

Cochlear implants: our experience and literature review

Implante coclear: Nossa experiência e revisão de literatura

Mariane Barreto Brandão Martins¹, Francis Vinicius Fontes de Lima¹, Ronaldo Carvalho Santos Júnior², Arlete Cristina Granizo Santos³, Valéria Maria Prado Barreto⁴, Eduardo Passos Fiel de Jesus³.

- 1) Médica. Residente em Otorrinolaringologia.
- 2) Doutor em Medicina (ORL) pela Universidade de São Paulo. Chefe do Serviço de Otorrinolaringologia do Hospital Universitário da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Sergipe.
- 3) Médico (a) Otorrinolaringologista. Preceptor (a) da residência de Otorrinolaringologia do Hospital Universitário da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Sergipe.
- 4) Mestre em Ciências da Saúde pela Universidade Federal de Sergipe. Preceptora da Residência de Otorrinolaringologia do Hospital Universitário da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Sergipe.

Instituição: Universidade Federal de Sergipe.
Aracaju / SE – Brasil.

Endereço para correspondência: Mariane Barreto Brandão Martins - Rua Deputado Antônio Torres, 699 - Condomínio Vila do Sol - Apto. 102A - Bairro: Pereira Lobo. Aracaju / SE - Brasil - CEP: 49052-050 - Telefone: (+55 79) 9924-4118 / 3222-8388 - E-mail: mari.ane_martins@yahoo.com.br
Artigo recebido em 19 de abril de 2012. Artigo aprovado em 31 de julho de 2012.

RESUMO

Introdução: Os Implantes Cocleares são importantes para indivíduos com disacusia neurossensorial severa a profunda bilateral.

Objetivo: Avaliar a experiência do Centro de Implante coclear do Serviço de Otorrinolaringologia.

Método: Trata-se de um estudo retrospectivo realizado com os prontuários dos pacientes. Número do comitê de ética 0191.0.107.000-11. Avaliamos: sexo, etiologia, idade na cirurgia, tempo de surdez, classificação da surdez, cirurgia uni ou bilateral, complicações intra e pós-operatórias, impedância e resposta neural dos eletrodos no intra-operatória, exames pré-operatórios e achados que contra-indicassem a cirurgia.

Resultados: Seis pacientes crianças e três adultos. Quatro masculinos e quatro femininos. Etiologias: rubéola materna, citomegalovirus, ototoxicidade, meningite e surdez súbita. A idade na cirurgia e tempo de surdez variaram respectivamente de 2 a 46 anos e de 2 a 18 anos. Sete pacientes eram pré-linguais. Todos apresentavam PA bilateral profunda. 7 implantados bilateralmente. Complicação intra-operatória: gusher. Complicações do pós-operatório: vertigem e falha do dispositivo interno. Em 7 pacientes os eletrodos foram implantados completamente. A telemetria mostrou resposta neural e impedância satisfatórias. TC e RNM realizadas em todos os pacientes. Encontramos alargamento do aqueduto vestibular em um paciente e mal formação inculdomaleolar.

Conclusão: Fica patente a necessidade de serviços estruturados e profissionais capacitados neste tipo de procedimento.

Palavras-chave: Implante Coclear; Perda Auditiva; Perda Auditiva Neurossensorial.

INTRODUÇÃO

A deficiência auditiva é uma patologia que interfere em diversos aspectos da vida emocional, psicológica, social e intelectual. Portanto, solucionar esse problema é de fundamental importância para o bom desenvolvimento da comunicação e consequentemente da inclusão social de quem a possui.

Os Implantes Cocleares (IC) são dispositivos eletrônicos que permitem a reabilitação auditiva de indivíduos com disacusia neurossensorial severa a profunda bilateral (1), que não se beneficiaram com o uso de aparelho de amplificação sonora individual (2). Têm o objetivo de estimular eletricamente as fibras do nervo auditivo, realizando de forma parcial a função da cóclea (3). Em todo mundo, mais de 120.000 pacientes foram implantados com diferen-

tes tipos de implantes, obtendo melhores resultados a cada dia (4). Esses bons resultados são decorrentes tanto da tecnologia do aparelho que vem melhorando a cada dia, como também da maior experiência dos cirurgiões.

O presente estudo objetiva avaliar a experiência do Serviço de Otorrinolaringologia do Hospital Universitário da Universidade Federal de Sergipe com pacientes submetidos à cirurgia de implante coclear.

MÉTODO

O estudo é uma coorte retrospectiva e foi realizado mediante informações obtidas através de prontuários, acerca de nove pacientes submetidos à cirurgia de implante coclear no Serviço de Otorrinolaringologia do Hospital Universitário da Universidade Federal de Sergipe. Os pacientes foram

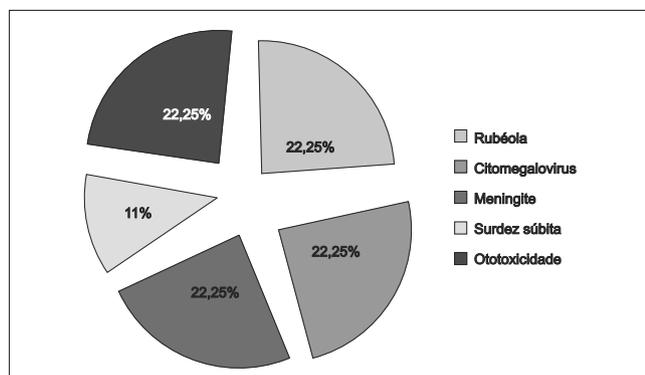


Figura 1. Etiologia da perda auditiva.

avaliados de acordo com os seguintes critérios: sexo, etiologia, idade no momento da cirurgia, tempo de surdez, classificação da surdez, tipo de implante, cirurgia uni ou bilateral, complicações intra-operatórias, complicações pós-operatórias, impedância e resposta neural dos eletrodos à telemetria intra-operatória, avaliação audiológica pós-implante, exames radiológicos pré-operatórios e achados radiológicos que contra-indicassem a cirurgia.

RESULTADOS

No nosso estudo, dos nove pacientes submetidos à cirurgia de implante coclear, seis eram crianças e três eram adultos sendo quatro do sexo masculino e cinco de sexo feminino. As etiologias estão ilustradas na Figura 1. A idade no momento da cirurgia e o tempo de surdez variaram respectivamente de 2 a 46 anos e de 2 a 18 anos. Sete pacientes foram classificados como pré-linguais e dois como pós-linguais. Todos apresentavam perda auditiva bilateral profunda, com exceção de uma paciente, que no lado direito apresentava perda auditiva severa-profunda. Foi utilizado o implante coclear do tipo Nucleus Freedom em 8 dos 9 pacientes, sendo que 5 tinham o processador de fala Nucleus 5, os outros 3 tinham o processador de fala Nucleus Freedom. Apenas um paciente recebeu o implante coclear do tipo Sonata com processador de fala Opus 1. Em 2 dos 9 pacientes foi utilizado um feixe de eletrodos reto, pois esses pacientes tiveram como etiologia da surdez a meningite e portanto a possibilidade de uma cóclea ossificada. Um terceiro paciente também fez uso do feixe de eletrodos reto quando necessitou realizar a troca do aparelho por falha do dispositivo interno, essa decisão foi tomada pensando-se na possibilidade de fibrose e portanto maior dificuldade na passagem dos eletrodos. Em 7 dos 9 pacientes foi realizado o implante bilateralmente. Como complicação intra-operatória tivemos o gusher em apenas um paciente. As complicações no pós-operatório são melhor visualizadas na Tabela 2. Apenas um paciente

Tabela 1. Características dos 9 pacientes avaliados.

Características da casuística dos 9 pacientes	
	N (%)
Idade na cirurgia de IC	
2 anos	1 (11,1%)
4 anos	1 (11,1%)
5 anos	2 (22,2%)
6 anos	1 (11,1%)
9 anos	1 (11,1%)
17 anos	1 (11,1%)
20 anos	1 (11,1%)
46 anos	1 (11,1%)
Sexo	
Feminino	5 (55,5%)
Masculino	4 (44,4%)
Tempo de surdez	
1 ano (Pós-lingual)	1 (11,1%)
2 anos (pré-lingual)	1 (11,1%)
4 anos (pré-lingual)	1 (11,1%)
5 anos (pré-lingual)	2 (22,2%)
6 anos (pré-lingual)	1 (11,1%)
9 anos (pré-lingual)	1 (11,1%)
13 anos (Pós-lingual)	1 (11,1%)
18 anos (pré-lingual)	1 (11,1%)
Tempo de uso do implante	
1 mês	4 (44,4%)
5 meses	1 (11,1%)
7 meses	1 (11,1%)
10 meses	1 (11,1%)
20 meses	1 (11,1%)
28 meses	1 (11,1%)
Orelha implantada	
OD	1 (11,1%)
OE	1 (11,1%)
Ambas	7 (77,8%)

Tabela 2. Complicações pós-cirúrgicas dos pacientes envolvidos no trabalho.

Complicações pós-cirúrgicas	Classificação da complicação	Nº de casos	% do total
Vertigem	Menor	1	11,1%
Falha do dispositivo	Maior	1	11,1%
Total	-	2	22,2%

Tabela 3. Achados em exames de imagem (TC e RNM).

Achados à CT e RNM	Nº de casos	% do total
Malformação incudomaleolar	1	11,1%
Aqueduto vestibular alargado	1	11,1%
Total	2	22,2%

Tabela 4. Discriminação auditiva dos 5 primeiros pacientes operados.

Discriminação auditiva	IPC: 2anos	IPC: 5anos	IPC: 9anos	IPC: 4anos	IPC: 20anos
	TPS: 2anos	TPS: 5anos	TPS: 9anos	TPS: 4anos	TPS: 18anos
	TI: 10meses	TI: 7meses	TI: 5meses	TI:20meses	TI:28meses
Monossílabas	-	X	-	X	X
Dissílabas	-	X	-	X	X
Sílabas sem sentido	-	-	-	-	-
Sentenças	-	-	-	-	-
Fonemas	-	-	-	-	X
Palavras	-	X	-	-	X

Tabela 5. Categorias de linguagem dos 5 primeiros pacientes operados.

Categorias de Linguagem	IPC: 2anos	IPC: 5anos	IPC: 9anos	IPC: 4anos	IPC: 20anos
	TPS: 2anos	TPS: 5anos	TPS: 9anos	TPS: 4anos	TPS: 18anos
	TI: 10meses	TI: 7meses	TI: 5meses	TI:20meses	TI: 28meses
Não Fala	X	X	X	X	-
Emissão de palavras isoladas	-	X	-	-	X
Emissão de frases simples	-	-	-	-	X
Emissão de frases complexas	-	-	-	-	-
Fluência	-	-	-	-	-

Tabela 6. Habilidades auditivas dos 5 primeiros pacientes operados.

Habilidades Auditivas	IPC: 2anos	IPC: 5anos	IPC: 9anos	IPC: 4anos	IPC: 20anos
	TPS: 2anos	TPS: 5anos	TPS: 9anos	TPS: 4anos	TPS: 18anos
	TI: 10meses	TI: 7meses	TI: 5meses	TI:20meses	TI: 28meses
Atenção	X	X	X	X	X
Detecção	X	X	X	X	X
Localização	X	X	X	-	X
Discriminação	-	X	-	-	X
Reconhecimento	-	-	-	-	-

Tabela 7. Sons do Ling dos 5 primeiros pacientes operados.

Sons do Ling	IPC: 2anos	IPC: 5anos	IPC: 9anos	IPC: 4anos	IPC: 20anos
	TPS: 2anos	TPS: 5anos	TPS: 9anos	TPS: 4anos	TPS: 18anos
	TI: 10meses	TI: 7meses	TI: 5meses	TI: 20meses	TI: 28meses
/A/	X	X	X	X	X
/I/	-	X	-	X	X
/U/	X	X	-	X	X
/S/	-	X	-	X	X
/M/	-	X	-	X	X
/f/	-	X	-	X	X

apresentou, após 2 meses da ativação do implante, falha no componente interno do aparelho, sendo necessário a realização de outro procedimento cirúrgico, com a troca do mesmo. Os eletrodos foram implantados de forma completa em 7 dos 9 pacientes, apenas dois tiveram implantação parcial unilateralmente. Foi realizada a telemetria no intra-operatório para avaliar a resposta neural e a impedância dos eletrodos implantados e tivemos resultados satisfatórios

em ambos os testes. As avaliações audiológicas pós-implante são encontradas nas Tabelas 4, 5, 6 e 7, sendo que os quatro últimos pacientes que fizeram a cirurgia de implante ainda não apresentavam tempo suficiente (1 mês) para realização dessa avaliação audiológica, por isso as tabelas só constam os cinco primeiros. No pré-operatório foram realizados exames de imagem como TC e RNM em todos os pacientes, em um deles foi encontrado alarga-

mento do aqueduto vestibular sendo este, o paciente que apresentou gusher no intra-operatório, porém não foram encontrados achados radiológicos que contra-indicasse a cirurgia.

DISCUSSÃO

Na pesquisa realizada, foram analisados 9 prontuários de pacientes submetidos à cirurgia de Implante Coclear no período de maio de 2009 a fevereiro de 2012 compreendendo a faixa etária de 2 a 46 anos de idade, sendo 4 do sexo masculino e 5 do feminino, o que contrasta com achados de trabalhos nacionais e internacionais onde o número de implantes é maior no sexo masculino (5,6,7). Isso pode ser devido ao baixo número da amostra do presente trabalho. O diagnóstico etiológico foi diversificado, 22,2% para rubéola materna, 22,2% para citomegalovírus, 22,2% para ototoxicidade, 22,2% para meningite e 11,1% para surdez súbita, esse resultado vai de encontro à realidade de outros estudos, os quais mostram a etiologia desconhecida como a principal causa de surdez sensorineural (8). A idade no momento da cirurgia variou de 2 a 46 anos de idade, sendo que 6 dos 9 pacientes tinham idade variando de 2 a 9 anos, fato observado em outros estudos, onde a cirurgia é realizada com maior frequência em crianças com surdez pré-lingual (8). Sete dos nove pacientes foram classificados como pré-linguais. Foi utilizado o implante coclear do tipo Nucleus Freedom em 8 dos 9 pacientes, apenas um paciente recebeu o implante coclear do tipo Sonata. Em 2 dos 9 pacientes foi utilizado um feixe de eletrodos reto, pois esses pacientes tiveram como etiologia da surdez a meningite e portanto a possibilidade de uma cóclea ossificada proporcionando maior dificuldade na introdução do feixe de eletrodos. Um terceiro paciente também fez uso do feixe de eletrodos reto quando necessitou realizar a troca do aparelho por falha do dispositivo interno, essa decisão foi tomada pensando-se na possibilidade de fibrose, dificultando também a passagem dos eletrodos. Em 7 dos 9 pacientes foi realizado o implante bilateralmente, o que é uma tendência mundial, visto que promove uma reabilitação auditiva mais rápida. As complicações cirúrgicas podem ser classificadas em maiores quando requerem nova abordagem cirúrgica ou internação, e em menores quando o problema é resolvido a nível ambulatorial (9). Um trabalho realizado na América Latina envolvendo 40 centros de implante coclear, com uma amostra de 3.768 pacientes, apresentou uma porcentagem de 5,1% de complicações pós-cirúrgicas, sendo a falha espontânea do sistema a principal delas (complicação maior). Outros estudos de mesma natureza, tiveram seus índices de complicações maiores variando de 3 a 13,7% (10-13). Nos centros de implante coclear nos Estados Unidos essa porcentagem é de 12% (9). No presente estudo um paciente (12,5%) apresentou falha

do componente interno do implante unilateralmente (complicação maior), sendo necessário nova abordagem cirúrgica e um outro paciente (12,5%) apresentou vertigem pós-cirúrgica (complicação menor). Os pacientes candidatos ao IC são submetidos a uma avaliação pré-cirúrgica. Nessa avaliação, a realização de exames de imagem como a TC e a RNM são de fundamental importância à medida que possibilita a identificação de achados que contra-indiquem a cirurgia, auxilia na escolha da orelha a ser implantada, avalia adequadamente a anatomia da área a ser explorada durante a cirurgia e, dentro de suas limitações, a previsibilidade de possíveis complicações (3). O uso conjugado da TC e da RNM dos ossos temporais resulta em maior concordância das informações obtidas e auxilia o cirurgião no intra-operatório. Realizamos TC e RNM em todos os 9 pacientes e observamos alargamento do aqueduto vestibular em um paciente e malformação incudomaleolar em outro paciente. No entanto, esses achados imaginológicos não foram de relevância para contra-indicação da cirurgia (3). Porém são importantes para o cirurgião ter noção dos potenciais problemas intra-operatórios que podem ocorrer. Nosso paciente que tinha alargamento do aqueduto vestibular teve no intra-operatório gusher, o que levou o mesmo a desenvolver vertigem no pós-operatório. A telemetria intra-operatória serve para avaliar a resposta neural, obtendo resultados satisfatórios em relação a esse teste. A telemetria de impedâncias deve sempre ser realizada antes da telemetria de resposta neural a fim de confirmar o funcionamento adequado do receptor e do estimulador e de verificar a existência de circuito aberto ou curto circuito nos eletrodos intracocleares a partir da medida da resistência elétrica dos mesmos (14). O objetivo de se realizar a telemetria no intra-operatório é que, dependendo da alteração, o cirurgião pode tentar solucionar o problema antes do fechamento da cavidade, reposicionando os eletrodos, ou decidindo substituí-los caso o número de eletrodos com impedâncias alteradas seja grande. Os eletrodos dos implantes cocleares foram implantados de forma completa em 7 dos 9 pacientes, apenas dois tiveram implantação parcial unilateralmente, no entanto, os eletrodos implantados tiveram bons resultados à telemetria intra-operatória, igualmente àqueles que foram implantados de forma total.

O implante coclear como tratamento para deficientes auditivos pré-linguais apresenta inúmeras nuances. Não é simplesmente implantar cirurgicamente o aparelho no paciente, e este ser conduzido unicamente por seu dispositivo eletrônico (15). O implante coclear constitui-se em um processo que envolve diversas etapas: avaliação pré-cirúrgica, ato cirúrgico e reabilitação auditiva. Essa reabilitação é realizada pelo profissional de fonoaudiologia, que passa as informações ao médico otorrinolaringologista de como anda o desenvolvimento auditivo dos pacientes. Alguns fatores influem no bom desenvolvimento

audiológico, como por exemplo, a idade no momento da cirurgia, o tempo de privação sensorial, o tempo de uso do implante (16). Avaliamos também as habilidades auditivas, os sons do ling, a discriminação auditiva e as categorias de linguagem em cinco dos nove pacientes. Os quatro pacientes restantes realizaram a cirurgia muito recentemente e não tiveram tempo suficiente para fazer essa avaliação (Tabelas 4, 5, 6, 7).

A idade na cirurgia tem sido relevante nos resultados do implante coclear. Alguns estudos mostraram que crianças implantadas antes dos três anos de idade alcançaram resultados mais rápidos em relação àquelas que foram operadas em idade mais tardia (17,18). Até os seis anos de idade completa-se o desenvolvimento da linguagem oral, sendo que a partir desta idade, em situações adversas, como a deficiência auditiva, progressos não ocorrem tão facilmente. Em nosso estudo, onde aproximadamente 66,7% dos pacientes encontravam-se abaixo dos 9 anos de idade, foram encontrados bons resultados em relação às categorias analisadas: habilidades auditivas, sons do ling, discriminação auditiva e categorias de linguagem.

É natural que com maior tempo de uso do implante e com a maturação inerente à idade, as crianças apresentem desempenho satisfatórios nos testes (19). Alguns autores consideram que é necessário um tempo de uso do implante coclear de aproximadamente dois anos para a comprovação dos seus benefícios em crianças jovens. Em nosso estudo já observamos bons resultados quanto às variáveis estudadas, mesmo antes de completar um ano de implante, mostrando ser este um tratamento bastante eficaz.

O tempo de privação sensorial auditiva influencia o desempenho dos implantados pré-linguais (20,21). Analisamos esse fator influenciador, e observamos bons resultados, mostrando que quanto menor o tempo de privação, melhor o desempenho do paciente nos testes avaliados. O paciente que foi implantado aos 20 anos de idade e que apresentava tempo de privação sensorial de 18 anos, também teve resultado satisfatório, o que contraria o que foi dito anteriormente, porém esse paciente desde sempre fez terapia fonoaudiológica, tinha uma boa leitura labial e ainda fazia uso de aparelho de amplificação sonora individual (AASI). Um outro paciente com 17 anos fez a cirurgia apesar de apresentar 13 anos privação sensorial. A cirurgia foi realizada, apesar de o paciente ser pós-lingual, pois o mesmo apresentava uma degeneração discreta da linguagem. Também tivemos em nosso trabalho uma paciente implantada aos 46 anos de idade que tinha um tempo de privação sensorial de 1 ano devido à surdez súbita (pós-lingual). Entretanto, ainda não temos uma avaliação fonoaudiológica desses dois últimos pacientes visto que a cirurgia foi realizada recentemente.

As crianças com surdez por citomegalovírus apresentam uma evolução mais difícil quando comparadas com crianças surdas por outras causas (22). Apesar da lentidão no progresso da reabilitação auditiva pós-implante, não se torna contra-indicação fazer o implante nessas crianças. Em nosso trabalho, duas crianças tiveram como causa da surdez a infecção pelo citomegalovírus e realmente apresentaram maior dificuldade na evolução das terapias quando comparadas às outras.

CONCLUSÃO

O implante coclear é uma forma de reabilitação auditiva já consolidada e vem se difundindo em diferentes centros especializados em otoaudiologia. Dessa forma, fica patente a necessidade de serviços estruturados e profissionais capacitados neste tipo de procedimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Luxford W, Brackmann D. The history of cochlear implants. In: Gray R, ed. Cochlear implants. San Diego: College Hill Press. 1985;10:1100-6.
2. Bevilacqua MC, Moret ALM, Costa Filho AO, Nascimento LT, Banhara MR. Implantes cocleares em crianças portadoras de deficiência auditiva decorrente de meningite. *Braz J Otorhinolaryngol.* 1994;60(4):1-16.
3. Lima Júnior LRP, Rocha MD, Walsb PV, Antunes CA, Calhau CMDF. Avaliação por imagem nos candidatos ao implante coclear: correlação radiológico-cirúrgica. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2008;74(3):395-400.
4. Lima Júnior LRP, Rodrigues Júnior FA, Calhau CMDF, Calhau ACDF, Palhano CTP. Complicações pós-cirúrgicas em pacientes implantados no Programa de Implante Coclear do Rio Grande do Norte. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2010;76(4):517-21.
5. Nóbrega, M. Deficiência auditiva na infância: a experiência do ambulatório de deficiência auditiva da UNIFESP/EPM. Anais do 17º Encontro Internacional de Audiologia. Bauru; 2002.
6. Reis DC. Saúde auditiva em João Pessoa. [mestrado]. São Paulo (SP): Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2006.
7. Egeli E, Çiçekci G, Silan F, Oztürk O, Harputluoglu U, Onur A et al. Etiology of deafness at the Yeditepe school for the deaf in Istanbul. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2003;67(5):467-71.

8. Calháu CMDF, Lima Júnior LRP, Reis AMCS, Capistrano AKB, Lima DVSP, Calháu ACDF et al. Perfil etiológico dos pacientes implantados do Programa de Implante Coclear. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2011; 77(1):13-8.
9. Cohen NL, Hoffman RA. Complications of cochlear implant surgery in adults and children. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1991; 100:708-11.
10. Dutt SN, Ray J, Hadjihannas E, Cooper H, Donalds I, Proops D. Medical and surgical complications of the second 100 adult cochlear implant patients in Birmingham. *J Laryngol Otol.* 1996.
11. Hoffman RA, Cohen NL - Complications of cochlear implant surgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1995;166:420-2.
12. Collins MM, Hawthorne MH, el Hmd K. Cochlear implantation in a district general hospital: problems and complications in the first five years. *J Laryngol Otol.* 1997;111:325-32.
13. Aschendorff A, Marangos N, Laszig R. Complications and reimplantation. *Adv Otorhinolaryngol.* 1997;52:167-70.
14. Lai W. *An NRT Cookbook: Guidelines for making NRT measurements.* 1st ed. Zürich: Cochlear AG; 1999.
15. O'Neill, C, O'donoghue GM, Archbold SM, Nikolopoulos TP, Sach T. Variations in gains in auditory performance from pediatric cochlear implantation. *Otol Neurotol.* 2002; 23(1):44-48.
16. Richter B, Eibele S, Laszig R, Löhle E. Receptive and expressive language skills of 106 children with a minimum of 2 years' experience in hearing with a cochlear implant. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2002; 64(2):111-25.
17. Kirk KI, Miyamoto RT, Lento CL, Ying E, O'Neill T, Fears B. Effects of age at implantation in young children. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2002;111(5):69-73.
18. Baumgartner WD, Pok SM, Egelierler B, Franz P, Gstoettner W, Hamzavi J. The role of age in pediatric cochlear implantation. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2002;62(3):223-28.
19. Miyamoto RT, Houston DM, Kirk KI, Perdew AE, Svirsky MA. Language development in deaf infants following cochlear implantation. *Acta Otolaryngol.* 2003;123(2):241-44.
20. Nicholas JG, Geers AE. Will they catch up? The role of age at cochlear implantation in the spoken language development of children with severe to profound hearing loss. *J Speech Lang Hear Res.* 2007;50(4):1048-62.
21. Flipsen P Jr, Colvard LG. Intelligibility of conversational speech produced by children with cochlear implants. *J Commun Disord.* 2006;39(2):93-108.
22. Ramirez IJM, Nikolopoulos TP. Cochlear Implantation in children deafened by cytomegalovirus: Speech perception and speech intelligibility outcomes. *Otology & Neurotology.* 2004;25(4):479-82.