

# IMPLANTE COCLEAR

## INTRODUÇÃO

A surdez profunda é uma deficiência que afeta a personalidade e o convívio social do paciente. Crianças com surdez profunda muitas vezes são estigmatizadas como tendo distúrbios psiquiátricos como autismo, tamanho o isolamento social que essa deficiência traz. Incapacita os indivíduos de escutarem sons ambientais que muitas vezes constituem sinais de alarme em situações da vida diária, além de não permitir a modulação vocal, tornando a voz esteticamente ruim.

A deficiência auditiva não é uma doença de notificação compulsória, portanto a estimativa de sua incidência é difícil em nosso país. Acredita-se que existam 120 milhões de deficientes auditivos, ou seja, 2,2% da população mundial (World Health Assembly, 1995).

No Brasil, estima-se que existam 31000 pacientes com surdez profunda que necessitam de implante coclear, sendo 13950 indivíduos de 0-18 anos (Berruencos, 2000)

A maioria dos pacientes com perda auditiva, incluindo casos de perdas severas, é beneficiada com o uso de prótese convencional. Porém, por ser um amplificador sonoro, a prótese auditiva necessita de uma reserva coclear suficiente para que possa haver boa percepção do som e discriminação da fala. Nos pacientes com pouca reserva coclear que não conseguem boa discriminação mesmo com amplificação sonora, o implante coclear é uma alternativa para reabilitação da deficiência auditiva.

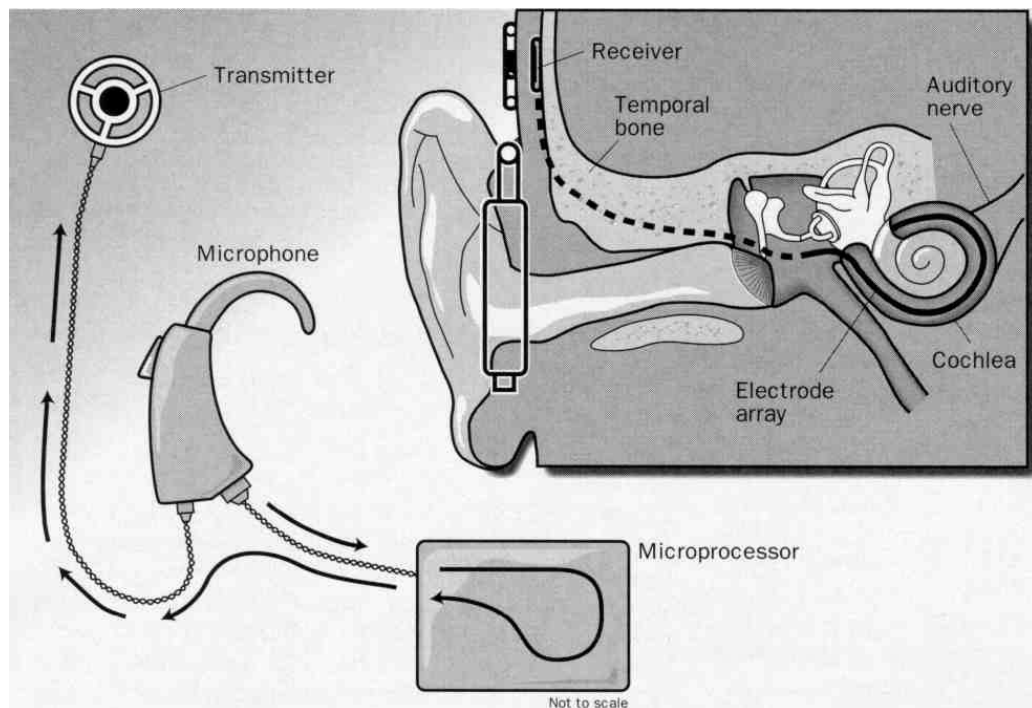
O implante coclear é uma prótese eletrônica introduzida cirurgicamente na orelha interna. Ao contrário da prótese auditiva convencional, o implante coclear capta a onda sonora e transforma em impulso elétrico estimulando diretamente o nervo coclear.

A idéia do implante coclear começou na década de 30/40, porém somente em 1957 Djourno e Eyries descreveram pela primeira vez os efeitos da estimulação do nervo auditivo em um indivíduo surdo, com a colocação de fio metálico no nervo auditivo de um paciente submetido à cirurgia do nervo facial. Segundo o paciente, o ruído gerado era parecido com o som produzido por uma “roleta de cassino”. Desde então a tecnologia envolvendo implantes cocleares desenvolveu-se rapidamente.

Em 1977 foi implantado o primeiro paciente brasileiro pelo Professor Pedro Luiz Mangabeira Albernaz utilizando o implante monocanal desenvolvido pelo Ear Research Institute de Los Angeles. Desde a década de 70 até os dias atuais, estima-se que 60 a 65 mil pacientes já foram implantados, sendo 24 mil nos EUA.

## COMPONENTES DO IMPLANTE COCLEAR

O implante coclear é composto por duas unidades, uma externa, usada pelo paciente conforme sua vontade, contendo um microfone, um processador de fala e uma antena transmissora; e um unidade interna, cirurgicamente implantável, que contém um receptor/estimulador e um fino cabo de eletrodos.



Os componentes essenciais que compõe o sistema de implante coclear são:

1. microfone direcional : situado no compartimento retroauricular, capta a informação acústica e converte-a a sinais elétricos
2. processador de fala externo : filtra, analisa e digitaliza o som em sinais codificados de acordo com uma estratégia pré-definida
3. antena de transmissão: envia os sinais codificados como sinais de rádio FM para o receptor
4. receptor/estimulador (uma das partes internas do implante, fica debaixo da pele): libera energia elétrica adequada para o feixe de eletrodos inseridos na cóclea
5. feixe de eletrodos: estimulam as fibras nervosas remanescentes na cóclea

## TIPOS DE IMPLANTE COCLEAR

Os implantes cocleares podem ser monocanais e multicanais.

Os implantes monocanais foram amplamente utilizados durante as décadas de 70 e 80. Este tipo de implante estimula o nervo auditivo através de um campo elétrico formado por dois eletrodos, um ativo na cóclea ou em sua superfície e outro referência, localizado fora da cóclea. Este tipo de estimulação, denominada monopolar, permite que a corrente elétrica se espalhe por uma área relativamente grande possibilitando o estímulo de um grande número de elementos neurais a uma intensidade baixa de corrente elétrica.

Os implantes monocanais capacitaram os pacientes ao reconhecimento de sons ambientais, facilitaram a leitura labial e proporcionaram uma melhora psicológica, porém falharam em permitir a discriminação e o reconhecimento de palavras e frases sem o auxílio da leitura labial.

Com o incremento da tecnologia digital e da informática, houve um progresso muito grande da bioengenharia, possibilitando o advento de sistemas mais complexos de estimulação sensorial e,

principalmente, o desenvolvimento de processadores de fala que permite estratégias de estimulação mais sofisticados.

Os sistemas multicanais foram desenvolvidos com o objetivo de utilizar, além da estimulação monopolar, uma estimulação que proporciona um campo elétrico mais específico, usando propriedade tonotópica da cóclea.

O sistema multicanal Nucleus 22 foi o primeiro implante multicanal aprovado pelo FDA (Food and Drug Administration) para uso clínico em 1994. Desde então os sistemas multicanais suplantaram os aparelhos monocanais na discriminação de frequências sonoras e percepção da fala, praticamente substituindo-os por completo.

Vários implantes multicanais receberam a autorização do FDA para uso em crianças e adultos. Os principais são: Nucleus 22 e Nucleus 24 (Cochlear Corporation), Clarion Multi-Strategy (Advanced Bionics Corporation) e Med-El Combi (Medical Electronics Corporation)

## **ESTRATÉGIA DE PROCESSAMENTO DE FALA**

Como mencionado anteriormente, a função do processador de fala é converter a informação transmitida pelo microfone em estímulos elétricos que representem aspectos da fala que podem ser percebidos pelos pacientes. As estratégias de processamento da fala utilizadas para alcançar esse objetivo variam conforme as características do implante utilizado e podem ser classificadas por suas propriedades, que incluem o tipo de estímulo aos eletrodos (simultâneo ou não simultâneo) e o tipo de apresentação da onda elétrica (analógica ou pulsátil).

A maioria dos implantes atuais são multicanais. O som que chega ao processador de fala é filtrada em várias bandas de frequências, cada uma associada a um par de eletrodos. Cada banda de frequência e seus eletrodos correspondentes são chamados de “canal”. As estratégias de processamento de fala mais utilizadas nos dias atuais diferem no número de canais e na velocidade de tempo que cada canal é estimulado.

### **a) Spectral Peak (SPEAK)**

Utilizada no sistema multicanal Nucleus, a estratégia SPEAK seleciona uma média de 6-8 frequências a partir de um filtro de 20 bandas de frequências, variando de 116 a 8000 Hz. Estas frequências selecionadas, denominadas máximas, são apresentadas aos eletrodos de forma não simultânea a uma velocidade de estimulação de 250Hz para minimizar interações entre os eletrodos, o que significa que a cada 4 mseg é dado um impulso de som.

### **b) Continuous Intervealed Sampling (CIS)**

Utilizada tanto pelo sistema Clarion como pelo sistema Med-El. Estimula múltiplos eletrodos não simultaneamente, porém a uma frequência de estimulação muito maior que a utilizada pela estratégia SPEAK.

Na estratégia CIS, a programação é feita escolhendo 4-12 canais fixos estimulados sempre a cada impulso. A velocidade de estimulação é de 720 a 2400 Hz. A estratégia CIS prioriza a informação temporal ao invés da informação espectral, priorizada pela estratégia SPEAK onde mais canais são estimulados.

### c) **Advanced Combination Encoder (ACE)**

A estratégia ACE combina as vantagens das estratégias citadas anteriormente. Similarmente a estratégia SPEAK, o espectro de frequência pode variar entre 22 canais. Há uma seleção dinâmica dos canais estimulados dependendo das frequências de maior amplitude ou máximas das bandas de frequências do som que chega ao processador. Como a estratégia CIS, a velocidade de estímulo é alta e varia de 500 a 2400 Hz.

## **SELEÇÃO DE PACIENTES**

Os pacientes candidatos a implante coclear passam por uma avaliação multidisciplinar composta por médicos, fonoaudiólogas, psicólogos e assistentes sociais para definirem quais os pacientes que serão implantados.

Os implantes cocleares foram inicialmente limitados a pacientes adultos pós-linguais, com perda auditiva bilateral profunda que não obtinham benefícios com o uso de próteses convencionais. Esse grupo de pacientes, especialmente aqueles com surdez recente, são os que apresentam melhores resultados com os implantes cocleares.

Pacientes que ficaram surdos após os 5 anos de vida são usualmente classificados como surdos pós-linguais. Apesar destes pacientes desenvolverem vários aspectos da fala, eles frequentemente demonstram rápida deterioração da sua fala após perda do *input* auditivo. A colocação de implante coclear precocemente pode melhorar e diminuir a deterioração da produção da fala e da percepção do som.

Os critérios para seleção de candidatos adultos (Tabela 1) estão baseados na avaliação audiométrica dos pacientes. Não há idade limite para colocação do implante coclear podendo qualquer paciente ser implantado desde que tenha condições clínicas, uma vez que se trata de cirurgia eletiva com anestesia geral.

Com a melhora da tecnologia referente aos processadores de fala, os implantes cocleares em adultos foram estendidos para pacientes com perda auditiva severa a profunda que apresentam algum grau de ganho, embora pequeno, com a prótese auditiva. Implante coclear na orelha com restos auditivos pode não proporcionar melhor ganho se comparado ao uso de próteses auditivas. Entretanto, estudos recentes advogam a hipótese de que orelhas com audição residual apresentam população neuronal maior e melhor, aumentando a chance de sucesso do implante coclear, especialmente os multicanais. Alguns centros utilizam porcentagens de reconhecimento de palavras em sentenças abertas de 40 a 50%, maiores que os utilizados atualmente no nosso serviço (30%).

Adultos pré-linguais não são bons candidatos ao implante coclear. Entretanto, adultos estimulados com educação aural/oral desde crianças podem apresentar algum benefício, embora com resultados piores.

A seleção de crianças para colocação de implantes cocleares é muito mais difícil. O *guideline* para seleção de adultos se aplica também às crianças. Entretanto o processo de seleção das crianças é muito mais complexo e envolve vários fatores. Os critérios de seleção de crianças estão listados na tabela 2. Ao contrário dos adultos, tanto pré-linguais quanto crianças pós-linguais podem ser bons candidatos.

Tabela 1

**Crítérios para seleção de candidatos adultos a implante coclear**

- maior de 18 anos
- perda auditiva neurossensorial profunda bilateral (PTA >90 dB)
- pós lingual
- mínimo benefício com o uso de prótese convencional definido como discriminação menor que 30% em testes de reconhecimento de sentenças em apresentação aberta, com a melhor amplificação auditiva possível
- treinamento prévio com fonoaudiólogas para desenvolvimento de percepção da fala, produção de voz e leitura labial
- ausência de contra-indicações médicas

Tabela 2

**Crítérios para crianças de 12-24 meses**

- perda neurossensorial bilateral profunda
- dificuldade no desenvolvimento de habilidade audiológica, definido como pouco ou nenhum benefício com o uso de amplificação sonora após reabilitação por 3-6 meses
- compromisso com o programa para desenvolvimento de linguagem, motivação familiar para aderir ao programa

**Crítérios para crianças de 2 a 17 anos**

- índice de reconhecimento de fala menor que 30% com a melhor amplificação possível com prótese convencional
- compromisso com terapia fonoaudiológica
- ausência de contra indicação médica

Até recentemente, a idade mínima era 2 anos. Em 1998, o limite de idade diminuiu para 18 meses e atualmente é de 12 meses. O mais novo paciente implantado na Universidade de NY tinha 6 meses de idade, entretanto, pelo maior risco cirúrgico, anestésico e de lesão do nervo facial, recomenda-se ainda a idade mínima de 1 ano. Como o desenvolvimento da percepção da fala, a produção da fala e o desenvolvimento da linguagem iniciam-se precocemente, acredita-se que quanto mais precoce a colocação do implante coclear, maior benefício a criança surda apresentará. A colocação de implante coclear o mais precoce possível é particularmente importante nos casos de surdez pós-meningite, devido à ossificação intracoclear que ocorre impedindo a colocação dos eletrodos no lúmen da cóclea.

O implante coclear para crianças menores de 12 meses permanece controverso, uma vez que a avaliação audiométrica, intervenção cirúrgica e programação do aparelho no seguimento pós-operatório são mais difíceis. Perda profunda e o pouco benefício com uso de aparelhos de amplificação sonora são muito difíceis de serem demonstrados em crianças pois sua linguagem é pouco desenvolvida. Nestes casos, avaliação dos pais através de questionário é usada aferir o benefício da prótese.

Considerações devem ser feitas em relação às pequenas dimensões do osso temporal e a uma possível interferência no crescimento do mesmo no pós-operatório. Além disso, a alta incidência de otite média nesses pacientes é alta podendo comprometer o funcionamento do implante. Entretanto, a extensão do limite de idade para implantação para 6-12 meses é plausível do ponto de vista anatômico. A cóclea ao nascimento tem o tamanho da cóclea do adulto e com 1 ano de vida o recesso do facial e o antro estão adequadamente desenvolvidos.

Embora não se tenha determinado o período crítico para implantação de crianças com surdez congênitas (alguns grupos consideram 3 anos, enquanto outros acham que o período crítico vai até 7 anos), evidências na literatura sugerem os melhores resultados ocorrem em crianças implantadas antes dos 5 anos.

A colocação precoce do implante coclear é importante uma vez que há um janela de desenvolvimento do sistema auditivo antes dos 5 anos que permite integração da informação auditiva produzida pela estimulação coclear e os centros corticais da linguagem. Após este período crítico, a plasticidade neuronal diminui e a habilidade do cérebro no desenvolvimento da fala e da linguagem fica comprometida permanentemente.

Atualmente no grupo de implante coclear do HCFMUSP, utiliza-se o limite de 4 anos para estímulo da via auditiva. Crianças maiores de 4 anos que chegam ao serviço com surdez profunda e que nunca tiveram a via auditiva estimulada e sem nenhum trabalho prévio de aperfeiçoamento das habilidades em relação a reconhecimento de fala e aquisição de linguagem (aural/oral ou linguagem de sinais) não são candidatas a implante coclear. Crianças menores de 4 anos devem ser estimuladas para aquisição dessas habilidades e protetizadas.

Questionar se a criança utiliza a prótese e por quantas horas do dia também é um fator importante e deve ser enfatizado à família da importância do uso da prótese mesmo que a mesma forneça apenas sons ambientais, pois representa algum estímulo a via auditiva.

## **AVALIAÇÃO MÉDICA**

A avaliação do médico otorrinolaringologista inclui anamnese e exame físico. Avaliação radiológica da cóclea é mandatória para determinar se a cóclea está presente, se apresenta mal-formações congênitas e para aferir sua patência. Tomografia computadorizada com cortes de 1 mm é o exame de escolha. Labirintite ossificante pode ser demonstrada na tomografia, porém obliteração por tecidos moles não pode ser demonstrada na TC. Nestes casos, deve-se realizar ressonância magnética que fornece informações adicionais a tomografia. Ossificação intracoclear não é contra-indicação absoluta para colocação de implantes cocleares, mas pode limitar o número de eletrodos introduzidos na cóclea.

Mal-formações cocleares não são contra-indicações absolutas para realização de implante, exceto para casos como Aplasia de Michel (agenesia de cóclea) e casos da síndrome do canal auditivo interno vazio em que o nervo coclear está ausente.

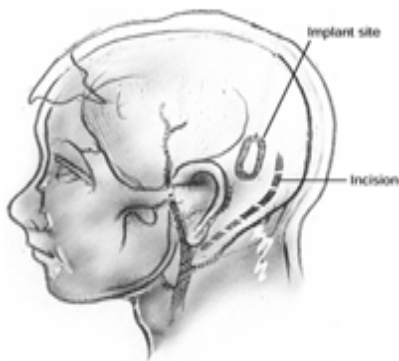
Otoscopia deve ser realizada sempre. Otite média secretora deve ser tratada previamente a colocação do implante. Entretanto, não se deve postergar a colocação do implante nas crianças com OMS ou OMA de repetição, devendo-se realizar miringotomia/ colocação de TV. Alguns autores advogam colocação de TV no mesmo tempo cirúrgico do implante, desde que não haja secreção purulenta. Otite média crônica, com ou sem colesteatoma devem ser operados previamente. A existência de cavidade radical não é contra indicação, mas nessa situação deve-se obliterar a mastóide com fechamento do canal auditivo externo ou reconstruir a parede posterior do CAE.

## AVALIAÇÃO PSICOLÓGICA

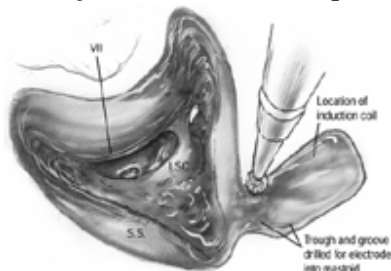
Avaliação psicológica deve ser realizada com o objetivo de identificar fatores que podem excluir os pacientes na seleção de candidatos. Disfunção neurológica orgânica, retardo mental, psicose ou expectativas irreais contra-indicam a colocação de implante coclear. Informações sobre apoio familiar, condições de acompanhamento pós-operatório e outro aspectos que podem afetar o sucesso da cirurgia são aferidos na seleção dos candidatos.

## CIRURGIA

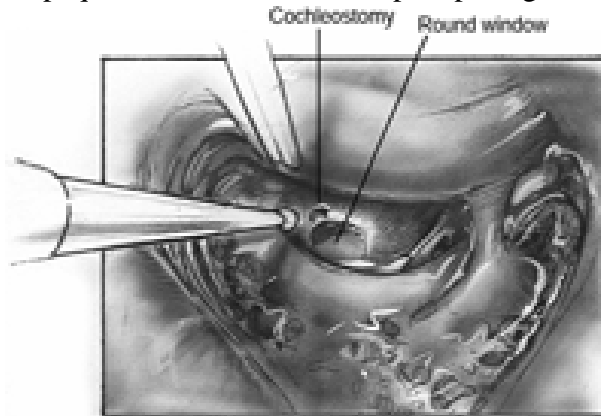
1. Incisão retroauricular em S invertido



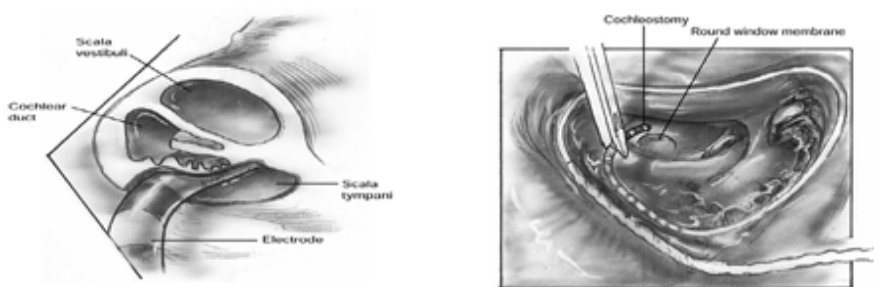
2. Retalho de músculo temporal
3. Mastoidectomia simples, com identificação do canal semicircular lateral, processo curto da bigorna.
4. Abertura do recesso do facial (timpanotomia posterior)  
Obs: o recesso do facial é uma área triangular limitada pela ramo curto da bigorna superiormente, nervo corda do tímpano lateral e anteriormente e nervo facial medial e posteriormente.
5. Visualização do nicho da janela redonda através do recesso do facial aproximadamente 2 mm inferior ao estapédio.
6. Realização do nicho do receptor/estimulador



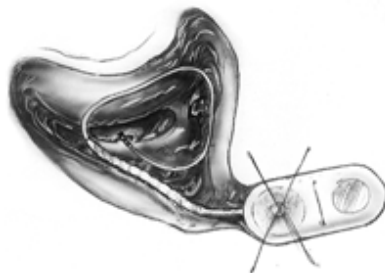
7. Cocleostomia: a escala timpânica é melhor encontrada se a cocleostomia for realizada anterior e inferior ao anulus da janela redonda. A cocleostomia é realizada com broca diamantada criando uma pequena abertura suficiente para passagem dos eletrodos (cerca de 0,5 mm)



8. Colocação dos eletrodos na escala timpânica



9. Fechamento da cocleostomia com pequenos pedaços de fásia, sangue ou pó de osso.



10. Fechamento por planos

## COMPLICAÇÕES

São poucas as complicações decorrentes da cirurgia de implante coclear e podem ser minimizadas com planejamento cirúrgico e técnica adequada. As principais são:



- a) necrose do *flap* muscular (complicação mais frequente)
- b) paralisia ou paresia facial (0,71% casos, geralmente tardia)
- c) saída de liquor (*gusher*) principalmente em pacientes com displasia de Mondini e aqueduto vestibular alargado
- d) mastoidite
- e) extrusão do implante
- f) infecção da ferida cirúrgica
- g) meningite
- h) quebra do feixe de eletrodos

## **TELEMERIA**

A telemetria pode ser feita no intra ou pós-operatório fornecendo informações a respeito do funcionamento do aparelho e das respostas neurais do paciente. O Nucleus 24 vem com um software designado para medir o potencial de ação do nervo coclear usando o implante como estimulador e gravador.

Com a telemetria testa-se as impedâncias dos eletrodos, verificando a presença de curto ou circuito aberto, detecção dos limiares do reflexo do estapédio e as respostas neurais a estímulos elétricos do implante, possibilitando determinar limiares mínimos e de conforto, facilitando a programação dos processadores de fala, principalmente em crianças.

## **RESULTADOS**

### **Em adultos**

Os resultados audiológicos dos pacientes com implante coclear são muito variáveis. Alguns pacientes implantados conseguem se comunicar sem o apoio da leitura labial, podendo falar ao telefone; enquanto outros conseguem apenas escutar sons ambientais e melhorar suas habilidades de leitura labial.

Acredita-se que a perda de células nervosas e atrofia dos centros corticais da audição estejam relacionadas com um pior resultado.

Os primeiros implantes cocleares da Nucleus usavam estratégias de processamento que proporcionavam um reconhecimento parcial de vogais e consoantes, mas não permitiam um bom reconhecimento de palavras.

A nova geração dos processadores de fala permitiu um ganho substancial no reconhecimento de palavras e sentenças. Média de 36 e 74% de reconhecimento de palavras e reconhecimento de fala respectivamente são reportados com o uso de implantes Nucleus com a estratégia SPEAK em adultos.

Os implantes cocleares multicanais fornecem um bom reconhecimento de fala para a maioria dos pacientes adultos. Alguns adultos são incapazes de entender palavras sem o auxílio da leitura labial enquanto outros conseguem falar ao telefone. Acredita-se que o tempo de surdez, idade da colocação do implante, inteligência (habilidades cognitivas), leitura labial e audição residual são fatores que contribuem no sucesso do implante.

Na sua tese de doutorado, o Dr Rubens de Brito estudou 18 pacientes implantados com o sistema Nucleus Spectra 22 com estratégia de processamento SPEAK. A média dos limiares auditivos (PTA) com a melhor prótese auditiva foi de 84,8 dB NPS. Após colocação do implante houve melhora em todos os pacientes com PTA médio de 42,7 dB NPS. A média de acertos em sentenças apresentadas em formato aberto foi de 56% e em formato fechado 82,8%.

Os principais benefícios atualmente com o Nucleus 24 e a estratégia ACE em adultos são:

- Mínimo de 50% de sentenças em contexto aberto
- 30% falam ao telefone sem dificuldade
- Retomada das atividades profissionais e sociais
- Pacientes que não vão bem: cerca de 15% de sentenças em contexto aberto
- Ganho funcional médio de 35dBNA

## Em crianças

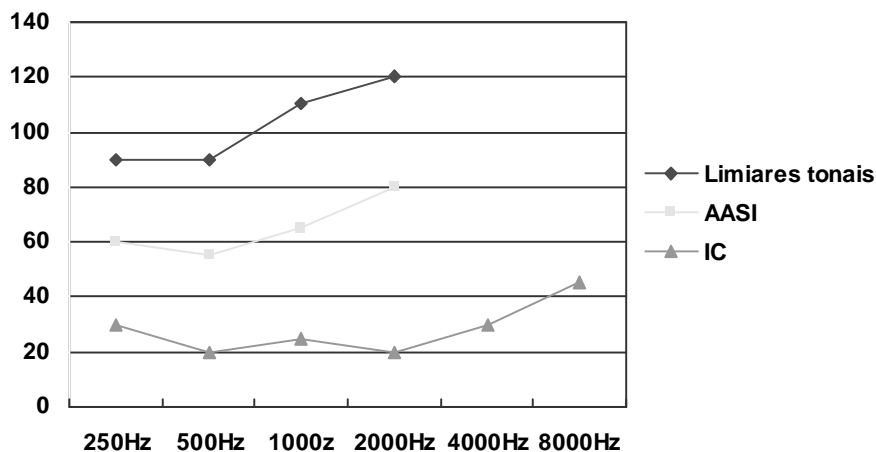
Crianças e adultos pós linguais utilizam a informação transmitida pelo implante para comparar com as representações da linguagem que tinham antes da perda auditiva. Entretanto, a maioria das crianças implantadas apresenta surdez pré-lingual ou perda congênita e não apresentam memória da linguagem falada. Essas crianças utilizam o som produzido pelo implante coclear para desenvolver sua produção e percepção de fala e habilidades auditivas.

Assim como nos casos de adultos, as primeiras estratégias de processamento de fala do Nucleus não permitiram um significativo desenvolvimento na identificação de palavras em sentenças fechadas (habilidade de identificar palavras num grupo de palavras dadas), porém falhava no reconhecimento de palavras em sentenças abertas. Com os novos processadores de fala, houve melhora significativa da percepção da fala em crianças. Estudos mostram uma média de 30-44% de palavras corretas.

Os principais benefícios em crianças são (N24):

- Melhora da percepção dos sons ambientais;
- Detecção e discriminação dos sons de fala
- Reconhecimento de fala em contexto fechado
- Performance auditiva compatível com perdas leve / moderadas
- Performance e evolução dependem da idade e do tempo de surdez!

Gráfico 1 – Comparação dos limiares tonais



## **INOVAÇÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS**

Diversas mudanças estão ocorrendo em relação a escolha dos candidatos ao implante coclear. Muitos aparelhos estão sendo aprovados para o uso em pacientes com perda auditiva severa, além de perda profunda bilateral. Pacientes com audição residual em graves na orelha implantada podem ser submetidos a cirurgia menos traumática, evitando trauma endococlear / aspiração e utilizando implante com “short array”, permitindo preservar a audição em frequências baixas, associando uso de AASI e implante coclear na mesma orelha.

Com o avanço das técnicas de imagem, pacientes com malformações cocleares maiores como cóclea hipoplásica, cavidades comuns e CAI estreito podem ser implantados, além dos casos de displasia de Mondini e aqueduto vestibular alargado.

Pacientes com labirintite ossificante, em decorrência de meningite geralmente, podem ser implantados com aparelhos com duas carreiras de eletrodos (double array) em que uma é introduzida no giro basal da cóclea e outra no segundo giro.

Pacientes com outras deficiências como cegueira, distúrbios motores, retardo mental ou distúrbios psiquiátricos foram evitados no passado, entretanto esses casos são, possivelmente, ainda mais beneficiados com o implante coclear do que aqueles em que a perda auditiva é o único problema.

Aspectos cosméticos do implante coclear também estão evoluindo, com aparelhos menores e mais discretos, sendo o objetivo final o implante coclear totalmente implantável. O implante bilateral, também está sendo estudado, possibilitando melhor direcionamento do som e entendimento em locais ruidosos, porém existem limitações econômicas, maior dificuldade cirúrgica e possível perda vestibular bilateral resultando em ataxia e oscilopsia.

## **CONCLUSÃO**

O implante coclear é uma alternativa para os pacientes com surdez profunda, embora alguns apresentarão melhor resultado que outros. Eles permitiram uma grande mudança da qualidade de vida de indivíduos surdos aumentando a independência desses pacientes, maior motivação, diminuição no sentimento de solidão e insegurança e melhora no relacionamento social desses pacientes.

## **Bibliografia**

1. Neto RVB. Estudo dos resultados auditivos e da qualidade de vida em pacientes com implante coclear multicanal. Tese apresentada à Faculdade de Medicina da USP para obtenção do título de doutor em Medicina. São Paulo, 2002.
2. Miyamoto RT, Kirk KI. Cochlear Implants and other implantable auditory prostheses. Head and Neck Surgery. Chapter 154.
3. Miyamoto RT, Osberger MJ, Robbins AM et al. Prelingually deafened children's performance with nucleus multichannel cochlear implant. Am J Otol 1993;14:437-445.
4. O'Donoghue GM, Nikolopoulos TP. Speech perception in children after cochlear implantation. Am J Otol 1999;19:762-767.
5. Nikolopolous TP et al. Age at implantation: its importance in pediatric cochlear implantation. Laryngoscope 1999; 109: 595-599.
6. Gray RF, Jones SEM, Court I. Cochlear implantation for progressive hearing loss. Archives of Diseases in Childhood 2003; 88(8), p708-711.
7. Manrique M, Huarte A et al. Indication and Counterindication for cochlear implantation in children. The Am J of Otol 1998; 19(3): 332-336.
8. Waltzman S, Cohen NL. Cochlear implants, 2000.
9. Skinner MW, Holden LK, Whitford LA, Plant KL, Psarros C, Holden TA. Speech Recognition with Nucleus 24 SPEAK, ACE, and CIS Speech Coding Strategies in Newly Implanted Adults. Ear and Hearing 2002 23(3):207-223.
10. Shallop JK, Facer GW, Peterson A. Neural Response Telemetry With the Nucleus CI24M Cochlear Implant. Laryngoscope 1999; 109 (11): 1755-9.
11. Cohen NL. Cochlear Implant Candidacy and Surgical Considerations. Audiology & Neuro-Otology 2004; 9 (4): 197-202.
12. Lenarz T, Battmer RD, et al. Nucleus Double Electrode Array: A New Approach for Ossified Cochleae. Am J Otol 1997; 18 (6): 539-41.
13. Fayad JN, Wanna GB, et al. Facial Nerve Paralysis Following Cochlear Implant Surgery. Laryngoscope 2003; 113 (8): 1344-6.
14. Fayad JN, Tabae A, et al. Cochlear Implantation in Children with Otitis Media. Laryngoscope 2003; 113 (7): 1224-7.