

Electro acoustic stimulation of the auditory system: UNICAMP's surgical approach

Estimulação eletroacústica do sistema auditivo: técnica cirúrgica UNICAMP

Guilherme Machado de Carvalho¹, João Paulo Peral Valente², Alexandre Scalli Mathias Duarte³, Éder Barbosa Muranaka⁴, Alexandre Caixeta Guimarães⁵, Marcelo Naoki Soki⁶, Walter Adriano Bianchini⁷, Arthur Menino Castilho⁸, Jorge Rizzato Paschoal⁹

Keywords:

acoustic stimulation,
cochlear implants,
hearing disorders,
hearing loss,
rehabilitation of
hearing impaired.

Palavras-chave:

estimulação acústica,
implantes cocleares,
perda auditiva,
reabilitação de
deficientes auditivos,
transtornos da audição.

Abstract

A new era has arrived in auditory rehabilitation with the introduction of new technologies such as electroacoustic stimulation (EAS). EAS is indicated for patients with residual hearing at low frequencies and severe or profound hearing loss at high frequencies. These patients have no indication for conventional cochlear implant and have difficulties in adapting to individual sound amplification devices. Preservation of hearing is vital in this process; the surgical technique must be based on this concept. **Objectives:** To present the cochlear implant surgical technique with MED-EL Mand FlexEAS to preserve hearing in patients with hearing loss at high frequencies and to maintain low frequency hearing. We are the first institution to carry out this treatment in Brazil. **Methods:** A case report of the surgical technique carried out in four patients; the procedure was carried out by the cochlear implant group of a specialized clinical hospital. **Results:** The procedures were successful and uneventful. **Conclusion:** We described the technique used at our institution for implants using EAS; the surgical technique is complex and includes steps for preservation of hearing.

Resumo

A reabilitação auditiva entrou numa nova era com o desenvolvimento e aperfeiçoamento de próteses implantáveis, principalmente com a associação do conceito de estimulação eletroacústica (EAS) e implante coclear. A EAS é indicada para pacientes com audição residual nas baixas frequências e disacusia grave/profunda nas médias e altas frequências. Esses pacientes não teriam indicação para o implante coclear convencional e teriam dificuldades na adaptação com o aparelho de amplificação sonora individual. A técnica cirúrgica utilizada deve-se basear nos conceitos de preservação auditiva e é fundamental nesse processo. **Objetivos:** Descrever a técnica cirúrgica para procedimento de implante coclear MED-EL Mand FlexEAS, com intuito de preservar o resíduo auditivo e reabilitar satisfatoriamente a audição deteriorada, sendo o primeiro centro a realizar tal tratamento no Brasil. **Material e Métodos:** Descrição de técnica cirúrgica utilizada pelo serviço de otologia de hospital terciário por meio de estudo de caso. **Resultados:** Procedimentos realizados sem intercorrências. A técnica utilizada segue passos que objetivam a preservação auditiva. **Conclusão:** Descrevemos a técnica utilizada para implantes com EAS realizados no nosso serviço. A técnica cirúrgica é complexa e inclui passos que visam à preservação auditiva.

¹ Mestre em Medicina (Médico Otorrinolaringologista Disciplina de Otorrinolaringologia, Cabeça e Pescoço).

² Otorrinolaringologista (Otologista Disciplina de Otorrinolaringologia, Cabeça e Pescoço).

³ Otorrinolaringologista (fellow em Otologia Disciplina de Otorrinolaringologia, Cabeça e Pescoço).

⁴ Otorrinolaringologista (fellow em Otologia Disciplina de Otorrinolaringologia, Cabeça e Pescoço).

⁵ Médico (Médico Residente Otorrinolaringologista).

⁶ Otorrinolaringologista (Otologista Disciplina de Otorrinolaringologia, Cabeça e Pescoço).

⁷ Otorrinolaringologista (Otologista, Chefe coordenador do grupo de Implante Coclear e Próteses implantáveis, serviço de Otologia, Disciplina de Otorrinolaringologia, Cabeça e Pescoço).

⁸ Otorrinolaringologista (Otologista, Chefe coordenador do grupo de Implante Coclear e Próteses implantáveis, serviço de Otologia, Disciplina de Otorrinolaringologia, Cabeça e Pescoço).

⁹ Médico Otorrinolaringologista (Médico Otorrinolaringologista, Docente da Disciplina de Otorrinolaringologia, Cabeça e Pescoço, Chefe do serviço de Otologia).

Grupo de Implante Coclear e Próteses Implantáveis, Serviço de Otologia, Disciplina de Otorrinolaringologia, Cabeça e Pescoço da Faculdade de Ciências Médicas (FCM) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), São Paulo, Brasil.

Endereço para correspondência: Dr. Guilherme Machado de Carvalho. Rua Conde de Assumar, 59. São Paulo - SP, CEP: 02255-020. Fone/Fax: +55 (19) 3521-7563.

E-mail: guimachadocarvalho@gmail.com

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da BJORL em 2 de novembro de 2011. cod. 8882

Artigo aceito em 4 de dezembro de 2011.

INTRODUÇÃO

Há pouco mais de uma década, pacientes com perda auditiva neurosensorial possuíam poucas opções para a reabilitação da audição, como aparelhos de amplificação sonora (AASI), a estimulação elétrica do nervo coclear (implante coclear)¹⁻⁵ e a estimulação elétrica do tronco encefálico (implante de tronco). Aqueles casos com perdas leves ou moderadas podem se beneficiar do uso de AASI, enquanto que o implante coclear tem sido considerado o padrão-ouro para reabilitação de disacusia grave e profunda^{3,4,6-8}. O implante de tronco é uma alternativa aos pacientes com contraindicação para o implante coclear. Entretanto, alguns pacientes permanecem em uma “zona intermediária”, ou seja, não tinham benefício com aparelhos de amplificação sonora e não preenchiam os critérios para realização de implante coclear^{2,3}.

Estes pacientes, frequentemente, apresentam uma perda auditiva com padrão descendente ou “em rampa”, em que há preservação dos limiares nas baixas frequências (até 1000Hz) e rebaixamento acima desta frequência (quadros graves e profundos em médias e altas frequências). Com o advento do conceito da preservação auditiva e o avanço tecnológico relacionado ao implante coclear, uma nova modalidade de tratamento foi desenvolvida: estimulação eletroacústica, ou a estimulação híbrida^{2,9-13}.

O conhecimento das patologias que culminaram com deterioração auditiva é fundamental, favorecendo, assim, o paciente, de modo a facilitar e agilizar os processos relacionados à reabilitação auditiva dos mesmos¹⁴. A estimulação do sistema auditivo é essencial para uma melhor comunicação¹⁵.

O desenvolvimento do conceito de estimulação eletroacústica (EAS – *electric acoustic stimulation*) ocorreu em 1999, por Christian Von Ilberg^{2,16-18}. A ideia de EAS está baseada na possibilidade de usufruir do benefício sinérgico da associação entre o implante coclear convencional (IC) – estimulação elétrica – e os aparelhos de amplificação sonora de uso individual (AASI) – estimulação acústica – na mesma orelha. Essa realidade propiciou o tratamento de pacientes com resquícios auditivos apenas nas frequências graves, que tinham poucos benefícios com o uso do AASI^{2,10,12,13,16-18}.

Desde os trabalhos de Lenarz, tem sido verificada a possibilidade da preservação da audição residual após cirurgia de implante coclear, e que esses pacientes podem ter uma melhor resposta após estimulação híbrida da audição: elétrica, através do implante coclear, e acústica, via aparelho de amplificação sonora^{3,11}. Esse benefício ocorre especialmente na discriminação de sons em ambientes ruidosos^{7,19,20}.

Várias técnicas cirúrgicas têm sido descritas com o intuito de preservar a audição^{2,10,18,21}. O refinamento da técnica inclui a utilização de alguns fármacos no intra-

operatório, tais como corticosteroide tópico, antibiótico e ácido hialurônico¹¹. Outro aspecto importante, já demonstrado em trabalhos experimentais de dissecação, é a via de inserção dos eletrodos durante a cirurgia^{11,22-24}. A inserção através de cocleostomia ântero-inferior à janela redonda ou de forma direta, através da janela redonda, estão relacionadas a um menor trauma intracoclear, quando comparadas à cocleostomia tradicional, sendo a inserção direta através da janela redonda aparentemente a menos traumática^{1,2,18,21-23}.

As características intrínsecas do próprio eletrodo são fundamentais para a redução do trauma intracoclear, ou seja, a forma, o comprimento e a flexibilidade do feixe de eletrodos também parece ser importante para a obtenção de melhores resultados^{2,10,22-26}. Gantz et al.²⁷, recentemente, publicaram uma série com oito pacientes submetidos a implante coclear com eletrodo de 10 mm (Iowa Nucleus Hybrid Implant), com 96% de preservação parcial ou total da audição. Em 2004, a MED-EL (Innsbruck, Áustria) lançou no mercado um novo protótipo de implante de 21mm, mais fino e flexível^{27,28}. Outros autores, em seus trabalhos, apresentaram altas taxas de preservação auditiva, com preservações parciais e totais, utilizando o mesmo protótipo²⁶⁻²⁸.

Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi apresentar nossa experiência em quatro pacientes submetidos a implante coclear com eletrodo MED-EL Flex^{EAS}, por meio da descrição da técnica cirúrgica utilizada no EAS, especificamente para o modelo MED-EL Mand Flex^{EAS}, realizada pelo grupo de Otologia/Próteses Implantáveis de Hospital Terciário Especializado, no período de março de 2010 a maio de 2011.

MATERIAL E MÉTODO

O protocolo utilizado para seleção dos pacientes foi o seguinte:

1. Audiometrias seriadas;
2. Audiometria em campo livre;
3. Otoemissões acústicas (OEA);
4. Teste de Percepção de Fala;
5. Potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE);
6. Tomografia computadorizada de ossos temporais;
7. Ressonância nuclear magnética de orelha interna;
8. Avaliação fonoaudiológica e psicológica.

Os principais critérios de indicação são:

- a) Limiares auditivos estáveis nos dois últimos anos;
- b) Teste de Percepção de Fala - (65 dB, com melhor amplificação possível): < 40%;
- c) Experiência prévia com AASI;
- d) Disacusia tipo neurosensorial²⁹, segundo gráfico a seguir (Figura 1):

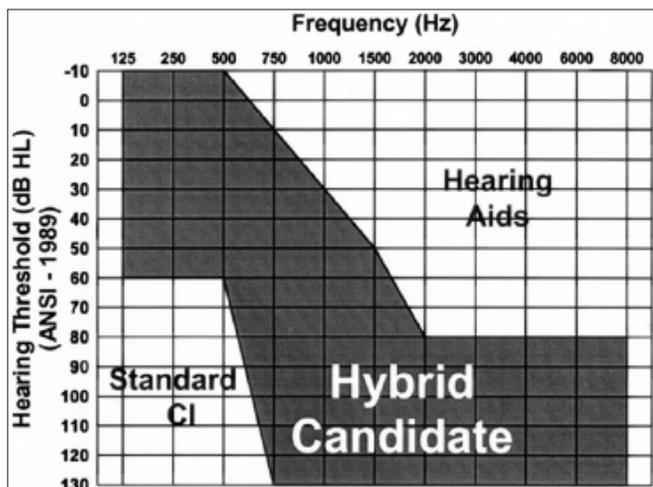


Figura 1. Gráfico que exemplifica padrão audiométrico esperado nos candidatos a implante híbrido¹¹.

Seleção de Pacientes

Os pacientes são selecionados seguindo os critérios citados anteriormente. Todos os pacientes são plenamente orientados pela equipe sobre a indicação cirúrgica, complicações possíveis, objetivos do procedimento e resultados esperados. Todos os pacientes recebem o termo de consentimento livre e esclarecido após explicação detalhada.

Comitê de Ética

O artigo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Instituição.

Critérios de inclusão:

- Idade maior que 18 anos.
- Disacusia neurosensorial bilateral com pouco ou sem benefício com AASI.
- Limiares tonais melhores que 65 dB nas frequências de 125, 250 e 500 Hz, e piores que 85 dB nas frequências acima de 1000 Hz.
- Discriminação auditiva com monossílabos abaixo de 40% na melhor condição de amplificação sonora possível.
- Perda auditiva estável, ao menos nos dois últimos anos.

Avaliação

Todos os pacientes foram submetidos no pré-operatório à audiometria convencional, testes de percepção de fala com e sem aparelhos de amplificação sonora, EOA (Emissões otoacústicas), PEATE (Potencial Elétrico Auditivo Tronco Encefálico), tomografia computadorizada e ressonância magnética de ossos temporais. Além disso, os pacientes passaram por avaliação psicológica para adequação das expectativas relacionadas ao implante.

A ativação do implante foi realizada 45 dias após a cirurgia. Testes audiométricos e de percepção de fala pós-operatórios foram realizados.

Implante Utilizado

O implante utilizados nos casos é o Med-El MAnd FLEX^{EAS}™ (21mm) (Figuras 2 e 3)³⁰. O eletrodo tem como objetivo reduzir ao máximo o trauma intracoclear durante sua inserção e, para isso, cada conjunto de eletrodos apresenta a configuração de arame em forma de onda, posicionados na parede lateral e com baixa densidade de canais (Figura 3).

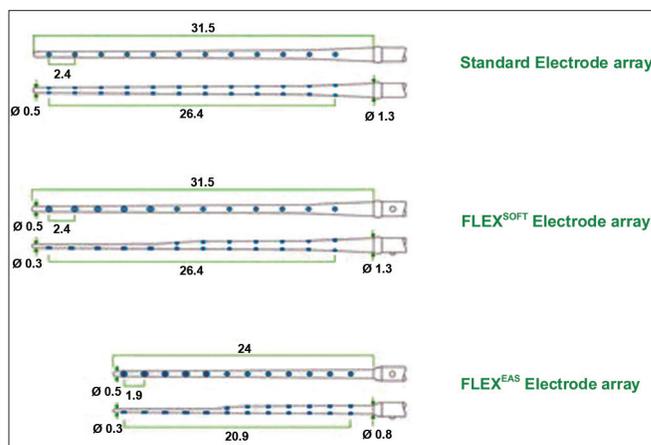


Figura 2. Esquema representativo do Eletrodo Med-El MAnd FLEX^{EAS}™ (21mm).

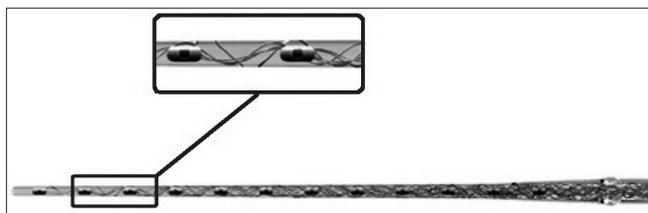


Figura 3. Esquema em aumento que destaca a forma de onda dos eletrodos (sinus) dentro da capa de silicone com estrutura aramada.

Este projeto é ideal para inserção através da janela redonda, uma técnica realizada por muitos cirurgiões otológicos por ser a menos traumática. Eletrodos pré-moldados aumentam o trauma e não são facilmente inseridos através da janela redonda e, portanto, não são adequados para preservação da audição. Observou-se grande número de inserções pela escala vestibular, em vez da timpânica, com esse tipo de eletrodo^{2,10,22-28}.

Os dados técnicos do IC EAS utilizado estão resumidos na Tabela 1.

Monitorização do Nervo Facial (VII PAR)

Durante todo o procedimento, há monitorização do VII par craniano. São fixados eletrodos nos ramos ipsilaterais do ouvido a ser operado nas seguintes regiões: frontal, zigomática, bucal e mandibular, e um eletrodo “terra”, que é fixado no tórax do paciente. Há ainda um eletrodo (STIM1 +, polo positivo) para referência da caneta

Tabela 1. Dados técnicos do implante coclear Med-El MAnd FLEX^{EAS}.

Modelo: SONATAti100 ELETRODO FLEX ^{EAS}	
Material TITANIO E SILICONE	
Ímã removível	NÃO
Dimensões	Comprimento: 45.7mm
	Largura: 24.8 mm
	Espessura: 5.9 mm
	Peso: 8.6g
Nicho da unidade interna	Diâmetro: 24.8 x 17.4 (mm x mm)
	Profundidade: 2 mm
Feixe de eletrodos	Perimodiolar: não
	Reto: sim
Características do feixe de eletrodos	Comprimento total do feixe de eletrodos: .24 mm
	Comprimento dos eletrodos que ficam dentro da cóclea: 20.9 mm
	Comprimento dos eletrodos ativos: 20.9 mm
	Número de eletrodos: 12 canais (19 eletrodos – 5 canais do ápice não são duplos para preservação residual)
	- Ápice: eletrodo número 1 (número do eletrodo mais apical).
	- Base: eletrodo número 12
	Diâmetro do feixe de eletrodos no ápice: 0.3 mm
	Diâmetro do feixe de eletrodos na base: 0.8 mm
	Diâmetro da cocleostomia: 1.3 mm
	SIM
Permite ressonância magnética	Especificações técnicas: 0.2T, 1.0T e 1.5T.

Preencher questionário e orientação prévia da Med El.

estimuladora (STIM 1 -, polo negativo), que é fixado na região esternoclavicular. No nosso serviço, é utilizado NIM-PulseTM (Nerve Integrity Monitor, Medtronic XomedTM).

Microscópio

Sabe-se que a microscopia é de fundamental importância e revolucionou os procedimentos otológicos. Em nosso serviço, utilizamos um microscópio CARL ZEISS GMGH S88 MicroscopeTM. O microscópio tem, ainda, uma câmera acoplada e é conectado a um sistema de vídeo com gravação digital dos procedimentos cirúrgicos.

RESULTADOS

Descrição Cirúrgica

Com o paciente em decúbito dorsal horizontal, com a cabeça virada para o lado contralateral, sob anestesia

geral e intubação orotraqueal, realiza-se o preparo do campo operatório por tricotomia ampla, degermação com clorexidine 2%, colocação e fixação dos eletrodos para monitorização do VII par craniano. Em seguida, isola-se o campo operatório do restante do couro cabeludo com auxílio de microporeTM. Profilaxia com cefazolina (50 mg/kg) via intravenosa durante a indução anestésica.

1. Marcação dos principais pontos de referência: ponta da mastoide, linha temporal, área da incisão retroauricular, área do componente interno e, com auxílio de um molde, a área do microfone (Figura 4);

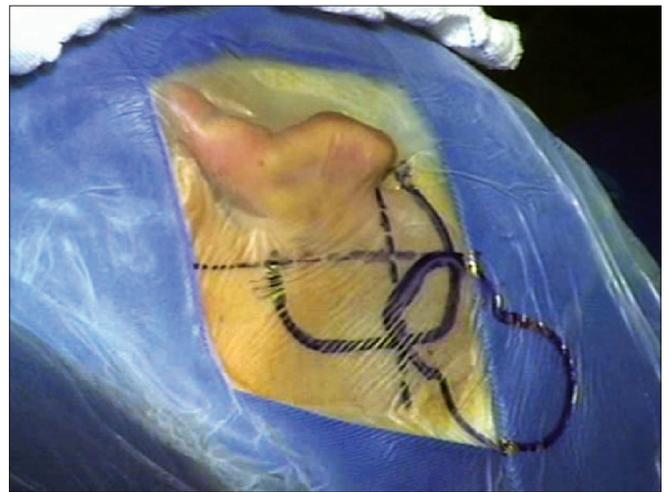


Figura 4. Ilustração representativa das marcações cirúrgicas no lado esquerdo (ponta da mastoide, linha temporal, área da incisão retroauricular, área do componente interno e, com auxílio de um molde, a área do microfone).

2. Antissepsia com clorexidine aquoso 0,2%, colocação de campos estéreis e steri-drapeTM2 (Figura 1);
3. Incisão retroauricular retilínea e dissecação por planos. Confecção do retalho de *Palva*, (músculo periosteal) em “cruz” e levanta-se o retalho nos seus quatro segmentos no plano subperiosteal;
4. Retirada de pequenos fragmentos de fásia e músculo temporal para obliteração da cocleostomia;
5. Mastoidectomia simples, identificando: canal semicircular lateral, ramo curto da bigorna, parede posterior do conduto auditivo externo, *tégmen timpani* e seio lateral. Coleta de pequena quantidade de pó de osso;
6. Adelgaçamento da parede posterior do conduto auditivo externo e realização da timpanotomia posterior, mantendo-se o *incus buttress*;
7. Confecção do nicho do componente interno do IC EAS na porção escamosa do osso temporal (*well*), com auxílio de molde específico;

8. Irrigação da cavidade com iodopovedine (10% iodopovedine a 1% iodo ativo) por dois minutos, seguida de solução ringer lactato™ de forma copiosa (Figura 5);

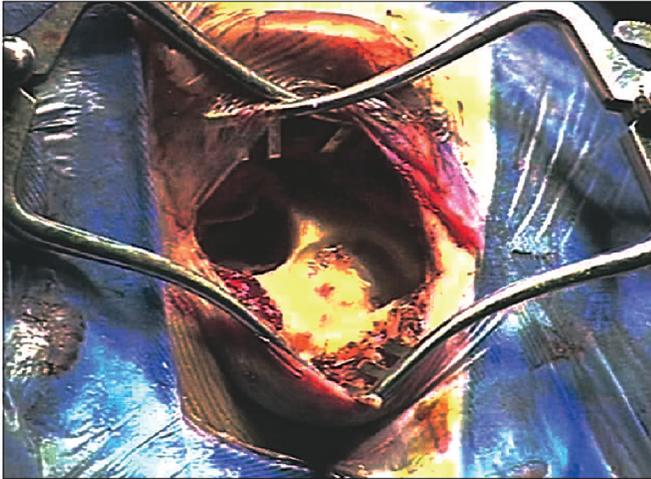


Figura 5. Ilustração da confecção do nicho do componente interno do IC EAS na porção escamosa do osso temporal (well), com auxílio de molde específico

9. Irrigação da cavidade com ciprofloxacino (4mg/ml) por dois minutos, seguida de solução ringer lactato™ (Figura 6);

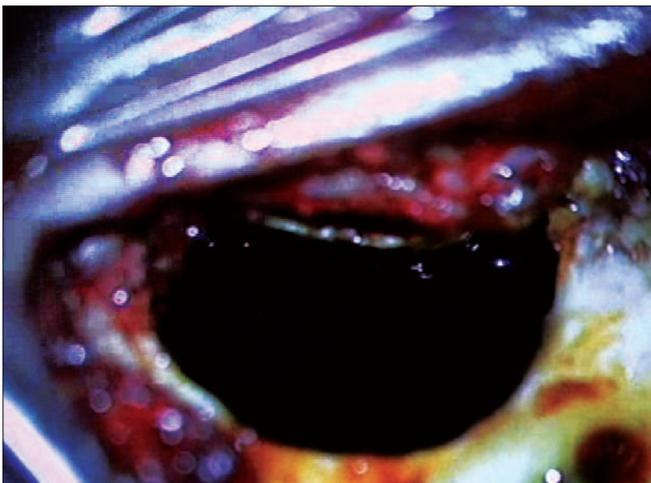


Figura 6. Ilustração da irrigação da cavidade mastoídea e da orelha média com solução de iodopovedine (10% iodopovedine a 1% iodo ativo).

10. Administração intravenosa de oito miligramas de dexametasona, antes do acesso à orelha interna, via cocleostomia ou janela redonda;
11. Aplicação de triancinolona (40mg/ml) tópica sobre a janela redonda;
12. Abre-se a membrana da janela redonda ou, quando não possível acesso via janela redonda, abre-se o endóstio via cocleostomia;

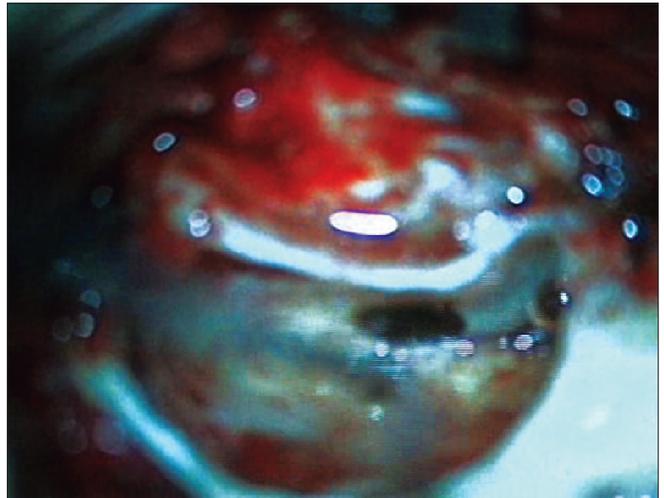


Figura 7. Ilustração da irrigação da cavidade mastoídea e da orelha média com antibiótico (ciprofloxacino 4mg/ml).

13. Posicionamento do componente interno no seu nicho;
14. Preparação do enxerto de fásia, com a realização de um orifício central puntiforme, que permite a passagem justa do eletrodo e posicionamento do mesmo na área da cocleostomia/janela redonda;
15. Inserção do eletrodo de forma lenta e contínua, em três minutos, através do orifício do enxerto;
16. Posicionamento do enxerto de músculo ao redor do eletrodo de forma a vedar a cocleostomia. Colocação de pó de osso, obliterando a timpanotomia posterior;
17. Posicionamento do eletrodo “terra” sob o retalho músculo-periosteal;
18. Fechamento, com uso de vicryl™ 3.0, nos planos do retalho de *Palva* e subcutâneo e nylon 4.0 no plano da pele;
19. Limpeza do paciente e curativo externo compressivo;
20. Impedanciometria e telemetria de resposta neural (NRT) e, ainda, uma radiografia na incidência transorbital para confirmar o correto posicionamento do eletrodo intracoclear.

Observação: Vale lembrar que esta técnica cirúrgica não foi criada nem desenvolvida pela nossa equipe. Adotamos tal metodologia com a experiência de nossa equipe adquirida em nossa formação em cursos, congressos e literatura médica específica.

DISCUSSÃO

A reabilitação auditiva por meio de tratamento cirúrgico (implante coclear) com preservação auditiva em pacientes com resíduo auditivos nas baixas frequências se torna uma nova opção terapêutica^{2,9-11}.

Eletródos na parede lateral são menos traumáticos do que os eletrodos pré-moldados e são preferidos por serem menos traumáticos e na preservação de resquícios auditivos³⁰.

O uso das medicações tópicas na orelha média, previamente à inserção do implante, embora controverso, é de preocupação justificada. Tanto o iodopovidine como o ciprofloxacino têm como objetivo garantir que todo campo operatório esteja estéril, de forma a reduzir ao máximo qualquer tipo de contaminação da orelha interna e, conseqüentemente, dano potencial as células ciliadas. O uso de corticosteroides, tanto na abordagem tópica sobre a janela redonda, quanto sistêmica, objetivam reduzir a resposta inflamatória intracoclear, minimizando o dano da mesma.

Há, na literatura, discussão sobre a ação tópica nas orelhas média e interna de fármacos desenvolvidos para uso parenteral³¹. Sabe-se que as membranas das janelas oval e, principalmente, da redonda são permeáveis a várias substâncias, porém, ainda é incerto se essa mudança de via de administração altera demasiadamente as características farmacodinâmicas desses medicamentos, a ponto de que, embora absorvidos para a orelha interna, ainda atuem da forma esperada^{32,33}. A formulação da medicação, a substância carreadora do medicamento através da membrana, a osmolaridade da solução, o tempo de ação/exposição da orelha interna com a medicação e outros fatores são fundamentais na penetração das substâncias na orelha interna através das membranas da orelha interna³¹.

Bird et al. demonstraram que a concentração na perilinfa coclear é ainda maior que a plasmática em dosagens de medicações de apresentação parenteral, como no caso de corticosteroides. Tais dosagens foram realizadas em meio intracocleares e no plasma sanguíneo, com doses equivalentes à dose utilizada em apresentação injetável^{34,35}.

O uso do ringer lactato na irrigação durante todo procedimento cirúrgico, especialmente a partir do início da mastoidectomia, é justificado pelo fato de sua composição ser mais semelhante à endolinfa, o que, teoricamente, também age na redução do trauma intracoclear.

A mínima manipulação da cadeia ossicular também é fundamental, devendo-se evitar qualquer tipo de desarticulação entre os ossículos, para manter o resíduo auditivo, uma vez que pode haver comprometimento da integridade da cadeia ossicular cursando com perda condutiva e comprometendo, portanto, a estimulação acústica. Além do mais, a simples vibração da cadeia ossicular pode ser transmitida à orelha interna, culminando em lesão coclear e, logo, perda sensorial e a não manutenção do resíduo auditivo^{2,10,18,21,29}.

A via de acesso para introdução de eletrodos, seja por cocleostomia ou via janela redonda, tem sido considerada por alguns autores um dos passos essenciais na diminuição do dano intracoclear²⁹. O broqueamento e a

exposição da orelha interna devem ser realizados delicadamente. No caso da cocleostomia, há potencial risco de lesão da orelha interna, uma vez que o broqueamento da área da cocleostomia, principalmente pela vibração causada no periósteo, pode causar uma injúria fluido-mediada. Também, na cocleostomia, pode haver dano direto tanto de partes moles (ligamento espiral, estria vascular, membrana basilar, órgão de Corti, membrana de Reissner ...) quanto de tecido ósseo (lâmina óssea espiral, modíolo, canal de Rosenthal ...). Na cocleostomia convencional, geralmente ocorre dano direto da estria vascular, o que já explica os piores resultados em se tratando de preservação auditiva. Tanto na cocleostomia quanto via janela redonda, a abertura do endósteo gerada permite a saída de perilinfã e, portanto, a perturbação da homeostase intracoclear (principalmente do gradiente eletroquímico), e possibilidade de trauma por sucção inadvertida²⁹.

Considerando o que foi citado, preconiza-se, hoje, a inserção do eletrodo via cocleostomia ântero-inferior à janela redonda ou diretamente através da mesma, pela maior certeza de acessar a rampa timpânica e pelo menor potencial de trauma coclear²⁹.

A inserção dos eletrodos deve ser lenta, contínua e numa velocidade constante. Uma inserção demasiadamente rápida cursa com lesão fluido-mediada. Deve-se ter cuidado para não introduzir contaminantes (sangue, pó de osso, secreções) para o compartimento intracoclear, que aumentariam a resposta inflamatória local. O eletrodo deve entrar de forma justa, porém sem resistência, e sempre com o cuidado de não aspirar a endolinfa. Sabe-se que após a inserção de cerca de 15mm do eletrodo, ocorre aumento exponencial da força necessária para a progressão do mesmo. Um fato que não deve ser omitido é a importância das características intrínsecas do eletrodo, ou seja, o material de que é feito (deve ser o mais inerte possível para minimizar a resposta inflamatória tipo corpo estranho), flexibilidade, características dos feixes internos, diâmetro, comprimento, entre outras²⁹.

O vedamento da cocleostomia é otimizado com uso do enxerto de fásia temporal, com a cautela de não ser demasiadamente grande para não interferir na mobilidade da cadeia ossicular e nem que o processo inflamatório resultante curse com alteração da homeostase da orelha média²⁹.

Todos os passos cirúrgicos foram idealizados na tentativa de preservar o resíduo auditivo, objetivando-se o menor dano coclear possível.

Apesar de muito se discutir sobre estimulação eletroacústica, é mínima a participação dessa modalidade terapêutica em nosso país. Nesse contexto, nosso serviço foi pioneiro, porém, essa realidade ainda é recente e o número de cirurgias realizadas ainda restrito. Deve-se ressaltar a dificuldade em se realizar uma cirurgia com preservação auditiva com a manipulação coclear.

CONCLUSÃO

Descrevemos a técnica utilizada para os implantes com EAS nos casos realizados em nosso serviço. Esta técnica difere da técnica convencional de implante coclear, principalmente por incluir passos que objetivam a preservação auditiva. A técnica cirúrgica é complexa e cheia de nuances que traduzem a dificuldade na sua adequada execução.

Acreditamos que o implante coclear associado à preservação auditiva traduz uma nova era na otologia e na reabilitação de pacientes com deficiência auditiva.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar nosso profundo agradecimento a todos os integrantes do grupo do implante coclear (fonoaudiologia, assistente social, psicóloga e funcionários). Gostaríamos, ainda, de agradecer a todos os nossos pacientes e os funcionários envolvidos no projeto da Otorrinolaringologia. À nossa disciplina de Otorrinolaringologia por nos permitir realizar nossos projetos.

REFERÊNCIAS

1. W Gstoettner, Helbig S, C Settevendemie, U Baumann, Wagenblast J, C Arnoldner. A new electrode for residual hearing preservation in cochlear implantation: first clinical results. *Acta Otolaryngol.* 2009;129(4):372-9.
2. Yoshioka M, Naganawa S, Sone M, Nakata S, Teranishi M, Nakashima T. Individual differences in the permeability of the round window: evaluating the movement of intratympanic gadolinium into the inner ear. *Otol Neurotol.* 2009;30(5):645-8.
3. Bird PA, Begg EJ, Zhang M, Keast AT, Murray DP, Balkany TJ. Intratympanic versus intravenous delivery of methylprednisolone to cochlear perilymph. *Otol Neurotol.* 2007;28(8):1124-30.
4. von Ilberg CA, Baumann U, Kiefer J, Tillein J, Adunka OF. Electric-acoustic stimulation of the auditory system: a review of the first decade. *Audiol Neurootol.* 2011;16 Suppl 2:1-30.
5. Schulze-Gattermann H, Illg A, Schoenermark M, Lenarz T, Lesinski-Schiedat A. Cost-benefit analysis of pediatric cochlear implantation: German experience. *Otol Neurotol.* 2002;23(5):674-81.
6. Guedes MC, Weber R, Gomez MV, Neto RV, Peralta CG, Bento RF. Influence of evoked compound action potential on speech perception in cochlear implant users. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2007;73(4):439-45.
7. Mesquita Neto O, Redondo MC, Carlos RC, Figueiredo MS, Lopes Filho OC. Auditory neuropathy: relevant aspects to clinical investigation. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2001;67(5):636-42.
8. Bernardes R, Bortoncello S, Christiani TV, Sartorato EL, Silva RC, Porto PR. Molecular investigation in children candidates and submitted to cochlear implantation. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2006;72(3):333-6.
9. Souza IP, Brito R, Bento RF, Gomez MV, Tsuji RK, Hausen-Pinna M. Speech perception in adolescents with pre-lingual hearing impairment with cochlear implants. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2011;77(2):153-7.
10. Lima Júnior LR, Rocha MD, Walsh PV, Antunes CA, Dias Ferreira Calhau CM. Evaluation by imaging methods of cochlear implant candidates: radiological and surgical correlation. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2008;74(3):395-400.
11. Podskarbi-Fayette R, Pilka A, Skarzynski H. Electric stimulation complements functional residual hearing in partial deafness. *Acta Otolaryngol.* 2010;130(8):888-96.
12. Turner CW, Gantz BJ, Karsten S, Fowler J, Reiss LA. Impact of hair cell preservation in cochlear implantation: combined electric and acoustic hearing. *Otol Neurotol.* 2010;31(8):1227-32.
13. James C, Albigger K, Battmer R, Burdo S, Deggouj N, Deguine O, et al. Preservation of residual hearing with cochlear implantation: how and why. *Acta Otolaryngol.* 2005;125(5):481-91.
14. Lee A, Jiang D, McLaren S, Nunn T, Demler JM, Tysome JR et al. Electric acoustic stimulation of the auditory system: experience and results of ten patients using MED-EL's M and FlexEAS electrodes. *Clin Otolaryngol.* 2010;35(3):190-7.
15. Gstoettner WK, van de Heyning P, O'Connor AF, Morera C, Sainz M, Vermeire K, et al. Electric acoustic stimulation of the auditory system: results of a multi-centre investigation. *Acta Otolaryngol.* 2008;128(9):968-75.
16. Aquino TJM, Oliveira JAA, Anselmo-Lima WT, Motonaga SM, Ferreres MCLC. Waardenburg's Syndrome and Hearing Loss - Clinical Implications and Genetic Counseling. *Braz J Otorhinolaryngol.* 1997;63(4):353-9.
17. Vilas Boas L, Muniz L, Caldas Neto SS, Gouveia MCL. Auditory processing performance in blind people. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2011;77(4):504-9.
18. Kiefer J, Pok M, Adunka O, Stürzebecher E, Baumgartner W, Schmidt M, et al. Combined electric and acoustic stimulation of the auditory system: results of a clinical study. *Audiol Neurootol.* 2005;10(3):134-44.
19. von Ilberg C, Kiefer J, Tillein J, Pfenningdorff T, Hartmann R, Stürzebecher E, et al. Electric-acoustic stimulation of the auditory system. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec.* 1999;61(6):334-40.
20. Helbig S, Van de Heyning P, Kiefer J, Baumann U, Kleine-Punte A, Brockmeier H, et al. Combined electric acoustic stimulation with the PULSARCI(100) implant system using the FLEX (EAS) electrode array. *Acta Otolaryngol.* 2011;131(6):585-95.
21. Dorman MF, Gifford RH. Combining acoustic and electric stimulation in the service of speech recognition. *Int J Audiol.* 2010;49(12):912-9.
22. Brockmeier SJ, Peterreins M, Lorens A, Vermeire K, Helbig S, Anderson I, et al. Music perception in electric acoustic stimulation users as assessed by the Mu.S.I.C. test. *Adv Otorhinolaryngol.* 2010;67:70-80.
23. Carlson ML, Driscoll CL, Gifford RH, Service GJ, Tombers NM, Hughes-Borst BJ, et al. Implications of minimizing trauma during conventional cochlear implantation. *Otol Neurotol.* 2011;32(6):962-8.
24. Briggs RJ, Tykocinski M, Lazsig R, Aschendorff A, Lenarz T, Stöver T, et al. Development and evaluation of the modiolar research array - multi-centre collaborative study in human temporal bones. *Cochlear Implants Int.* 2011;12(3):129-39.
25. Briggs RJ, Tykocinski M, Xu J, Risi F, Svehla M, Cowan R, et al. Comparison of round window and cochleostomy approaches with a prototype hearing preservation electrode. *Audiol Neurootol.* 2006;11 Suppl 1:42-8.
26. Lenarz T, Stover T, Buechner A, Paasche G, Briggs R, Risi F, et al. Temporal bone results and hearing preservation with a new straight electrode. *Audiol Neurootol.* 2006;11 Suppl 1:34-41.
27. Gantz BJ, Dunn CC, Walker EA, Kenworthy M, Van Voorst T, Tomblin B, et al. Bilateral cochlear implants in infants: a new approach - Nucleus Hybrid S12 project. *Otol Neurotol.* 2010;31(8):1300-9.
28. Arnoldner C, Helbig S, Wagenblast J, Baumgartner WD, Hamzavi JS, Riss D, et al. Electric acoustic stimulation in patients with postlingual severe high-frequency hearing loss: clinical experience. *Adv Otorhinolaryngol.* 2010;67:116-24.
29. Mueller J, Baumgartner WD, Godey B, Freijd A, Harris S, Helbig S, et al. The MED-EL SONATATI 100 cochlear implant: an evaluation of its safety in adults and children. *Acta Otolaryngol.* 2011;131(5):504-11.

-
30. Gstoettner W, Kiefer J, Baumgartner WD, Pok S, Peters S, Adunka O. Hearing preservation in cochlear implantation for electric acoustic stimulation. *Acta Otolaryngol.* 2004;124(4):348-52.
 31. Van de Heyning P, Kleine Punte A (eds): *Cochlear Implants and Hearing Preservation.* Adv Otorhinolaryngol. Basel, Karger, 2010, vol 67.
 32. MED-EL: <http://www.medel.com/int/show/index/id/141/title/Hearing-Preservation>. Acessado em 13 de julho de 2011.
 33. Mikulec AA, Hartsock JJ, Salt AN. Permeability of the round window membrane is influenced by the composition of applied drug solutions and by common surgical procedures. *Otol Neurotol.* 2008;29(7):1020-6.
 34. Plontke SK, Biegner T, Kammerer B, Delabar U, Salt AN. Dexamethasone concentration gradients along scala tympani after application to the round window membrane. *Otol Neurotol.* 2008;29(3):401-6.
 35. Bird PA, Murray DP, Zhang M, Begg EJ. Intratympanic versus intravenous delivery of dexamethasone and dexamethasone sodium phosphate to cochlear perilymph. *Otol Neurotol.* 2011;32(6):933-6.