

Habilidades de ordenação temporal em usuários de implante coclear multicanal

Temporal organization skills in cochlear implants recipients

Patricia Danieli Campos¹, Kátia de Freitas Alvarenga², Natália Barreto Frederique³, Leandra Tabanez do Nascimento⁴, Koichi Sameshima⁵, Orozimbo Alves Costa Filho⁶, Maria Cecília Bevilacqua⁷

Palavras-chave: implante coclear, percepção auditiva, perda auditiva, transtornos da audição.
Keywords: cochlear implantation, auditory perception, hearing loss, hearing disorders.

Resumo / Summary

O processamento das pistas acústicas dos sons da fala depende da adequada percepção da frequência e da duração dos estímulos enquanto seqüência de eventos. **Objetivo:** Avaliar as habilidades de ordenação temporal em usuários de IC multicanal. **Método:** 14 indivíduos com audição normal, formadores do grupo controle equiparados em idade e gênero com 14 usuários de IC, que formaram o grupo experimental, foram avaliados e comparados quanto ao Teste de Padrões de Frequência (TPF) e Teste de Padrões de Duração (TPD). **Resultados:** Os usuários de IC apresentaram bom desempenho nas tarefas de ordenação temporal, com resultados médios de 48,7% no TPF e 59,6% no TPD. Para o grupo controle, o desempenho médio no TPF foi de 63,4% e no TPD de 64,6%. Não foi obtida diferença significativa estatisticamente entre os resultados dos grupos controle e experimental. **Conclusão:** O IC proporcionou desempenho favorável nas tarefas que exigem habilidades de ordenação temporal para os indivíduos avaliados neste estudo.

Processing acoustic clues from the sounds of speech depends on the proper perception of the frequency and duration of stimuli as a sequence of events. **Aim:** To assess the capacity for temporal organization in users of multichannel CI. **Method:** 14 normal hearing individuals formed the control group, matching in age and gender other 14 users of multichannel CI, who made up the study group, and they were assessed and compared as to the Frequency Patterns Test (FPT) and Duration Patterns Test (DPT). **Results:** CI users had good performance in temporal organization tasks, with mean results of 48.7% in the FPT and 59.6% in the DPT. For the control group, mean performance at the FPT was of 63.4% and in the DPT of 64.6%. We did not see statistically significant difference between the results from the control and study groups. **Conclusion:** the CI provided favorable performance in the tasks that required temporal organization skill for individuals evaluated in this study.

¹ Especialização, Especialista em Laboratório de Amplificação Sonora do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo, HRAC/USP, Bauru/SP.

² Profa. Dra. do Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, FOB/USP.

³ Dra., Fonoaudióloga do Centro de Pesquisas Audiológicas do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo, HRAC/USP.

⁴ Dra., Fonoaudióloga do Centro de Pesquisas Audiológicas, CPA. do HRAC/USP, Bauru/SP.

⁵ Livre-Docente, Professor Associado do Departamento de Radiologia e do Laboratório de Neurociência Cognitiva, LIM-43 da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo/SP.

⁶ Livre-Docente, Coordenador do Programa de Implante Coclear do CPA do HRAC/USP, Bauru/SP.

⁷ Livre-Docente, Professora Titular e Chefe do Departamento de Fonoaudiologia da FOB/USP, Bauru/SP.

Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo.

Endereço para correspondência: Patricia Danieli Campos - Rua Prudente de Moraes 8-54 Vila Falcão Bauru SP 17051-010.

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da RBORL em 13 de julho de 2007. cod.4656

Artigo aceito em 25 de agosto de 2007.

INTRODUÇÃO

O processamento auditivo envolve os fenômenos comportamentais de localização e lateralização sonora, discriminação auditiva, reconhecimento de padrões auditivos, aspectos temporais da audição (resolução temporal, mascaramento temporal, integração temporal e ordenação temporal), desempenho auditivo em presença de sinal acústico competitivo e para sinais acústicos distorcidos¹.

O processamento auditivo tem início a partir da captação do som no meato acústico externo até o momento em que o evento acústico é vivenciado por um ouvinte. O sinal acústico é filtrado, transduzido, codificado, decodificado e processado ao longo do sistema auditivo até eventualmente ser percebido pelo indivíduo. Assim, pode-se dizer que a percepção auditiva é o resultado do processamento auditivo do sinal².

A avaliação comportamental do processamento auditivo temporal tem a função de analisar o desempenho de indivíduos quanto à habilidade perceptual para detectar e discriminar as variações dos estímulos ao longo do tempo³. O objetivo global dos estudos que envolvem tarefas de ordem e seqüência temporal é determinar a competência pela qual um sujeito identifica estes estímulos e identificar/localizar as estruturas neurais que estão envolvidas ou comprometidas nesta habilidade.⁴

Dois testes comportamentais de detecção e identificação de seqüência temporal bastante utilizados são o Teste de Padrões de Freqüência (TPF) ou Pitch Pattern Sequence Test e o Teste de Padrões de Duração (TPD) ou Duration Pattern Sequence Test. Tecnicamente, tais testes podem ser aplicados em campo livre, já que estudos normativos não evidenciaram diferença significativa entre as orelhas direita e esquerda^{5,6}.

Em estudo com crianças de 7 a 11 anos e 9 meses, Balen comparou os resultados do TPF e TPD entre os gêneros feminino e masculino por faixa etária, não tendo constatado diferença significativa estatisticamente⁷. O mesmo foi encontrado em indivíduos de 7 a 16 anos de idade quando o desempenho entre os gêneros feminino e masculino foi comparado no TPF e TPD⁸.

Indivíduos com deficiência auditiva apresentam prejuízo na sensação sonora que permite a discriminação entre sons graves/agudos, fortes/fracos e longos/curtos⁹. A perda auditiva neurosensorial distorce a percepção do som resultando em redução na sensibilidade, crescimento anormal da sensação de intensidade, redução na seletividade de freqüências e redução na resolução temporal. Com o comprometimento da capacidade de resolução de freqüências há dificuldade na percepção de fala, principalmente diante de ruído competitivo. O envelope temporal da fala, que codifica informações, encontra-se distorcido em um sistema auditivo alterado resultando em distorção na percepção de fala¹⁰.

Indivíduos com deficiência auditiva têm mais difi-

culdades do que pessoas com audição normal nas tarefas de ordem e seqüência temporal devido aos déficits perceptuais¹¹. No entanto, outros estudos referiram que o TPF e TPD parecem ser resistentes às alterações cocleares^{8,12,13}.

Um dos recursos terapêuticos para a (re)habilitação da deficiência auditiva neurosensorial severa profunda é o implante coclear (IC) ou ouvido biônico, um dispositivo eletrônico que substitui o órgão de Corti e estimula diretamente as células ganglionares do nervo auditivo, possibilitando ao indivíduo a sensação de audição.

O IC é constituído de componentes internos, inseridos cirurgicamente, e externos, que incluem a antena, os cabos de transmissão e o processador de fala. O processador de fala analisa continuamente o sinal de fala e dos sons ambientais e proporciona a codificação desses sons, preservando as características importantes do espectro e da informação temporal dos sons da fala. As informações de espectro do sinal acústico são codificadas pela estimulação de diferentes eletrodos e a informação temporal é codificada pelo controle temporal das descargas nas fibras do nervo auditivo¹⁴⁻¹⁷.

O IC decodifica o padrão sonoro em freqüências e intensidade por meio de estímulos elétricos em eletrodos localizados em diferentes porções da cóclea, possibilitando o reconhecimento da fala. No entanto, a decodificação do som não é facilmente reproduzida¹⁸.

O nível do desempenho na percepção de fala alcançado pelo usuário de IC está diretamente relacionado à velocidade em que a informação pode ser processada, transmitida eletronicamente e decodificada com sucesso pelo sistema nervoso¹⁹.

O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo preliminar de caráter investigativo, sobre as habilidades de ordenação temporal em indivíduos usuários de IC multicanal.

MÉTODO

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa sob o ofício nº 148/2007-SVAPEPE-CEP. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O protocolo de avaliação foi constituído por 2 testes comportamentais, o Teste de Padrões de Freqüência e o Teste de Padrões de Duração. Utilizou-se metodologia comparativa de um grupo controle e de um grupo experimental.

CASUÍSTICA

O grupo experimental foi constituído por indivíduos usuários de IC multicanal, maiores de 8 anos de idade na data da realização dos testes, com uso efetivo do IC por no mínimo 6 meses, inserção total dos eletrodos na cóclea e reconhecimento de fala em conjunto aberto.

O grupo controle foi composto por indivíduos com audição normal, constatada por meio da audiometria tonal liminar, logoaudiometria, timpanometria, pesquisa dos reflexos estapedianos ipsilaterais e contralaterais, equiparados quanto à idade e gênero com o grupo experimental. Como critérios de inclusão, os indivíduos não poderiam apresentar histórico de intercorrências pré ou perinatais, atraso no desenvolvimento neuropsicomotor, atraso no desenvolvimento da linguagem, histórico de otites de repetição, dificuldades de leitura e escrita, sinistrismo, conhecimento musical, alteração articulatória ou hiperatividade/desatenção. Estas informações foram obtidas por meio de questionário realizado previamente aos testes.

A casuística foi então dividida em dois grupos:

- Grupo experimental: 14 indivíduos usuários de IC multicanal, sendo 7 do gênero masculino e 7 do gênero feminino, com idade média de 29,2 anos e desvio-padrão de 16,6; tempo médio de deficiência auditiva profunda de 70,3 meses com desvio-padrão de 82,5 e tempo médio de uso do IC de 46,3 meses e desvio-padrão de 33,9. Quanto à etiologia da deficiência auditiva, 36% apresentavam perda auditiva como consequência de meningite, 29% idiopática, 7% hereditária, 7% devido a encefalite e 21% devido a traumatismo craniano.

- Grupo controle: foi balanceado quanto ao gênero e idade com o grupo experimental. Foram avaliados 14 indivíduos com audição normal e sem histórico sugestivo de alteração do processamento auditivo, sendo sete do gênero feminino e sete do gênero masculino, com idade média de 29,7 anos e desvio-padrão de 16,1.

Por tratar-se de um estudo preliminar, não foram consideradas para a análise dos resultados as variáveis: tipo de IC, estratégia de codificação da fala e dispositivo externo.

PROCEDIMENTOS

Os indivíduos do grupo experimental foram avaliados em campo livre com a caixa de som posicionada a 0° azimute e a 60 cm de distância do indivíduo. O IC estava ligado, sendo que os controles do componente externo foram posicionados nas regulagens mais habituais antes da realização da nova programação do processador de fala.

Para o grupo controle, os testes foram realizados em duas situações: com fones supra-aurais e em campo livre, com o intuito de analisar a aplicabilidade do teste em campo livre e caracterizar a normalidade.

Testes de ordenação temporal

Utilizou-se a versão da Audiology Illustrated gravada no CD LCC - Central Auditory Tests de 199820. Para a realização do TPF e TPD foram apresentadas 6 seqüências na fase de treinamento, 40 em campo livre e 60 seqüências com os fones supra-aurais, 30 para a orelha direita e 30 para a esquerda. A intensidade de aplicação do teste

foi 50dBNS, tendo como referência a média dos limiares auditivos nas frequências de 500, 1000 e 2000Hz obtidos na audiometria tonal limiar e por meio da audiometria em campo livre^{21,22}.

No TPF, foram utilizadas seqüências de tons com a mesma duração e com frequências variáveis: tom de frequência baixa de 880Hz e alta de 1122Hz. Os tons foram combinados em 6 diferentes padrões: agudo-agudo-grave (AAG), agudo-grave-grave (AGG), agudo-grave-agudo (AGA), grave-grave-agudo (GGA), grave-agudo-grave (GAG) e grave-agudo-agudo (GAA). As seqüências foram apresentadas aleatoriamente²¹.

O TPD era constituído de estímulos que diferiram quanto à duração, com frequência fixa, podendo ser longo-L (500ms) ou curto-C (250ms). Da mesma maneira que no TPF, os tons foram combinados em 6 diferentes padrões: LLC, LCL, LCC, CLL, CLC, CCL²².

Os indivíduos foram solicitados a responder verbalmente os padrões ouvidos, sendo tais respostas anotadas pelo avaliador em uma folha de registro impressa. Para a análise dos resultados, foram calculados o número de acertos, inversões e erros e estabelecida a porcentagem. As inversões foram consideradas erros.

Utilizou-se estatística descritiva (média, mediana, desvio-padrão, mínimo e máximo) para caracterizar a casuística quanto à idade, tempo de uso do IC e tempo de privação sensorial, e para apresentar o índice de acertos no TPF e TPD.

O teste não-paramétrico de Wilcoxon foi aplicado com a finalidade de comparar os resultados entre os testes de ordenação temporal. Para comparar os resultados obtidos em campo livre e com fones supra-aurais, utilizou-se o teste não-paramétrico de Friedman. A influência da variável gênero nos resultados dos grupos experimental e controle foi analisada pelo teste não-paramétrico U de Mann-Whitney. O teste não paramétrico de Spearman foi utilizado para verificar a correlação entre a idade e os desempenhos nos testes, bem como entre as porcentagens de acertos no TPF e no TPD para ambos os grupos avaliados (experimental e controle). O nível de significância adotado para todos os testes foi de 0,05.

RESULTADOS

A análise dos resultados dos testes de ordenação temporal nos indivíduos do grupo controle, por meio do teste não-paramétrico U de Mann-Whitney, não demonstrou diferença significativa estatisticamente entre os gêneros masculino e feminino para o TPF e TPD, $p=0,06$ e $p=0,25$, respectivamente. Assim, na análise realizada a seguir não se considerou a variável gênero no total de 14 indivíduos no grupo controle.

Na Tabela 1 estão sumariadas a média, mediana, desvio-padrão, valores mínimo e máximo obtidos nos testes de ordenação temporal (TPF e TPD), com fone

Tabela 1. Média, mediana, desvio-padrão, valores mínimo e máximo da porcentagem de acertos nos testes de ordenação temporal (frequência e duração) aplicado nos indivíduos do grupo controle. Teste de Friedman para comparar as situações de avaliação.

TESTES DE ORDENAÇÃO TEMPORAL						
	Padrão de frequência			Padrão de duração		
	Fone supra-aural direito	Fone supra-aural esquerdo	Campo livre	Fone supra-aural direito	Fone supra-aural esquerdo	Campo livre
Média (%)	64,6	62,3	63,4	62,5	58,0	64,6
dp (%)	28,7	31,1	28,8	23,0	27,0	23,9
Mediana (%)	71,5	77,0	70,0	57,0	57,0	62,5
Mínimo (%)	13,0	7,0	12,5	30,0	14,0	17,5
Máximo (%)	100	100	97,5	100	100	100
P		0,87			0,11	

Legenda: dp desvio-padrão
p=0,05 - significativa

Tabela 2. Média, mediana, desvio-padrão, valor mínimo e máximo de acertos nos testes de ordenação temporal (frequência e duração) aplicados nos grupos controle e experimental, na avaliação em campo livre. Teste U de Mann-Whitney para a comparação dos dois grupos.

TESTES DE ORDENAÇÃO TEMPORAL				
	Padrão de frequência		Padrão de duração	
	Grupo Controle	Grupo Experimental	Grupo Controle	Grupo Experimental
Média (%)	63,4	48,7	64,6	59,6
dp (%)	70,0	38,7	62,5	56,2
Mediana (%)	28,8	27,7	23,9	25,8
Mínimo (%)	12,5	17,5	17,5	10,0
Máximo (%)	97,5	95,0	100	97,5
P		0,29		0,52

Legenda: dp desvio-padrão
p=0,05 - significativa

supra-aural na orelha direita, esquerda e em campo livre dos indivíduos do grupo controle, bem como os resultados do Teste de Friedman comparando as situações de avaliação.

Não se constatou diferença significativa estatisticamente entre as avaliações realizadas para o TPF e TPD com fone supra-aural na orelha direita, esquerda e em campo livre, $p=0,87$ e $p=0,11$, respectivamente.

Na comparação pelo teste não-paramétrico de Wilcoxon dos desempenhos no TPF e no TPD, realizados em campo livre, não se observou diferença significativa estatisticamente ($p=0,36$), constatando, porém, uma correlação de Spearman positiva e estatisticamente significativa, $r_s=0,79$.

Análise comparativa entre os grupos controle e experimental

A Tabela 2 contém a média, mediana, desvio-padrão, valores mínimo e máximo referentes aos resultados obtidos nas avaliações dos testes de ordenação temporal em campo livre, para ambos os grupos, assim como o

resultado do teste U de Mann-Whitney para a comparação do desempenho dos dois grupos.

O teste não-paramétrico U de Mann-Whitney não demonstrou diferença significativa estatisticamente entre a pontuação dos indivíduos do grupo controle e experimental no TPF e TPD, com $p=0,29$ e $p=0,52$, respectivamente.

A Figura 1 representa a porcentagem de acertos no TPF e TPD em campo livre dos indivíduos do grupo controle quando comparadas aos indivíduos do grupo experimental.

Quando comparados os desempenhos pelo teste não-paramétrico de Wilcoxon, não houve diferença significativa entre os desempenhos de TPF e TPD no grupo experimental ($p=0,55$).

Os testes de ordenação temporal apresentaram correlação positiva ($r_s=0,36$) com a aplicação do coeficiente de correlação de Spearman, mostrando que há uma fraca tendência de que a pontuação de um teste aumente juntamente com a pontuação do outro teste.

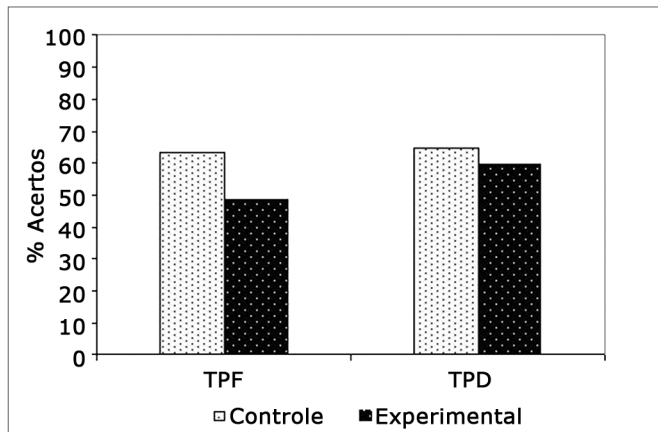


Figura 1. Porcentagem média de acertos no teste de padrões de frequência e no teste de padrões de duração em campo livre dos indivíduos dos grupos controle e experimental.

DISCUSSÃO

A percepção de fala envolve uma complexa interação entre fatores que vão desde a simples detecção, identificação, categorização e reconhecimento dos sinais acústicos, incluindo a discriminação dos diferentes espectros, duração das características temporais, formas seqüenciais e ritmo dos sons de fala. O processamento das pistas acústicas dos sons da fala depende da adequada percepção do espectro de frequência e da duração dos estímulos enquanto seqüência de eventos^{12,21}.

A avaliação do processamento auditivo por meio de testes comportamentais na rotina pós-cirúrgica de programas de IC poderá fornecer importantes subsídios que auxiliarão na análise do desempenho do indivíduo em relação à percepção de fala, visto que outras variáveis devem ser consideradas quando forem discutidos os resultados obtidos com o IC, como a etiologia da deficiência auditiva, o tipo de inserção dos eletrodos, o modelo do IC, as estratégias de codificação da fala, entre outras.

A tarefa de avaliar a integridade da capacidade de processamento auditivo é bastante complexa, principalmente naqueles indivíduos com perda auditiva com alteração na sensação e distorção na percepção do som ocasionada pelo prejuízo coclear¹⁰. Assim, havendo uma alteração na recepção do som, todos os mecanismos subseqüentes estarão alterados, dificultando o processamento das informações acústicas⁹.

No entanto, o desempenho nos testes de ordenação temporal não se altera significativamente em decorrência de distorções cocleares após a amplificação dos sons e, possivelmente, por estes serem testes com estímulos não-verbais de avaliação do processamento auditivo sem o envolvimento de processos lingüísticos^{8,12,13,21}.

Desta forma, na análise dos resultados obtidos nos testes de padrões seqüenciais de duração e de frequência

aplicados em usuários de IC, o dispositivo implantado deve ser considerado parte integrante do conjunto de estruturas responsáveis pelo processamento auditivo.

Nos testes de ordenação temporal realizados em campo livre em indivíduos com audição normal, a variável gênero não influenciou nos resultados, estando de acordo com outros estudos em indivíduos de 7 a 16 anos de idade^{7,8}.

De acordo com a Tabela 1, não foram constatadas diferenças significantes entre os resultados obtidos nas orelhas separadamente e os resultados obtidos em campo livre para os testes de ordenação temporal. Tais achados corroboram com relatos existentes em literatura e afirmam que o TPF e TPD podem ser realizados em campo livre^{5,6}.

Na Tabela 2 e na Figura 1 encontram-se os resultados obtidos nos testes de ordenação temporal para os grupos controle e experimental, realizados em campo livre. Não foi constatada diferença estatisticamente significante no desempenho nos testes de padrões de duração e de frequência entre os dois grupos, assim como entre os dois testes, tanto no grupo controle quanto no experimental. Os achados obtidos demonstraram que o IC proporciona sensação de audição suficiente para ter bom desempenho nas tarefas que exijam habilidades de ordenação temporal, não havendo diferença quanto ao grau de dificuldade na percepção das características do som quanto à frequência e duração. A estimulação elétrica proporcionada pelo IC é precisa no controle das descargas das fibras no nervo auditivo, fazendo com que o IC represente efetivamente a informação temporal do estímulo sonoro^{16,17}.

Pesquisas estão em andamento com a finalidade de verificar a influência das estratégias de codificação utilizadas e do tipo de IC no desempenho em testes comportamentais de avaliação auditiva.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitiram concluir que os indivíduos usuários de IC avaliados neste estudo apresentaram semelhante desempenho no teste de ordenação temporal (padrão de frequência e de duração) quando comparados ao grupo de indivíduos com audição normal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American speech-language-hearing association (ASHA). Central auditory processing: current status of research and implications for clinical practice. *Am J Audiol* 1996;5:41-54.
2. Sloan C. Introduction: what is auditory processing? Why is it important? In: Sloan C. *Treating auditory processing difficulties in children*. San Diego: Singular Publishing Group, 1986. p. 1-4.
3. Shannon RV. Psychophysics. Em: Tyler RS, editor. *Cochlear implants: audiological foundations*. 3rd.ed. London: Singular Publishing Group; 1998. p. 357-88.

-
4. Schoeny ZG, Talbott RE. Testes centrais: procedimentos utilizando estímulos não-verbais. Em: Katz J, editor. Tratado de audiologia clínica. 4. ed. São Paulo: Manole; 1999. p. 210-9.
 5. Baran JA, Musiek FE. Avaliação comportamental do sistema nervoso auditivo central. Em: Musiek FE, Rintelmann WF. Perspectivas atuais em avaliação auditiva. São Paulo: Manole; 2001. p. 371-409.
 6. Musiek FE. The frequency pattern test: a guide. *Hear J* 2002;55:58.
 7. Balen SA. Reconhecimento de padrões auditivos de frequência e de duração: desempenho de crianças escolares de 7 a 11 anos. [Tese] São Paulo: Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo; 2001.
 8. Schochat E. Desenvolvimento e maturação do sistema nervoso auditivo central em indivíduos de 7 a 16 anos de idade. [Tese] São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2001.
 9. Pereira LD. Processamento auditivo. *Temas Desenvolv.* 1993;2:7-14.
 10. Edwards B. The distortion of auditory perception by sensorineural hearing impairment. [Site na Internet] *Audiology*. Disponível em: <http://www.audiologyonline.com>. Acessado em 2 de maio 2003.
 11. Jutras B, Gagne JP. Auditory sequential organization among children with and without a hearing loss. *J Speech Lang Hear Res* 1999;42:533-67.
 12. Musiek FE. Central auditory tests. *Scand Audiol Suppl* 1999;51:33-46.
 13. Musiek FE, Baran JA. Amplification and the central auditory nervous system. Em: Valente M. *Hearing aids: standards, options, and limitations*. New York: Thieme; 1996. p.407-37.
 14. Bevilacqua MC, Costa Filho OA, Martinho ACF. Implante coclear. Em: Ferreira LP, Befi-Lopes D, Limongi SC org. *Tratado de Fonoaudiologia*. São Paulo: Roca; 2004. p. 751-61.
 15. Loizou PC. Introduction to cochlear implants. *IEEE Eng Med Biol Mag* 1999;18:32-42.
 16. Gross A. Fitting techniques for the pediatric cochlear implant patient. [Site na Internet] *Audiology*. Disponível em: <http://www.audiologyonline.com>. Acessado em 22 de maio 2003.
 17. Wilson BS. Cochlear implant technology. Em: Niparko JK, Kirk KI, Mellon NK, Robbins AM, Tucci DL, Wilson BS, (editors) *Cochlear implants: principles and practices*. Philadelphia: Williams e Wilkins; 2000. p.109-27.
 18. Clark G. *Cochlear implants: fundamentals and applications*. Springer: New York; 2003.
 19. Loeb GE. An information highway to the auditory nerve. *Semin Hear*, 1996;17:309-16.
 20. *Audiology Illustrated*. Instructions and background for frequency pattern test. In: *Audiology Illustrated, LLC. Central auditory tests*, 1998.
 21. Musiek FE, Baran JA, Pinheiro ML. Duration pattern recognition in normal subjects and patients with cerebral and cochlear lesions. *Audiology* 1990;29:304-13.
 22. Baran JA, Musiek FE, Gollegly KM, Verkest SB, Kibbe-Michal KS. Auditory duration pattern sequences in the assessment of CANS pathology. *ASHA* 1987;29:125.