

# Implante coclear: correlação da recuperação neural, privação auditiva e etiologia\*\*\*\*\*

## Cochlear implant: correlation of nerve function recovery, auditory deprivation and etiology

Kellen Kutscher\*  
Maria Valéria S. Goffi-Gomez\*\*  
Débora Maria Befi-Lopes\*\*\*  
Robinson Koji Tsuji\*\*\*\*  
Ricardo Ferreira Bento\*\*\*\*\*

\*Fonoaudióloga. Pós-Graduada em Aprimoramento/Especialização em Implante Coclear pelo Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC FMUSP). Integrante do Grupo de Implante Coclear da FMUSP. Endereço para correspondência: Rua Capote Valente, 432, Conj. 14 - São Paulo - SP- CEP 05409-001 (kellen@forl.org.br).

\*\*Doutora em Distúrbios da Comunicação Humana pela Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). Integrante do Grupo de Implante Coclear do HC FMUSP.

\*\*\*Fonoaudióloga. Livre-Docente. Professora Associada do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da FMUSP.

\*\*\*\*Otorrinolaringologista. Doutor em Otorrinolaringologia pela USP. Coordenador do Grupo de Implante Coclear do HC FMUSP.

\*\*\*\*\*Otorrinolaringologista. Professor Titular do Departamento de Otorrinolaringologia da FMUSP. Integrante do Grupo de Implante Coclear do HC FMUSP.

\*\*\*\*\*Trabalho Realizado no Programa de Aprimoramento em Implante Coclear do HC FMUSP.

Artigo Original de Pesquisa

Artigo Submetido a Avaliação por Pares

Conflito de Interesse: não

Recebido em 23.02.2010.  
Revisado em 04.08.2010; 09.08.2010.  
Aceito para Publicação em 30.11.2010.

### Abstract

Background: the Auditory Nerve Recovery Function (REC) may be extracted from the Electrically Evoked Compound Action Potential (ECAP). ECAP may be influenced by the stimulation received (or the deprivation of stimulation) and by the etiology of the hearing loss, consequently it might affect the REC. Aim: to verify whether there is a correlation between the REC and each of the following factors: etiology, time of auditory deprivation and time of hearing aid use before cochlear implantation (CI). Method: retrospective study. Data regarding etiology, time of auditory deprivation, time of hearing aid use before cochlear implantation were collected in children and adults who received a Nucleus®24. All patients who presented neural response at surgery and whose REC was assessed intraoperatively were included in this study. Fifty patients were selected, 26 children and 24 adults. Patients were divided according to the REC classification into three groups (GI: fast recovery; GII: intermediate recovery and GIII: slow recovery) to allow correlation analysis. Results: data analysis did not show any statistically significant correlation between the recovery function and the pre-implant studied characteristics. Nevertheless, it was observed that there was a greater concentration of both, children and adults, in the intermediate recovery function values. GI did not present individuals with infectious etiologies, such as meningitis, rubella and cytomegalovirus. REC average scores were slower in infectious etiologies for both children and adults. Conclusion: there was no statistically significant correlation between the recovery function and factors such as etiology, time of auditory deprivation and time of hearing aid use prior to CI. **Key Words:** Cochlear Implant; Telemetry; Refractory Period; Deprivation; Etiology; Deafness.

### Resumo

Tema: a Função de Recuperação do Nervo Auditivo (REC) pode ser extraída do potencial de ação das fibras neurais - ECAP (*Electrically Evoked Compound Action Potential*). O ECAP pode ser influenciado pela estimulação recebida pelo nervo e pela etiologia de uma perda auditiva e, conseqüentemente, afetar a REC. Objetivo: verificar se há correlação entre REC e os fatores: etiologia, tempo de surdez e tempo de uso do AASI antes do Implante Coclear (IC). Método: estudo retrospectivo transversal. Foram coletados dados sobre etiologia, tempo de surdez, tempo de uso do Aparelho de Amplificação Sonora Individual (AASI) e REC de 50 indivíduos, 26 crianças e 24 adultos, submetidos à cirurgia de IC e usuários do dispositivo multicanal *Nucleus*®24. As medidas da função de recuperação do nervo auditivo foram calculadas e os pacientes foram divididos em grupos (GI: recuperação rápida, GII: recuperação intermediária e GIII: recuperação lenta) para posterior análise de relação com os demais dados coletados. Resultados: a análise dos dados não mostrou correlação estatisticamente significante entre a recuperação e os aspectos pré-cirúrgicos estudados. Entretanto, foi possível observar maior concentração de ambos, crianças e adultos, nas REC intermediárias. GI não agrupou indivíduos com surdez de etiologias infecciosas, tais como a meningite, rubéola e citomegalovírus. A média de REC apresentou-se mais lenta para as etiologias infecciosas, tanto para o grupo de crianças, como para o grupo de adultos. Conclusão: não houve correlação estatisticamente significante entre função de recuperação do nervo auditivo e os fatores: etiologia, tempo de surdez e tempo de uso do AASI antes do IC.

**Palavras-Chave:** Implante Coclear; Telemetria; Período Refratário; Privação; Etiologia; Surdez.

Referenciar este material como:



Kutscher K, Goffi-Gomez MVS, Befi-Lopes DM, Tsuji RK, Bento RF. Implante coclear: correlação da recuperação neural, privação auditiva e etiologia. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*. 2010 out-dez;22(4):473-8.

## Introdução

A Função de Recuperação do Nervo Auditivo (REC) pode ser extraída do potencial de ação das fibras neurais - ECAP (*Electrically Evoked Compound Action Potential*). O ECAP pode ser influenciado pela estimulação recebida pelo nervo e pela etiologia de uma perda auditiva e, conseqüentemente, afetar a REC<sup>1-2</sup>.

Uma maneira de avaliar a capacidade de processamento temporal de um usuário de IC é medir as propriedades refratárias do nervo auditivo, ou seja, a função de recuperação do nervo auditivo por meio da Telemetria de Resposta Neural - *Neural Response Telemetry* (NRT)<sup>1-3</sup>.

As propriedades refratárias do nervo auditivo são extraídas da amplitude da resposta neural em função do intervalo entre o estímulo e o ruído mascarador (IPI) e podem ser medidas por meio da NRT utilizando a técnica de subtração. A variação do IPI permite identificar o tempo que as fibras neurais permanecem no período refratário<sup>2</sup>.

Estudos demonstram a variação do limiar e curva de crescimento da amplitude de onda<sup>4-7</sup> do ECAP entre os indivíduos, como entre etiologia<sup>4-6,8-12</sup>. Outras pesquisas são necessárias a fim de relacionar as propriedades refratárias do nervo auditivo com a etiologia, tempo de surdez e estimulação do nervo auditivo por meio do uso de Aparelho de Amplificação Sonora Individual (AASI) no período anterior ao IC.

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi verificar se há correlação entre função de recuperação do nervo auditivo e os fatores: etiologia, tempo de surdez e tempo de uso do AASI em usuários crianças e adultos de implante coclear multicanal.

## Método

Estudo retrospectivo transversal (coleta em banco de dados do Grupo de Implante Coclear do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - HC FMUSP - tendo sido autorizado pelo responsável).

No que se refere aos aspectos éticos, o estudo foi realizado no Grupo de Implante Coclear do HC FMUSP e submetido às orientações do Comitê de Ética local aprovado sob o protocolo 633/04.

### Seleção da amostra

#### Critérios de exclusão:

- . indivíduos que possuíssem dados de exames de imagem mostrando inserção parcial do feixe de eletrodos e teste de impedâncias normais em todos os modos de estimulação;

- . indivíduos com síndromes, neuropatia auditiva e demais comprometimentos neurológicos associados;
- . ausência de ECAP intra-operatório.

Foram coletados dados sobre etiologia, tempo de surdez, tempo de uso do AASI e REC de indivíduos, crianças e adultos, de ambos os sexos, submetidos à cirurgia de implante coclear (IC) e usuários do dispositivo multicanal *Nucleus@24* (Cochlear Ltd, Austrália) em adaptação monoaural. Por fim, a seleção foi composta por 50 indivíduos, 26 crianças e 24 adultos.

### Procedimento

Todos os indivíduos que compuseram o presente estudo foram submetidos à NRT intra-operatória, ao cálculo e obtenção da função de recuperação do nervo auditivo segundo parâmetros de Abbas et al.<sup>1</sup>.

Os dados foram caracterizados segundo os fatores: etiologia, tempo de surdez (em meses) e tempo de uso do AASI (em meses) no período anterior à realização do implante coclear.

O tempo de surdez, bem como, o tempo de uso do AASI, foram considerados a partir da aquisição da surdez severa e/ou profunda na orelha implantada. Para a análise da correlação, o fator etiologia foi agrupado em: Grupo ENI - Etiologias não-infecciosas: congênitas, perinatais e outras e Grupo EI - Etiologias infecciosas: meningite, rubéola, citomegalovírus e otite média crônica (OMC).

As medidas da função de recuperação do nervo auditivo foram obtidas durante a cirurgia de implante coclear, usando o software NRT 3.1 acoplado ao computador DELL conectado à unidade portátil de programação (PPS) e ao processador de fala Sprint e antena de transmissão. Utilizou-se o eletrodo 10 para estimulação das medidas (resposta neural) e o eletrodo 12 para registro das medidas.

O nível de corrente utilizada para a maioria das gravações foi de 220, embora variações entre 195 e 235 foram utilizadas, conforme a necessidade de maior corrente para obtenção da resposta neural ou menor corrente para evitar saturação do amplificador. Os parâmetros de ganho do amplificador e *delay* utilizados para este estudo foram os mesmos determinados pela série de otimização no eletrodo 10 na frequência de estimulação de 80Hz segundo Lai (1999)<sup>13</sup>. No caso de alteração de impedâncias, falta de resposta neural ou outros impedimentos, foi utilizado o eletrodo mais próximo ao eletrodo 10 que apresentasse impedâncias normais e presença de resposta neural.

A função de recuperação do nervo auditivo foi calculada segundo parâmetros de Abbas et al.<sup>1</sup>. Os intervalos inter-pulsos (IPI) selecionados entre o estímulo mascarador e o estímulo prova foram de 500  $\mu$ s e 2000  $\mu$ s. O cálculo da REC foi realizado segundo a fórmula:

função de recuperação:

$$(REC) = \frac{\text{Amplitude de resposta com IPI de 2000 } \mu\text{s}}{\text{Amplitude de resposta com IPI de 500 } \mu\text{s}} \times 100$$

TABELA 1. Distribuição demográfica da amostra.

Etiologia	Tempo de Surdez (Meses)	Tempo de AASI (meses)	REC	Grupos
Crianças				
citomegalovirus	46	29	46.5	GII
malformação de OI	42	17	18.5	GI
rubéola	120	51	86.1	GIII
ototoxicidade	37	25	40.4	GII
desconhecida	27	20	58.4	GIII
ototoxicidade	18	8	60.1	GIII
desconhecida	61	25	55.1	GIII
ototoxicidade	39	29	38.5	GII
desconhecida	24	12	35	GII
desconhecida	14	5	44.7	GII
desconhecida	74	32	35.3	GII
desconhecida	26	9	53.9	GIII
desconhecida	47	17	32.4	GII
ototoxicidade	60	48	26.3	GII
desconhecida	38	15	24.7	GII
ototoxicidade	60	36	46.7	GII
desconhecida	20	5	28	GII
desconhecida	33	11	25.8	GII
meningite	36	26	33.5	GII
citomegalovírus	19	8	31.2	GII
meningite	156	150	77.4	GIII
meningite	36	25	42.1	GII
desconhecida	11	6	12.7	GI
anóxia	84	69	32.1	GII
ototoxicidade	30	3	61	GIII
meningite	29	5	34.4	GII
Adultos				
desconhecida	332	3	24.2	GII
desconhecida	36	3	26.1	GII
traumática	12	3	47.7	GII
desconhecida	312	120	43.3	GII
desconhecida	36	36	44.8	GII
otosclerose	132	3	31.1	GII
otosclerose	36	36	25.1	GII
meningite	324	3	55.9	GIII
meningite	96	3	32.7	GII
ototoxicidade	204	180	31.4	GII
desconhecida	36	3	34.7	GII
desconhecida	36	3	23.5	GII
desconhecida	228	228	15	GI
meningite	300	300	29.5	GII
auto-imune	36	36	43.4	GII
meningite	204	204	40.3	GII
hereditária	444	240	39.7	GII
otosclerose	36	36	25.1	GII
meningite	228	3	30.3	GII
traumática	48	3	39.8	GII
otite média crônica	216	3	50	GIII
rubéola	240	133	33.8	GII
otosclerose	24	24	75.1	GIII
otosclerose	48	48	26	GII

De acordo com a medida da REC os indivíduos da amostra foram divididos em grupos seguindo a classificação proposta por Abbas et al.<sup>1</sup>. Desta forma, os grupos foram: GI (indivíduos que apresentaram média de REC até 20% = recuperação rápida do período refratário), GII (indivíduos que apresentaram REC entre 21 e 49% = recuperação intermediária do período refratário) e GIII (indivíduos que apresentaram REC  $\geq$  que 50% = recuperação lenta do período refratário) (Tabela 1).

#### Análise dos dados

A correlação entre REC e os fatores: etiologia, tempo de surdez e tempo de uso do AASI foi feita tanto com a média de REC (em valores absolutos) GI, GII e GIII como com os grupos por meio de análise estatística dos dados, utilizando o teste paramétrico de One-Way ANOVA (estatística inferencial) e a correlação de Pearson.

#### Resultados

O Gráfico 1 mostra uma distribuição dos Grupos I, II e III.

É possível observar a maior concentração de indivíduos no grupo de REC intermediárias (21% a 49%).

Tal fato implicou na realização da análise estatística para a verificação de correlações usando os valores individuais de REC (em %).

O Gráficos 2 mostra que a média de REC para as etiologias não-infecciosas (Grupo 1) é mais baixa do que as etiologias infecciosas (Grupo 2), embora não houve diferença estatisticamente significativa na comparação dos valores de REC de acordo com a etiologia tanto para as crianças como para os adultos.

O teste de Correlação de Pearson não evidenciou correlações entre as variáveis: tempo de uso do AASI e tempo de surdez e a variável REC para indivíduos de GII de ambos os grupos (crianças e adultos). A Correlação de Pearson entre o tempo de uso do AASI e REC para as crianças foi de  $r = 0,73$  e para os adultos de  $r = 0,07$ . A Correlação de Pearson entre o tempo de surdez e REC para as crianças foi de  $r = 0,004$  e para os adultos de  $r = 0,09$ .

Não foi possível analisar a correlação com os outros grupos (GI e GIII) de Abbas et al.<sup>1</sup>, devido ao número reduzido de indivíduos.

GRÁFICO 1. Distribuição dos valores de REC em porcentagem para ambos os grupos (crianças e adultos).

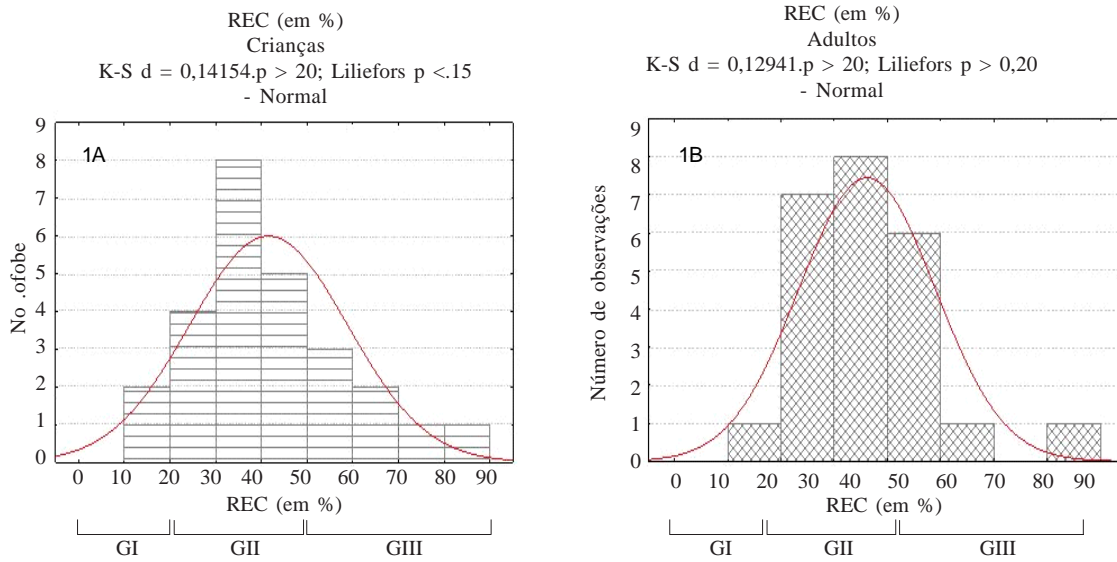
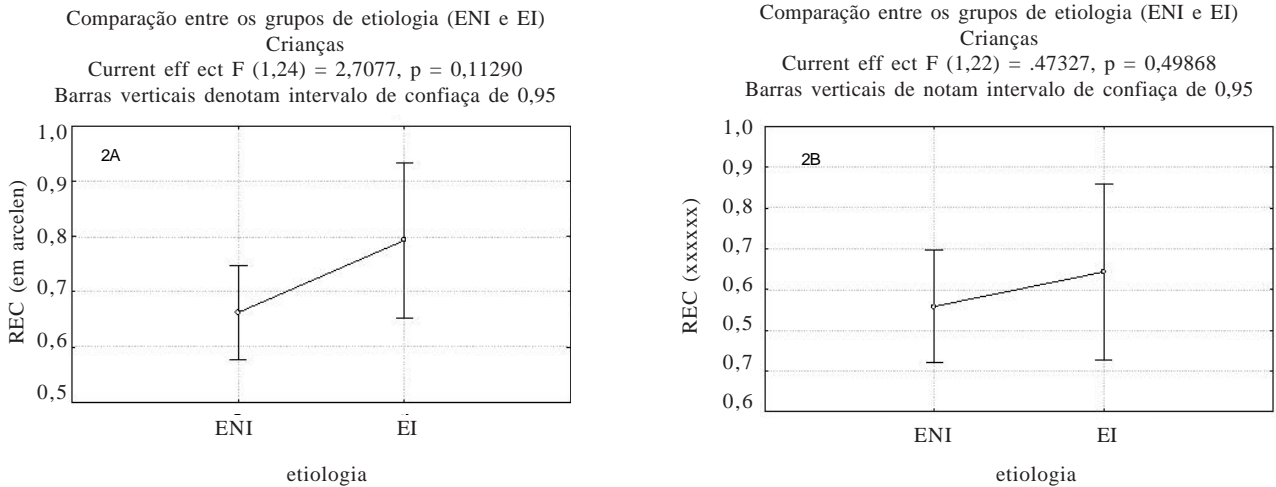


GRÁFICO 2. Resultado e representação gráfica de One-Way ANOVA da comparação dos valores de REC entre as etiologias não infecciosas (ENI) e infecciosas (EI).



**Discussão**

A partir das análises estatísticas pode-se dizer que a etiologia, o tempo de surdez e o tempo de uso do AASI pareceram influenciar a função de recuperação do nervo auditivo apesar de não ter havido correlação estatisticamente significativa. É importante ressaltar que a amostra esteve centrada em REC intermediárias e GI foi composto por número reduzido de indivíduos (Gráfico 1).

A função de recuperação do nervo auditivo não apresentou correlação estatisticamente significativa em relação ao fator etiologia, entretanto a distribuição das frequências das etiologias por grupo (GI, GII e GIII) pode ter interferido no resultado. Por outro lado, foi possível observar a tendência de REC mais rápidas nas etiologias não-infecciosas. Neste caso, esta tendência poderia ser evidenciada com uma amostra maior.

Embora com número reduzido de indivíduos, GI não agrupou indivíduos portadores de etiologias infecciosas, tais como meningite, rubéola e citomegalovírus. A média dos valores individuais da REC apresentou-se maior para as etiologias infecciosas, tanto para o grupo de crianças, como para o grupo de adultos (Gráfico 2). Tal fato pode justificar a hipótese levantada neste estudo, de que as fibras neurais do nervo auditivo, intermediárias e lentas, podem estar relacionadas às etiologias infecciosas. Diversos estudos apontam a possível relação da etiologia meningite com anormalidades do funcionamento neural auditivo<sup>4-7,9</sup>. Wellman et al.<sup>12</sup>, observaram em ossos temporais que a perda auditiva causada pela meningite revela ossificação labiríntica, diminuição no número de neurônios do gânglio espiral e envolvimento das fibras do nervo auditivo. Miura et al.<sup>10</sup>, relataram que a surdez conseqüente de alterações ou processos infecciosos (como rubéola e citomegalovirose) pode resultar em uma diminuição de células ganglionares em relação às outras etiologias. Pyman et al.<sup>11</sup>, relataram sobre a etiologia citomegalovirose como possível fator também relacionado à percepção de fala ruim em crianças usuárias de IC.

Quanto ao tempo de surdez, embora não tenha havido diferença estatisticamente significativa, observou-se aumento do tempo nos grupos GI, GII e GIII. Com isso, pode ser que haja uma tendência de que quanto menor o tempo de surdez, mais rápida seja a função de recuperação neural (Tabela 1). O tempo de surdez é apontado com um dos fatores relacionados a alterações ou ausências do potencial de ação do nervo auditivo<sup>3</sup>, bem como influenciar a percepção e produção de fala, linguagem do indivíduo usuário de IC<sup>14</sup>.

Os indivíduos adultos que possuem menor tempo de surdez podem apresentar menor número de variações nas propriedades de processamento temporal da população neural estimada, e de certa forma, determinar um melhor resultado com o uso do implante coclear<sup>15</sup>. Segundo Gomaa et al.<sup>15</sup>, há de se considerar alguma previsibilidade do

resultado do implante coclear em relação ao tempo de surdez e habilidades de percepção de fala. O reconhecimento de fala residual pré-operatório atua como um "fator trófico", e isto protege o gânglio espiral e/ou as vias auditivas centrais da degeneração.

Em relação ao tempo de uso do AASI, GIII teve menor tempo de uso do AASI e tal fato deve ser levado em consideração do ponto de vista clínico. Ou seja, os indivíduos que apresentaram recuperação lenta foram os que utilizaram o AASI por menor tempo e isto pode sugerir a possível influência do AASI na estimulação das fibras neurais auditivas (Tabela 1). Tal achado corrobora o estudo de Tremblay<sup>16</sup> no qual se relata que a lesão coclear implica em uma reorganização neural ao longo da via auditiva, conhecida como plasticidade. Como a prótese auditiva reintroduz a estimulação auditiva a partir da amplificação, isso pode implicar a ocorrência de uma "nova" plasticidade do sistema auditivo central.

O fato de que não houve correlação estatística entre os dados pré-operatórios e a função de recuperação nos leva a pensar se o registro da função de recuperação com a metodologia proposta por Abbas et al.<sup>1</sup>, é sensível e específico. De fato, o estudo de Miller<sup>17</sup> relata sobre novas investigações a respeito de medidas do ECAP, bem como, possíveis métodos, interpretações e implicações nas funções neurais.

Outras investigações são necessárias para identificar os possíveis fatores associados à função de recuperação do nervo auditivo em usuários de IC e suas implicações clínicas.

## Conclusão

Não houve correlação estatisticamente significativa entre função de recuperação do nervo auditivo e os fatores: etiologia, tempo de surdez e tempo de uso do AASI em usuários de implante coclear multicanal.

## Referências Bibliográficas

1. Abbas PJ, Brown CJ, Shallop JK, Firszt JB, Hughes ML, Hong SH, Stallen SJ. Summary of Results Using the Nucleus CI24M Implant to Record the Electrically Evoked Compound Action Potential. *Ear Hear.* 1999;20(1):45-9.

2. Ferrari, DV, Sameshima, K. Costa-Filho, O.A. Bevilacqua, M.C. A telemetria de respostas neurais no sistema de implante coclear multicanal nucleus 24: revisão da literatura. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2004;70(1):112-8.

3. Abbas PJ, Brown CJ, Hughes ML, Gantz BJ, Wolaver AA, Gervais JP, Hong SH. Electrically evoked compound action potentials recorded from subjects who use the nucleus CI24M device. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl.* 2000;185:6-9.
4. Cafarelli Dees D, Dillier N, Lai WK, von Wallenberg E, van Dijk B, Akdas F, Aksit M, Batman C, Beynon A, Burdo S, Chanal JM, Collet L, Conway M, Coudert C, Craddock L, Cullington H, Deggouj N, Fraysse B, Grabel S, Kiefer J, Kiss JG, Lenarz T, Mair A, Maune S, Müller-Deile J, Piron JP, Razza S, Tasche C, Thai-Van H, Toth F, Truy E, Uziel A, Smoorenburg GF. Normative findings of electrically evoked compound action potential measurements using the neural response telemetry of the Nucleus CI24M cochlear implant system. *Audiol Neurootol.* 2005;10(2):105-16.
5. Guedes MC, Brito-Neto RV, Sanchez TG, Gomez VG, Sant'Anna SBG, Peralta CO, Castilho AM, Bento RF. Medidas de telemetria de resposta neural em utilizadores de implante coclear multicanal. *Arqui Otorrinolaringol.* 2003;7:197-204.
6. Guedes MC, Weber R, Goffi-Gomez MVS, Brito Neto RV, Peralta CGO, Bento RF. Telemetria de resposta neural intra-operatória em usuários de implante coclear. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2005;71(5):660-7.
7. Blamey PJ, Sarant JZ, Paatsch LE, Barry JG, Bow CP, Wales RJ, Wright M, Psarros C, Rattigan K, Tooher R. Relationships among speech perception, production, language, hearing loss, and age in children with impaired hearing. *J Speech Lang Hear Res.* 2001;44(2):264-85.
8. Guedes MC, Weber R, Goffi-Gomez MVS, Brito Neto RV, Peralta CGO, Bento RF. Efeitos do potencial de ação neural sobre a percepção de fala em usuários de implante coclear. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2007;73(4):660-7.
9. Jiang ZD. Outcome of brain stem auditory electrophysiology in children who survive purulent meningitis. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 1999; 108: 429-34.
10. Miura M, Hirsch BE, Sando I, Orita I. Analysis of ganglion cell population in children with normal and pathological ears. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2002;111 (2pt1):1059-65.
11. Pyman B, Blamey P, Lacy P, Clark G, Dowell R. The development of speech perception in children using cochlear implants: effects of etiologic factors and delayed milestones. *Am J Otol.* 2000;21(1):57-61.
12. Wellman MB, Sommer DD, McKenna J. Sensorineural hearing loss in postmeningitic children. *Otol Neurotol* 2003; 24(6):907-12.
13. Lai W, An NRT. *Cookbook: Guidelines for making NRT measurements.* 1st ed. Zürich: Cochlear AG; 1999.
14. Moret ALM, Bevilacqua MC, Costa OA. Implante coclear: audição e linguagem em crianças deficientes auditivas pré-linguais. *Pró-Fono* 2007;19(3):295-304.
15. Gomia NA, Rubinstein JT, Lowder MW, Tyler RS, Gantz BJ. Residual speech perception and cochlear implant performance in postlingually deafened adults. *Ear Hear.* 2003;24(6):539-44.
16. Tremblay K, Ross B. Effects of age and age-related hearing loss on the brain. *J Commun Disord.* 2007; 40(4):305-12.
17. Miller, CA, Hui N, Zhang F, Robinson BK, Abbas PJ. Changes Across Time in the Temporal Responses of Auditory Nerve Fibers Stimulated by Electric Pulse Trains. 2008;9:122-137.