eletrodos com problemas podem ser eliminados do mapa. A questão que surge é o quanto de prejuízo na percepção de fala estas desativações podem acarretar e se existe uma região da cóclea (basal ou apical) responsável por um melhor desempenho nestas habilidades.

A fim de verificar os efeitos de diferentes programações dos eletrodos na percepção da fala, cinco usuários do sistema de IC Nucleus 22 (Cochlear) foram avaliados em diferentes situações de programação do mapa: 1) 5 eletrodos mais apicais eliminados; 2) 5 eletrodos mais basais eliminados; 3) 5 eletrodos mediais eliminados e 4) mapa utilizado pelo paciente (todos eletrodos ativados). Três sujeitos obtiveram pior performance na situação 1 e 2 sujeitos foram bem em todas as situações, sem diferença estatisticamente significativa. Todos os sujeitos preferiram seu próprio mapa (situação 4) em se tratando de qualidade sonora<sup>14</sup>.

Em outra situação, com o objetivo de estudar o reconhecimento de fala em função do número de eletrodos usados na programação com a estratégia de fala SPEAK, testes de percepção de fala foram aplicados em 11 pacientes com 1, 2, 4, 7, 10 e 20 eletrodos ativados. Todos os sujeitos apresentaram score ruim com 1 eletrodo ativado e a média da performance aumentou muito quando o número de eletrodos mudou de 1 para 4. Nenhuma diferença significativa foi observada nas condições 7, 10 e 20 eletrodos. Com testes de repetição de sentenças e consoantes, nenhuma diferença estatisticamente significativa foi observada com 4 e 20 eletrodos ligados. Estes dados sugerem que os usuários não são capazes de fazer uso de toda informação espectral fornecida pelo implante quando os 20 eletrodos estão ativados<sup>12</sup>.

A relação da percepção de fala com a profundidade da inserção do feixe de eletrodos na cóclea foi estudada e concluiu-se, baseados em dados de 327 pacientes, que quanto maior a inserção, e conseqüentemente maior o número de eletrodos ligados, melhor o índice de reconhecimento de fala<sup>15</sup>. Outro estudo simulou o efeito de inserção parcial dos eletrodos na compreensão de fala. Foram realizados testes de percepção de fala usando equipamentos com filtros de frequência que simulavam inserção parcial em 9 sujeitos ouvintes, com estimulação da base da cóclea até 22 a 25mm de inserção em direção ao ápice. Na situação de simulação de inserção parcial, a performance foi pior que sem a simulação, indicando também que o número reduzido de eletrodos na cóclea pode interferir significativamente na percepção de fala dos usuários de IC<sup>16</sup>.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a habilidade de percepção de fala em função do número e

localização dos eletrodos ativados e assim verificar se há uma região da cóclea (basal ou apical) que proporciona melhor desempenho na habilidade de percepção de fala.

## MATERIAL E MÉTODO

Participaram desta pesquisa 12 pacientes com deficiência auditiva neurossensorial profunda bilateral pós-lingual inseridos no programa de IC do Centro de Pesquisas Audiológicas (CPA) do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais (HRAC-USP). O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do HRAC-USP e todos os pacientes foram orientados quanto aos procedimentos realizados e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

Todos participantes são usuários de IC multicanal "Med-EL", com componente interno Combi 40+ e processador Tempo+ (retro auricular) ou CIS PRÓ+ ("de caixa") e apresentam inserção total dos eletrodos na cóclea e reconhecimento de fala em conjunto aberto. O modo de estimulação utilizado foi o monopolar e a estratégia de codificação do sinal de fala foi a CIS.

A idade dos participantes variou de 8 anos e 2 meses a 59 anos e 8 meses e o tempo da surdez antes de realizarem a cirurgia de IC variou de 5 meses a 8 anos e 4 meses. O tempo de experiência com o IC variou de 3 meses a 24 meses.

Foram realizados testes de percepção de fala em três diferentes situações: 1) todos os canais ativados, 2) somente os 6 canais da região da base da cóclea ativados e 3) somente os 6 canais da região apical da cóclea ativados. É importante ressaltar que os programas contendo os eletrodos desativados foram utilizados somente em situação de teste.

Descrição dos testes de percepção de fala:

Foi utilizado o protocolo em conjunto aberto composto pelas provas de reconhecimento de sílabas sem sentido, monossílabos e sentenças do dia-a-dia.

- Reconhecimento de sílabas sem sentido: foram utilizadas listas contendo estímulos no formato VCV (vogal-consoante-vogal), propostas no *Consonant Confusion Study – Confusion Program* apresentado no *software* do sistema de IC NUCLEUS na sua unidade de programação versão 6.90. Cada lista continha dezenove estímulos e em todos estes a vogal inicial e final utilizada foi a vogal /a/.
- Reconhecimento de monossílabos: foram utilizadas listas para repetição de 25 monossílabos<sup>17</sup>, apresentadas em campo a 60 dB, com a fonte sonora posicionada a 0° azimute da orelha implantada do paciente.
- Reconhecimento de sentenças: foram utilizadas as listas de sentenças CPA<sup>18</sup>. As mesmas foram apresentadas em situação de silêncio e ruído (S/R+10dB). O ruído utilizado foi o ruído competitivo do tipo " ruído de festa" (*cocktail party*). Os estímulos de fala foram apresentados em campo a 60dB com a fonte sonora posicionada a 0° azimute da orelha implantada do paciente.

Para a aplicação da lista de sílabas sem sentido e monossílabos foi utilizado um material de fala desenvolvido pelo HRAC e pelo Curso de Fonoaudiologia da Faculdade de Fonoaudiologia de Bauru/USP gravado em dois CDs, que foram reproduzidos através do equipamento "Cd player Teac PD-P30- Compact Disc Digital Audio" acoplado às entradas de CD do audiômetro "Midimate 622- Madsen Eletronics".

Para a aplicação das listas de sentenças, foram utilizadas fitas cassetes da marca BASF, modelo FEI ferro extra 60", gravadas no estúdio da Rádio UNESP/Bauru (Universidade Júlio de Mesquita Filho), por um locutor de voz masculina. A reprodução deste material se deu através do equipamento da marca "Pioneer", modelo CT W103 # "Stereo Double Casset Deck" conectado às entradas de "tape" do audiômetro.

Os procedimentos acima citados foram realizados em cabina acústica de 2mx2m.

Um micro computador Pentium II com processador Intel da marca "Hewlett Packard" com 32,0 MB RAMB, ligado a interface de programação DIB (*Diagnostic Interface Box*) e o software de programação para processadores CIS PRO, CIS PRO+ E TEMPO+ foram utilizados no ajuste do sistema (desativação dos eletrodos) utilizados pelos pacientes participantes do presente estudo.

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se os testes de Friedman e o de Dunn para comparar os resultados dos testes de percepção de fala nas diferentes situações postas<sup>19</sup>.

## RESULTADOS

Os resultados dos testes de percepção de fala aplicados neste estudo podem ser observados nos Gráficos 1, 2, 3 e 4 e na Tabela 1.

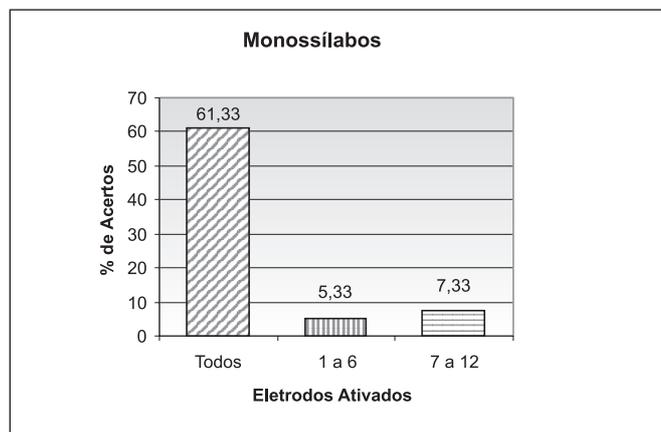


Gráfico 1. Porcentagem de acertos em relação ao número e posição dos canais ativados com aplicação da lista de monossílabos.

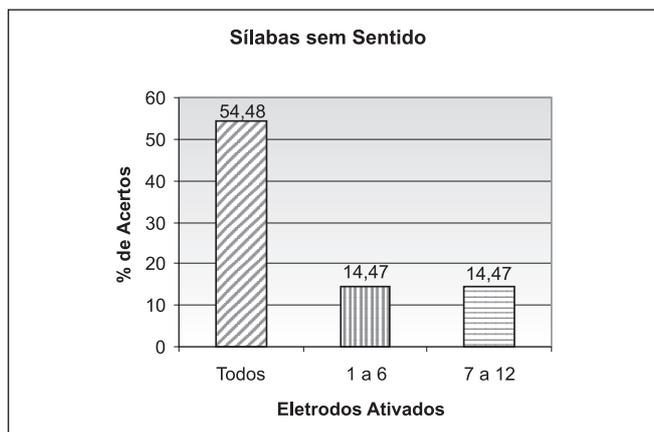


Gráfico 2. Porcentagem de acertos em relação ao número e posição dos canais ativados com aplicação da lista de sílabas sem sentido.

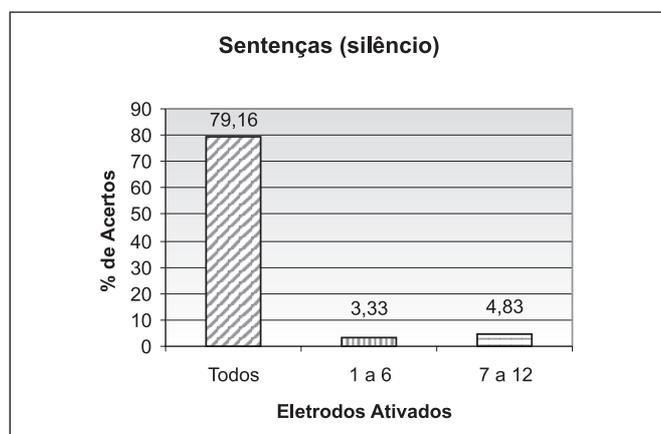


Gráfico 3. Porcentagem de acertos em relação ao número e posição dos canais ativados com aplicação da lista de sentenças no silêncio.

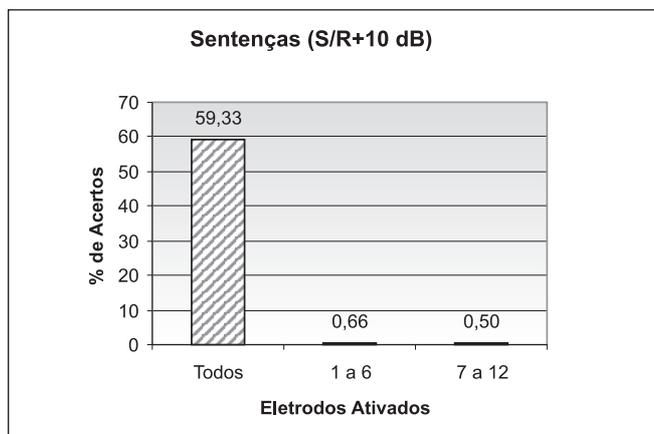


Gráfico 4. Porcentagem de acertos em relação ao número e posição dos canais ativados com aplicação da lista de sentenças na presença de ruído.

**Tabela 1.** Teste de Dunn<sup>19</sup>: Valores de P comparando-se as situações de teste

Comparação	Valor de P	Comparação	Valor de P
MONO 12 X MONO 1-6	P<0,05	SILÊN.12 X SILÊN. 1-6	P<0,05
MONO 12 X MONO 7-12	P<0,05	SILÊN.12 X SILÊN. 1-7	P<0,05
MONO 1-6 X MONO 7-12	P>0,05	SILÊN.1-6 X SILÊN. 7-12	P>0,05
SÍL. 12 X SÍL. 1-6	P<0,05	RUÍDO 12 X RUÍDO 1-6	P<0,05
SÍL. 12 X SÍL. 7-12	P<0,05	RUÍDO 12 X RUÍDO 7-12	P<0,05
SÍL. 1-6 X SÍL. 7-12	P>0,05	RUÍDO 1-6 X RUÍDO 7-12	P>0,05

onde:

MONO: teste de repetição de monossílabos;

SÍL.: teste de repetição de sílabas sem sentido;

SILÊN.: teste de repetição de sentenças no ruído;

RUÍDO: teste de repetição de sentenças na presença de ruído;

12: todos os canais ativados;

1-6: 6 canais apicais ativados e

7-12: 6 canais basais ativados.

**OBS:** há diferença estatisticamente significativa quando P<0,05.

## DISCUSSÃO

Aplicando-se o Teste de Friedman e o teste de Dunn na análise estatística<sup>19</sup> dos dados obtidos, verificou-se diferença estatisticamente significativa entre os situações 1 (todos os canais ativados) e 2 (somente canais de 1 a 6 ativados) e entre as situações 1 e 3 (somente canais de 7 a 12 ativados) ( $p<0,05$ ); porém esta diferença não foi encontrada quando comparadas as situações 2 e 3 ( $p>0,05$ ). Também observamos que pacientes com pouca experiência com o IC (até 6 meses de uso) apresentaram melhor performance com os 6 canais basais ativados enquanto que 4 dos 5 pacientes com mais de 1 ano e 6 meses de experiência apresentaram melhores resultados quando os 6 canais apicais estavam ativados.

Os resultados obtidos mostram que eliminar 6 canais da região localizada na base da cóclea ou 6 canais localizados na região apical da cóclea trazem um efeito prejudicial na compreensão de fala. Apesar de não ter havido diferença significativa entre os grupos nestas duas condições, houve diferença entre os sujeitos participantes. Cinco obtiveram melhor índice de reconhecimento com os 6 canais apicais ligados e sete com os 6 canais basais ligados, ao contrário do resultado encontrado anteriormente em outro estudo<sup>14</sup>, onde três dos cinco sujeitos avaliados obtiveram piores resultados na situação em que os 5 eletrodos mais apicais foram eliminados.

Assim como estudos realizados anteriormente<sup>15,16</sup>, este mostrou que existe a necessidade de um número mínimo de eletrodos ativados para que ocorra uma boa percepção de fala.

Após a aplicação dos testes, todos os pacientes referiram preferir o mapa com todos os canais ligados em se tratando de qualidade sonora, o que condiz com estudos anteriores<sup>14</sup>.

## CONCLUSÃO

Houve uma piora significativa no índice de reconhecimento de fala quando comparados os resultados obtidos na situação 1 (todos os canais ativados) e aqueles obtidos nas outras duas situações, porém os dados obtidos não nos permitem relacionar uma região específica da cóclea com um melhor desempenho na habilidade de percepção de fala, já que não houve diferença estatisticamente significativa entre a situação 2 (somente os 6 canais da base ativados) e 3 (somente os 6 canais do ápice ativados).

Devemos ressaltar que diferenças foram observadas quando realizadas comparações inter-sujeitos, mostrando que, para a maioria dos pacientes, melhores resultados nos testes foram encontrados quando os eletrodos da região basal da cóclea estavam ativados. Estes dados são importantes pois sugerem que nas inserções parciais, onde os eletrodos não chegam até a região mais apical da cóclea e a estimulação ocorre mais intensamente nas regiões mediais e basais, há um aproveitamento das informações auditivas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Katz J. Tratado de audiologia clínica. 4th ed. São Paulo: Manole; 1999.
2. Ferrari DV. Aparelhos de amplificação sonora individuais: caracterização e utilização em adultos com deficiência auditiva neurossensorial [dissertação]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 1999.
3. Clark GM, Cowan RSC, Dowell RC. Cochlear implantation for infants and children advances. San Diego: Singular; 1997.
4. Nikolopoulos TP, O'Donoghue GM, Archbold S. Age at implantation: its importance in pediatric cochlear implantation. *Laryngoscope* 1999; 109:595-9.
5. Pflugst BE, Holloway LA, Zwolan TA, Collins LM. Effects of stimulus level on electrode-place discrimination in human subjects with cochlear implants. *Hear Res* 1999;134:105-15.

- 
6. Van Dijk JE, Van Olphen AF, Langereis MC, Mens LH, Brox JP, Smooremburg GF. Predictors of cochlear implant performance. *Audiology* 1999;38:109-16.
  7. Wilson BS. Cochlear implant technology. In: Niparko JK, Kirk KI, Mellon NK, Robbins AM, Tucci DL, Wilson BS. *Cochlear implants: principles & practices*. Philadelphia: Lippincott Williams, Wilkins; 2000. p.109-27.
  8. Bevilacqua MC. *Implante coclear multicanal: uma alternativa na habilitação de crianças surdas [tese]*. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 1998.
  9. Costa Filho OA. *Implantes cocleares multicanais no tratamento da surdez em adultos [tese]*. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 1998.
  10. Loizou PC. Introduction to cochlear implants. *IEEE Eng Med Biol Mag* 1999;18:32-42.
  11. Loizou PC. Signal-processing techniques for cochlear implants: a review of progress in deriving electrical stimuli from the speech signal. *IEEE Eng Med Biol Mag* 1999; 18:34-46.
  12. Fishman KE, Shannon RV, Slattery WH. Speech recognition as a function of the number of electrodes used in the SPEAK cochlear implant speech processor. *J Speech Lang Hear Res* 1997;40:1201-15.
  13. Cohen NL, Waltzman SB, Shapiro WH. Telephone speech comprehension with use of the Nucleus Cochlear Implant. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl* 1989;142:8-11.
  14. Geier LL, Norton SJ. The effects of limiting the number of Nucleus 22 cochlear implant electrodes programmed on speech perception. *Ear Hear* 1992;13:340-8.
  15. Hartrampf R, Dahm MC, Battmer RD, Gnadeberg D, Strauss-Schier A, Rost U et al. Insertion depth of the Nucleus electrode array and relative performance. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl* 1995;166:277-80.
  16. Dorman MF, Loizou PC, Rainey D. Simulating the effect of cochlear implant electrode insertion depth on speech understanding. *J Acoust Soc Am* 1997;102:2993-6.
  17. Lacerda AP. *Audiologia clínica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1976.
  18. Valente SLOL. *Elaboração de listas de sentenças [dissertação]*. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica; 1998.
  19. Zar JH. *Biostatistical analysis*. 3rd. ed. New Jersey: Prentice Hall; 1996.