

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Faculdade de Medicina

Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Cirúrgicas

**ANÁLISE COMPARATIVA DE DUAS TÉCNICAS DE IMPLANTE
COCLEAR: ESTUDO DE COORTE COM RESULTADOS EM
LONGO PRAZO**

MICHELLE LAVINSKY WOLFF

Orientador: Prof. Luiz Lavinsky

Dissertação de Mestrado

2008

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Faculdade de Medicina

Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Cirúrgicas

**ANÁLISE COMPARATIVA DE DUAS TÉCNICAS DE IMPLANTE
COCLEAR: ESTUDO DE COORTE COM RESULTADOS EM
LONGO PRAZO**

MICHELLE LAVINSKY WOLFF

Orientador: Prof. Luiz Lavinsky

Dissertação de Mestrado

2008

AGRADECIMENTOS

Ao meu amor, Fernando,

Pelo apoio incondicional em todos os momentos. Obrigado por existires na minha vida e fazer com que ela seja muito mais feliz.

Aos meus pais, orientadores de minha vida e de seus caminhos, obrigado pelos exemplos que fazem de mim hoje a pessoa que sou.

Aos meus avós, que muito se orgulham, ou se orgulhariam, do crescimento pessoal e profissional de seus “frutos”. Obrigado por semear entre nós os valores que nos direcionam, e direcionarão as futuras gerações.

A meus irmãos, companheiros de sempre, obrigado pelo incentivo mais uma vez.

Aos meus sogros, cunhados e sobrinhos, pelo apoio nessa trajetória.

Ao meu orientador, pelo profissionalismo e dedicação que fizeram desta uma oportunidade única de amadurecimento e crescimento. Exemplo de professor, pesquisador e médico, obrigado pelo incentivo e estímulo diário.

Aos profissionais do Programa de Atendimento ao Surdo Severo e Profundo (PASP) do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, serviço de excelência que vem trabalhando com qualidade e compromisso para transformar o sonho de pacientes em realidade. Agradeço pela sua organização exemplar, armazenamento de dados sistemático, acompanhamento em longo prazo dos pacientes o que possibilitou a realização do presente estudo.

Às fonoaudiólogas do PASP, Luciana B. Cigana, Maria Elza Dorfman, Pricila Sleifer e Suzana Campos de A. Piccoli, agradeço o empenho e profissionalismo dedicado ao atendimento dos surdos severos e profundos do HCPA, e a especial atenção dedicada à avaliação auditiva dos pacientes envolvidos na presente dissertação.

Ao Professor Celso Dall’igna, pelo incentivo na realização do estudo e pela participação na discussão do projeto e de seus resultados.

Ao Dr. Ênio Setogutti, agradeço por dividir conosco seus consistentes conhecimentos em radiologia, que foram fundamentais para a concretização desse estudo.

À acadêmica de medicina Manoela Chitolina Villetti, bolsista de pesquisa do CNPq, pelo empenho na coleta e armazenamento dos dados.

Aos médicos residentes do Serviço de Otorrinolaringologia do HCPA que participam do atendimento do PASP e sempre foram disponíveis no auxílio dessa pesquisa.

Aos pacientes do grupo de implante coclear do Serviço de Otorrinolaringologia do HCPA, que pelo interesse em contribuir com o conhecimento nessa área, concordaram em participar do estudo.

Agradeço também, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio financeiro a esta pesquisa.

SUMÁRIO

1	LISTA DE ABREVIATURAS.....	8
2	LISTA DE TABELAS.....	10
3	LISTA DE FIGURAS.....	11
4	INTRODUÇÃO.....	12
5	REVISÃO DA LITERATURA.....	14
	5.1 Implante coclear: evolução e abordagem por mastoidectomia e timpanotomia posterior (AMTP).....	14
	5.2 Implante coclear: técnicas cirúrgicas alternativas.....	15
	5.2.1 Implante coclear via fossa média.....	16
	5.2.2 Implante coclear via suprameatal.....	18
	5.2.3 Operação de Veria.....	19
	5.2.4 Técnica de inserção de eletrodos pericanal.....	20
	5.2.5 Timpanotomia exploratória como parte do IC.....	21
	5.2.6 Implante coclear percutâneo.....	22
	5.2.7 Técnica de acesso combinado ao implante coclear.....	23
	5.3 Complicações relacionadas à cirurgia de implante coclear.....	25
	5.3.1 Incidência de complicações maiores em grandes séries de casos.....	26
	5.3.2 Perda da integridade do retalho cutâneo.....	27
	5.3.3 Paralisia facial.....	28
	5.3.4 Complicações intracranianas.....	28
	5.3.5 Migração dos eletrodos.....	28

5.4	Desempenho em longo prazo de indivíduos submetidos à cirurgia de implante coclear (IC)	30
5.4.1	Resultados da cirurgia de IC em crianças com surdez pré-lingual.....	30
5.4.2	Resultados da cirurgia de IC em indivíduos com surdez pós-lingual.....	32
5.5	Preservação da audição residual	33
5.5.1	Estimulação eletro-acústica.....	33
5.5.2	Técnicas cirúrgicas para conservação da audição residual (“ <i>Soft surgery protocol</i> ”).....	35
5.5.3	Desenvolvimento de eletrodos para a conservação da audição residual.....	36
5.5.4	Resultados relativos à conservação da audição residual.....	38
5.6	Referências da revisão da literatura	39
6	JUSTIFICATIVA DO ESTUDO	45
7	OBJETIVOS GERAIS	46
8	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	46
9	ARTIGOS EM LÍNGUA INGLESA	47
9.1	“ Combined approach technique to cochlear implant surgery: Experience with 50 cases”.....	47
9.2	“ Comparative analysis of two approaches in cochlear implant surgery: Long-term results of a cohort study”.....	62
10	VERSÃO DOS ARTIGOS EM LÍNGUA PORTUGUESA	
10.1	“Técnica de acesso combinado ao implante coclear: experiência em 50 casos”.....	86

10.2 “Análise comparativa de duas técnicas de implante coclear: estudo de
coorte com resultados em longo prazo”.....101

1 LISTA DE ABREVIATURAS

AASI – Aparelhos de amplificação sonora individual

AMTP – Abordagem por mastoidectomia e timpanotomia posterior

AR – Audição residual

ASM – Acesso suprameatal

CAE – Conduto auditivo externo

CAT – *Combined approach technique*

CI – *Cochlear implant*

dB - Decibel

EEA – Estimulação eletro-acústica

fmax – Resposta na saída máxima do audiômetro em uma determinada frequência

HCPA – Hospital de Clínicas de Porto Alegre

Hz – Hertz

IC – Implante coclear

MPTA – *Mastoidectomy-posterior tympanotomy approach*

MTP – Média dos tons puros

PTA – *Pure tone average*

SPSS - *Statistical Package for the Social Sciences*

TAC – Técnica de acesso combinado

TC – Tomografia computadorizada

Δ – Delta

2 LISTA DE TABELAS

2.1 Tabelas da Revisão da literatura

Tabela 1. Incidência de complicações maiores e menores em diferentes estudos.

2.2 Tabelas do segundo artigo

Tabela 1. Características de 75 pacientes submetidos a duas abordagens para cirurgia de implante coclear.

Tabela 2. Etiologia da perda auditiva de 75 pacientes submetidos à cirurgia de implante coclear.

Tabela 3. Complicações em 75 pacientes submetidos à cirurgia de implante coclear de acordo com a abordagem cirúrgica.

Tabela 4. Média de limiares audiométricos pós-operatórios com implante coclear de acordo com a abordagem cirúrgica.

Tabela 5. Média da diferença dos limiares pré e pós-operatórios de audição residual de acordo com a abordagem cirúrgica.

3 LISTA DE FIGURAS

3.1 Figuras referentes ao primeiro artigo (“*Combined approach technique to cochlear implant surgery: Experience with 50 cases*”)

Figura 1. Fotografia demonstrando a ampla exposição e visão direta das estruturas da orelha media, obtida através da abordagem transcanal.

Figura 2. Fotografia da pequena timpanotomia posterior com exposição da articulação incudoestapediana.

Figura 3. Fotografia da cocleostomia transcanal.

3.2 Figuras referentes ao segundo artigo (“*Comparative analysis of two approaches in cochlear implant surgery: Long-term results of a cohort study*”)

Figura 1: Radiografia simples de mastóide demonstrando um caso migração severa, com 14 eletrodos posicionados fora da cóclea. A seta aponta para o local em que feixe de eletrodos atravessa a cápsula ótica, a partir do qual o número de eletrodos fora da cóclea é contado.

4 INTRODUÇÃO

A Organização Mundial da Saúde estima que cerca de 10% da população mundial apresenta algum grau de surdez. No Brasil, são cerca de 15 milhões de indivíduos acometidos e, desses, 350 mil têm surdez considerada severa ou profunda¹.

O implante coclear (IC) é uma opção terapêutica para indivíduos com surdez severa e profunda nos quais não se observa benefício clínico satisfatório com o uso de aparelhos de amplificação sonora individual (AASI). Idealmente reserva-se essa alternativa para: (1) crianças com surdez congênita severa a profunda, nos primeiros anos de vida; (2) adultos com surdez pós-lingual e com tempo de privação auditiva reduzido²⁻⁵.

O IC é a primeira integração bem sucedida entre uma prótese manufaturada e funções neurais do cérebro humano. Um processador, usado externamente, distribui sinais elétricos para a orelha interna com frequência e amplitude específicas tonotopicamente a fim de estimular diretamente as fibras remanescentes do nervo auditivo^{6, 7}. Esse recurso tem habilitado indivíduos com surdez pré e pós-linguais à compreensão da fala e da linguagem^{2-4, 7}. As avaliações em longo prazo revelam que os resultados clínicos tendem a se aprimorar com o passar dos anos⁸. Frente aos resultados de reabilitação auditiva em surdos profundos, o número de cirurgias tem aumentado, e mais de 100 000 indivíduos em todo o mundo já foram submetidos ao IC⁹.

A busca constante de melhores resultados tem levado à valorização não somente da compreensão da fala, mas também de sua compreensão em ambientes ruidosos, na apreciação de músicas e na detecção de tons específicos^{6, 7}. Com esse fim, observa-se um permanente esforço para avaliação e incorporação de novas tecnologias com o objetivo de alcançar incrementos ao resultado funcional dos pacientes implantados.

Atualmente, resultados de estudos com longo prazo de seguimento ^{4,8} têm sido publicados, o que deve permitir a avaliação da segurança e da eficácia das tecnologias e técnicas cirúrgicas utilizadas nas últimas décadas.

Considerando a magnitude do tema da surdez profunda no mundo, os resultados favoráveis atribuídos à cirurgia de IC, a constante evolução dos equipamentos e, finalmente, a possibilidade de avaliação dos resultados em longo prazo, estudos com maior rigor metodológicos se fazem necessários. É neste contexto que a presente dissertação se desenvolve. O enfoque principal desta investigação é o de contribuir na simplificação da técnica cirúrgica do IC. Para tal, apresentamos uma nova variação da abordagem cirúrgica clássica, a Técnica de acesso combinado (TAC). Tendo em vista a escassez de evidências científicas nessa área, desenvolvemos um dos únicos estudos comparados avaliando duas técnicas de abordagens cirúrgicas ao IC. Desfechos de relevância clínica tais como segurança, eficácia e preservação da audição residual em pacientes implantados com as técnicas cirúrgicas em questão são estudados em longo prazo, a fim de contribuir de forma consistente ao tema.

5 REVISÃO DA LITERATURA

5.1 Implante coclear: evolução e abordagem por mastoidectomia e timpanotomia posterior (AMTP)

Os conceitos de implante coclear (IC) e estimulação elétrica da orelha interna foram lançados inicialmente em 1957 por Djourno e Eyerès ^{apud 10}. Em 1976, William House ¹⁰, em seu artigo sobre o histórico da cirurgia de IC, relata que, ao receber de um paciente um artigo de jornal com relatos otimistas dos estudos de Djourno e Eyerès, reagiu inicialmente com dúvida sobre a segurança da inserção de qualquer dispositivo na orelha interna. Entretanto, a possibilidade do tratamento com IC para indivíduos com surdez profunda pareceu-lhe uma perspectiva revolucionária e inovadora. Segundo o mesmo autor ¹¹, o IC contribuiu para o desenvolvimento de técnicas microcirúrgicas para a cirurgia otológica. Em 1957, a abordagem mastoidéica ao recesso facial foi desenvolvida, proporcionando um acesso cirúrgico claro à janela redonda ¹¹.

O desenvolvimento da técnica cirúrgica para o IC foi baseado na abordagem do recesso do facial com parede intacta desenvolvida também por House, no final dos anos 1950 e início dos anos 1960, para tratamento da otite crônica ¹¹. A técnica cirúrgica clássica (AMTP) ¹¹, considerada até os dias de hoje como técnica padrão para o IC, consiste em ampla incisão retroauricular e mastoidectomia com aticotomia que permita a visualização da bigorna. A timpanotomia posterior ampla é realizada para a abertura do recesso do facial, preservando sempre que possível o nervo corda do tímpano. Aberto o recesso facial, o lábio da janela redonda é geralmente visível. A inserção dos eletrodos na escala timpânica é realizada através da cocleostomia e da timpanotomia

posterior. Extrema prudência está indicada no uso da broca quando da passagem, através do recesso facial, até a janela redonda para a realização da cocleostomia, já que manobras inadvertidas podem resultar em lesão do nervo facial. Grandes nomes da otologia como William House, refere esta preocupação em um de seus artigos *“Em uma ocasião, eu deixei a broca atingir o bordo anterior do recesso facial e pressionar o nervo facial. Felizmente, o nervo não foi exposto e não houve dano; mas isso me assustou e me alertou para ser mais cuidadoso”* ¹¹.

A AMTP prevê a exposição da orelha média através de um espaço entre a corda do tímpano e o segmento vertical do nervo facial, que pode ser estreito, especialmente quando o nervo facial está localizado anteriormente ou quando o recesso não está ainda bem desenvolvido. O trabalho nesse estreito espaço pode gerar dificuldades, especialmente em casos de cócleas malformadas ou ossificadas ¹².

Kiratzidis et al ^{13, 14} consideram a AMTP trabalhosa e muitas vezes arriscada. A visibilidade e o acesso restrito limitam a possibilidade de inspeção segura da anatomia. Além disso, a mastoidectomia leva à remoção de osso provocando mudanças na anatomia no sistema de aeração da orelha média.

Apesar de essa ser ainda a técnica mais usada, e a mais com maior experiência descrita na literatura ¹², sua complexidade e potenciais complicações vem estimulando o desenvolvimento de técnicas alternativas, com o objetivo de facilitar a via de acesso para a realização do IC.

5.2 Implante coclear: técnicas cirúrgicas alternativas

Os autores ¹²⁻²⁶ que se dedicaram a desenvolver técnicas alternativas argumentam que a abordagem clássica através do recesso do facial (AMTP) utiliza uma

via de acesso estreita e inclinada, que dificulta o acesso à cocleostomia. Sendo assim, tentam desenvolver maneiras de distanciar a manipulação cirúrgica dos nervos facial e corda do tímpano e com isso, reduzir o risco de lesão dessas estruturas.

Algumas técnicas propõem a cirurgia sem mastoidectomia^{13-16, 18, 26}, criando diferentes caminhos para a passagem dos eletrodos até a cocleostomia. O acesso transcanal para a execução da cocleostomia é o eleito por alguns autores^{21, 24, 25}. Mais recentemente, também o acesso percutâneo vem sendo explorado²².

As principais técnicas alternativas de implante coclear que vêm sendo descritas, bem como as experiências relatadas com o seu uso são detalhadas a seguir.

5.2.1 Implante coclear via fossa média

Colletti et al¹⁵ desenvolveram a técnica de IC através da fossa média em pacientes com otite média crônica e mastoidectomia radical prévia, motivados pelas dificuldades e potenciais complicações previstas na inserção de eletrodos pela via de acesso transmastoidéia nesses pacientes. Em 1998, os autores¹⁵ publicaram a experiência com essa via de acesso em dois pacientes com surdez profunda, otite média crônica e mastoidectomia prévia. A técnica descrita consiste em uma pequena craniotomia temporal e a confecção de uma janela óssea de cerca de 3 cm² sobre o conduto auditivo externo. Procede-se à dissecação e à elevação da dura-máter do assoalho da fossa média. Identifica-se o nervo petroso superficial maior e a eminência *arquata*, e inicia-se o broqueamento no triângulo ósseo, localizado entre o nervo petroso superficial maior e a projeção da porção labiríntica do nervo facial. Visualiza-se a espira basal da cóclea em sua face voltada para a fossa média. Uma cocleostomia medindo 1,5 mm de diâmetro é realizada na porção mais superficial da espira basal, e os eletrodos são inseridos até o ápice da cóclea, atingindo as espiras média e apical.

Estes autores ¹⁵ defendem a importância da introdução dos eletrodos nas espiras média e apical para a obtenção de melhor desempenho audiológico pós-operatório IC².

Em série de casos publicada em 2000 ¹⁶, foi relatada a experiência com outros nove casos sem doença crônica, comparando-os com um grupo de pacientes com surdez pós-lingual operados com a técnica transmastoidéia tradicional. A metodologia do artigo não detalha como foi feita a seleção dos pacientes usados como controles, nem mesmo se foi uma série contemporânea ou retrospectiva de pacientes. Os pacientes foram acompanhados por um período que variou de um a nove meses, durante o qual testes de identificação, reconhecimento de palavras e compreensão de sentenças foram aferidos. Todos os indivíduos estudados apresentaram melhora progressiva no reconhecimento de fala com o passar do tempo.

Sugerem os autores que os pacientes submetidos à técnica via fossa média atingiram melhores resultados auditivos em menor período de tempo do que os pacientes submetidos a AMTP, apontando-se como principais vantagens dessa técnica a inserção dos eletrodos em porções mais apicais da cóclea. Usando a via subtemporal extradural, pode-se realizar a inserção dos eletrodos na porção da espira basal da cóclea em direção a espira apical de maneira muito próxima ao modíolo. Com isso, haveria estimulação de maior número de fibras nervosas do que a observada na técnica transmastoidéia tradicional, com melhora no desempenho de percepção da fala e estimulação de áreas neurais responsáveis pela transmissão de frequências baixas e médias, o que melhoraria a discriminação de fala ¹⁶.

A presença de doença crônica na orelha média ou cavidade de mastoidectomia radical é a maior indicação dessa técnica, pois permite o posicionamento dos eletrodos distante de qualquer contaminação do ambiente que possa ocorrer através da passagem pela orelha média. Além disso, indivíduos com ossificação total ou parcial do lúmen da

espira basal podem se beneficiar desse acesso, já que permite que o cirurgião ultrapasse a orelha média e a porção proximal da espira basal da cóclea^{15, 16}. Entretanto, o número de pacientes submetidos a essa técnica ainda é restrito e o seguimento é limitado para a adequada avaliação de sua viabilidade de execução, eficácia e segurança, principalmente relacionada a potenciais complicações neurocirúrgicas.

5.2.2 Implante coclear via suprameatal

Em 1999, Kronenberg et al^{12, 17, 18} desenvolveram um acesso alternativo à AMTP com objetivo de simplificar o procedimento e evitar dano aos nervos facial e corda do tímpano. O acesso suprameatal (ASM) tem como característica central a não realização de mastoidectomia.

A técnica ASM inicia pela realização de um retalho tímpano-meatal para exposição da orelha média. Um entalhe é confeccionado em direção à parede do ático póstero-superiormente ao corda do tímpano e lateralmente ao corpo da bigorna, protegendo o nervo facial que se encontra medial à bigorna. Um túnel é confeccionado na região suprameatal na posição equivalente uma hora no relógio, póstero-superiormente ao meato auditivo externo, seguindo medialmente em uma direção oblíqua de póstero-superior para ântero-inferior e terminando no entalhe previamente confeccionado na parede do ático. O túnel é criado na posição inferior à dura-máter, mantendo uma distância média de 12 mm no adulto e 7 mm em crianças, com um diâmetro que varia de 2 a 2,5 mm. A cocleostomia é realizada, o ligamento espiral é então incisado. Os eletrodos são inseridos através do túnel suprameatal até a cocleostomia. O implante é posicionado em um rebaixamento realizado na cortical da mastóide, e mantido sob uma bolsa posterior do músculo temporal. O eletrodo terra é

também mantido sob o músculo temporal, em uma bolsa anterior. O retalho tímpano-meatal é reposicionado e fixado com pequenas peças de gelfoam^{12, 17, 18}.

Entre as vantagens da técnica ASM está a realização da cocleostomia e a inserção dos eletrodos através do conduto auditivo externo (CAE) após a confecção de um retalho tímpano-meatal, o que possibilita uma ampla exposição da orelha média e do promontório. A exclusão da mastoidectomia na ASM implica em redução do trabalho com broca e conseqüente redução do tempo cirúrgico, além de melhores resultados estéticos devido à ausência de defeitos ósseos retroauriculares^{12, 17, 18}.

Os autores realizaram cerca de 300 implantes cocleares usando essa técnica desde 1999¹², relatando bons resultados. Recentemente, a técnica foi reproduzida em 45 crianças chinesas¹⁹, tendo demonstrado reprodutibilidade e segurança nessa população.

Ainda assim, uma importante contra-indicação para o uso desta técnica ocorre em casos de indivíduos com *tegmen* timpânico baixo, já que o espaço para o túnel destinado ao feixe de eletrodos torna-se restrito e insuficiente. Tendo em vista que essa é uma situação comum em crianças, população-alvo da cirurgia de IC, o uso dessa técnica fica muitas vezes limitado.

5.2.3 Operação de Veria

A operação de Veria^{13,14} é outra técnica alternativa para o IC que também dispensa a mastoidectomia. Utiliza-se um acesso endoaural, para exposição das estruturas da orelha média e para a cocleostomia, e um túnel através da parede pósterosuperior do CAE para acomodar os eletrodos.

Nesta técnica, há a preservação de cerca de cinco milímetros do córtex do CAE, criando uma ponte óssea. Para essa técnica, foi desenvolvido um sistema de brocas

especiais, que permitem um maior controle da profundidade e da direção do trabalho^{13,14}. Os autores descrevem a experiência em uma série de 101 casos, com seguimento que variou de seis meses a sete anos¹⁴. Houve complicações descritas em dois casos. No primeiro, ocorreu a inserção retrógrada do eletrodo para o vestíbulo e daí para o canal semicircular posterior. No segundo, o retalho teve de ser corrigido cirurgicamente após três meses, devido a sua espessura excessiva. Não são descritos os resultados clínicos funcionais com o uso da técnica nessa série de casos.

As principais vantagens da técnica proposta por este grupo de autores seriam a ampla visibilidade e acessibilidade à orelha média. A ausência de mastoidectomia permite a manutenção do osso saudável e do sistema de aeração da mastóide. O acesso permite maior facilidade de manejo em casos de malformações cocleares e mastóides não favoráveis. Os autores também preconizam ser a Operação de Veria uma técnica segura, simples e com curva de aprendizado rápida¹⁴.

A principal desvantagem dessa técnica está na realização do túnel no CAE sem visualização direta dos referenciais anatômicos mastoideos, devido à ausência de mastoidectomia. A confecção do túnel no CAE pode, portanto, proporcionar risco à integridade do nervo facial e do seio lateral, em casos de seio lateral procidente.

5.2.4 Técnica de inserção de eletrodos pericanal

Trata-se de outra técnica de IC sem mastoidectomia, descrita por Hausler em 2002²⁰. A cirurgia inicia com incisão retroauricular e exposição do plano mastoideo. A pele do CAE é elevada, juntamente com os quadrantes posteriores da membrana timpânica. A cocleostomia é realizada através do CAE, anteriormente à janela redonda. Um túnel vertical de cerca de 2 mm de diâmetro é realizado na região pósterio-superior do osso do CAE e conectado com a superfície óssea retroauricular. O leito para o

posicionamento do implante é semelhante ao da técnica AMTP. Os eletrodos são passados através do túnel e da abertura no CAE até a cavidade timpânica, abaixo do nervo corda do tímpano, entre o cabo do martelo e o processo longo da bigorna, e inserido através da cocleostomia na escala timpânica. Uma pequena quantidade de cimento é usada para fixar os eletrodos e cobrir o defeito no CAE.

O autor descreve a sua experiência com o uso da técnica em 15 pacientes ²⁰. Todos os casos foram de fácil execução, não tendo ocorrido complicações cirúrgicas, infecções ou extrusão de eletrodos durante o período pós-operatório em um seguimento de seis meses a dois anos. As principais vantagens do método, assim como outras técnicas sem mastoidectomia, seriam o menor risco de lesão do nervo facial e a redução do tempo cirúrgico. A possibilidade de infecção do CAE, com lesão de pele e conseqüente extrusão dos eletrodos, assim como a experiência limitada a um pequeno número de pacientes, são fatores que não estimulam o uso dessa técnica por outros grupos.

5.2.5 Timpanotomia exploratória como parte do IC

Em 2003, Goycoolea et al. ²¹ propuseram a realização da timpanotomia exploratória como parte da cirurgia de IC, com objetivo facilitar a abordagem dos casos com anormalidade anatômica. Nesses pacientes, torna-se necessário uma melhor exposição da orelha média para o adequado posicionamento dos eletrodos.

O mesmo acesso de uma estapedectomia é obtido, expondo um pouco mais a janela redonda, se necessário. Cureta-se o lábio dessa janela, expondo a sua membrana que, a seguir, é aberta. A permeabilidade da cóclea é explorada em casos duvidosos. Se a espira basal estiver ossificada, 5-8 mm de broqueamento é suficiente para que o seu lúmen seja encontrado. Se a cóclea se mantiver ossificada e sem patência, um canal é

esculpido em torno do modíolo. Uma vez que este passo inicial esteja completo, uma lâmina de gelfoam é usada para cobrir a janela oval e o restante da cirurgia tem andamento.

Os autores²¹ propõem a realização de uma antrostomia ampliada e a abertura do recesso do facial mantendo a visualização da orelha média, o que torna a sua exposição mais simples e evita uma mastoidectomia ampla. No restante, a técnica mantém o mesmo padrão usado tradicionalmente na AMTP.

A experiência com essa técnica foi descrita em 14 pacientes com anormalidades anatômicas (oito com diferentes graus de ossificação secundária a meningite, dois com otoesclerose e ossificação da janela redonda, um com hipoplasia coclear e três com deformidades de Mondini). Os autores consideram a técnica especialmente útil em casos de ossificação coclear, pois a timpanotomia exploratória é capaz de determinar a permeabilidade coclear e a possibilidade de inserção completa dos eletrodos.

5.2.6 Implante Coclear Percutâneo

Labadie et al publicaram em 2008²² a validação clínica de uma nova alternativa ao IC : a cirurgia percutânea. Os autores testaram em quatro pacientes (cinco orelhas) os passos da cirurgia e avaliaram a segurança do planejamento do IC coclear por essa via considerando a preservação do nervo facial e corda do tímpano.

A técnica consiste na colocação de implantes ósseos âncoras, posicionados na mastóide sob anestesia local. Logo após, o paciente é submetido a tomografia computadorizada (TC). Com base nos cortes tomográficos, um *software* é utilizado para planejar a via de acesso à cocleostomia partindo do córtex lateral da mastóide, atravessando o recesso facial e chegando até a espira basal da cóclea . A partir daí, são

feitas guias para o broqueamento, que direcionam a cirurgia para a direção planejada anteriormente.

Nesses quatro pacientes, os autores realizaram o acesso tradicional (AMTP) ao IC e , após a abertura do recesso facial, as guias pré-fabricadas foram posicionadas para testar se, iriam terminar no local planejado sem lesão de estruturas nobres, caso fossem usadas. Todas as guias planejadas, se usadas, atravessariam o recesso facial e alcançariam a espira basal da cóclea.

Essa técnica ainda é considerada experimental, já que não há relatos na literatura do seu uso para a cirurgia de IC até o momento.

5.2.7 Técnica de acesso combinado ao implante coclear

Em 2006, Lavinsky et al ^{24, 25} descreveram a técnica de acesso combinado (TAC) ao implante coclear, uma via de acesso alternativa ao IC, e a experiência com o seu uso em 36 pacientes.

A idealização da via de acesso decorreu da dificuldade imposta pelo caso de uma paciente que apresentava calcificação parcial da espira basal da cóclea, situação que exigia encontrar uma forma mais adequada para acesso aos quadrantes anteriores da parede medial da orelha média, o que não seria alcançado satisfatoriamente pela AMTP, usada até então.

A técnica consiste em acesso retroauricular e exposição da orelha média através de um retalho tímpano-meatal. As estruturas da orelha média são identificadas por via transcanal para posterior cocleostomia pela mesma via. O acesso retroauricular é usado para a mastoidectomia e timpanotomia posterior. A timpanotomia posterior é realizada de maneira conservadora, criando um espaço restrito, mas suficiente para a passagem dos eletrodos. A abertura do recesso facial não precisa ser ampla como na técnica

AMTP, na qual a cocleostomia é feita por essa via. A cocleostomia é realizada é realizada em dois estágios. Em um primeiro momento, é realizada no promontório em posição ântero-inferior à janela oval, até a visualização da membrana do ligamento espiral, sem penetração neste para evitar entrada de sangue e debris na cóclea durante os passos seguintes da cirurgia.

As principais vantagens dessa abordagem são ^{24, 25}:

- Por via transcanal, obtém-se um campo cirúrgico amplo, o que facilita alcançar regiões mais anteriores da caixa timpânica. O acesso deixa de ocorrer através de uma fenda estreita, com limites muito precisos (nervo facial e corda do tímpano), condição em que a tentativa de ampliação do espaço determina risco de lesão destas estruturas com conseqüências relevantes. Além disso, tem-se um direcionamento confortável da broca dispensando o uso de uma angulação que, muitas vezes, conforme o local de eleição para a cocleostomia, se torna proibitiva. Ainda deve-se destacar o fato de que a técnica permite alcançar-se a visão da janela redonda com facilidade, o que torna precisa a identificação do local da cocleostomia. A remoção do endóstio para acessar a escala timpânica da cóclea também é muito precisa e, por conseguinte, acredita-se, menos traumática para a orelha interna.

- A abordagem do recesso facial torna-se mais segura, já que uma mínima timpanotomia posterior é executada, mantendo-se uma distância maior do nervo facial. Com isso, os riscos de complicações relacionadas ao nervo, como trauma, aquecimento e/ou estimulação elétrica pós-operatória estariam diminuídos. Dessa forma, esse tempo cirúrgico torna-se menor e mais seguro, com curva de aprendizado mais rápida.

- Esse acesso permite uma cocleostomia de fácil execução, com visão direta da introdução dos eletrodos e tamponamento da cocleostomia. O tamponamento da cocleostomia com tecido conectivo é rigoroso. A timpanotomia posterior pequena

também é tamponada com tecido conectivo e pó de osso, conferindo maior estabilidade ao feixe de eletrodos.

- Após a fixação da unidade interna e a manipulação das estruturas retroauriculares, o acesso permite controlar o posicionamento dos eletrodos, e verificar se não houve deslocamento em função da manipulação.

Em todos os trinta e seis casos estudados²⁵, a técnica foi viável e bem sucedida.

5.3 Complicações relacionadas à cirurgia de implante coclear

A cirurgia de IC é considerada um procedimento seguro, que pode propiciar uma solução para indivíduos com perda auditiva severa a profunda com benefício limitado com o uso de aparelho de amplificação sonora individual (AASI)²⁷. Entretanto, complicações podem ocorrer no período pós-operatório precoce (nos primeiros três meses) ou tardio (após três meses ou mais).

As complicações da cirurgia de IC podem ser divididas em complicações maiores e menores^{28, 29}. As maiores referem-se àquelas que necessitam de intervenção cirúrgica para reparo ou causam um grave dano à saúde do paciente. Incluem problemas graves relacionados à ferida operatória e ao retalho, à extrusão do implante, à sepse, ao dano ao nervo facial, à estimulação do nervo facial, à falha do equipamento, ao posicionamento incorreto dos eletrodos, ao colesteatoma, à fistula perilinfática e à meningite. As complicações menores são aquelas que costumam provocar sintomas com resolução espontânea ou que necessitam de tratamento conservador^{28, 29}. Dentre as complicações menores estão infecção da ferida operatória, hematoma, edema facial, zumbido, tontura, distúrbio da gustação, infecção e paralisia facial transitória, defeito da membrana timpânica, infecção da orelha média e mastóide^{27, 30, 31}.

5.3.1 Incidência de complicações maiores em grandes séries de casos

Diversas séries de casos^{9, 32-36}, relatam a incidência de complicações, ao longo das últimas décadas, em diferentes centros. A incidência de complicações maiores varia na literatura entre 2% e 5%, enquanto as complicações menores variaram de 4% a 25%. A incidência de complicações nas principais séries de casos estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 Incidência de complicações maiores e menores em diferentes estudos.

<i>Estudo</i>	<i>n</i>	<i>Complicações maiores (%)</i>	<i>Complicações menores (%)</i>
Arnolder, 2005 ³²	342	4,9	4,0
Kim C, 2008 ⁹	720	4,2	3,7
Bahthia K, 2004 ³³	300	2,3	16,0
Green KMJ, 2004 ³⁴	240	6,2	25,4
Stratigouleas ED, 2006 ³⁵	176	3,9	8,5
Ovesen T, 2008 ³⁶	313	4,5	11,2

Kim et al⁹, em série de casos publicada em 2008 envolvendo 720 pacientes, identificaram a falha do IC como a complicação maior mais freqüente, descrita em 12 pacientes. Outras complicações maiores observadas foram: eletrodos mal posicionados ($n = 4$), hematoma ($n = 3$), necrose do retalho ($n = 3$), deslocamento do ímã ($n = 2$), estimulação do nervo facial ($n = 2$), ceratose obliterante do canal auditivo externo ($n = 1$) e paralisia facial imediata ($n = 1$). As complicações menores (37/720), resolvidas com tratamento conservador ou mínima intervenção, foram vertigem temporária ($n =$

17), contratura da musculatura facial ($n = 11$), hematoma ($n = 4$), enfisema subcutâneo ($n = 3$), paralisia facial temporária ($n = 2$).

Em 2005, Goycoolea et al ³⁷ descreveram a experiência latino-americana com a cirurgia de IC. Através de questionários enviados aos 41 centros de dez países latino-americanos que realizam esse procedimento, reuniram a experiência referente a 3773 casos latino-americanos. Dentre as complicações descritas, a migração (deslocamento do IC) ocorreu em 13 casos (0,35%) e esteve associada com os implantes de cerâmica (Clarion[®], MED-EI[®], 3M[®]) ($P=0,01$). Extrusão, exteriorização do IC após perda da integridade da pele, ocorreu em 15 casos (0,4%), a maioria associada ao uso de implantes grandes (Clarion[®], MED-EI[®], Nucleus[®] 22). Falha do implante secundária a trauma ocorreu em 48 casos (0,48%), enquanto a falha espontânea ocorreu em 86 casos, 74 (5,72%) entre 1293 implantes de cerâmica e 11 (0,45%) entre 2418 implantes *soft* (Nucleus[®]) ($P = 0,0001$). Inflamação da pele pelo imã ocorreu em 35 casos (0,9%), a maioria relacionada com os implantes *soft* ($P = 0,001$). Infecção ocorreu em 26 casos (0,7%), sem relação com o tipo de implante.

5.3.2 Perda da integridade do retalho cutâneo

Em uma série de 371 pacientes implantados em um intervalo de 10 anos ³⁸, cinco (1,3%) apresentaram perda da integridade tardia do retalho cutâneo. Mesmo sendo relativamente rara, essa é uma complicação considerada significativa, já que é uma causa de extrusão da unidade interna e reimplante. As causas para falhas tardias no retalho ainda não são conhecidas, mas acredita-se que a infecção local exerça um papel importante no processo.

5.3.3 Paralisia facial

A incidência de paralisia facial foi estudada em uma série de 705 pacientes submetidos a IC entre 1980 e 2002 ³⁹. Cinco pacientes (0,7%) apresentaram paresia facial. Em todos os casos, a apresentação do quadro foi tardia (18 horas a 19 dias pós-operatórios) e todos os pacientes recuperaram completamente a mobilidade da face após tratamento com corticoesteróides. Os autores ³⁹ discutem os possíveis mecanismos para a ocorrência dessa complicação, e identificam dano por aquecimento do nervo e reativação viral (Herpes Zoster Vírus) como principais fatores etiológicos possivelmente envolvidos.

5.3.4 Complicações intracranianas

Complicações intracranianas também são relativamente raras, mas potencialmente graves ³¹. A incidência de complicações intracranianas foi avaliada em uma série de 345 pacientes submetidos a implante coclear ³¹. A taxa geral de complicações foi de 9,3%, sendo a maioria (60,0%) relacionada a falha no implante. Houve três complicações intracranianas (0,8%), duas em idosos e uma em criança. Ocorreram dois defeitos durais menores, com fístula liquórica no recesso da unidade interna, os quais foram corrigidos no transoperatório. Um paciente idoso apresentou hematoma subdural extenso, que foi tratado com drenagem imediata. Os autores ressaltam que todos os casos com complicações intracranianas foram secundários à exposição dural durante o broqueamento do recesso para a unidade interna.

5.3.5 Migração dos eletrodos

Há poucos relatos na literatura que avaliam a incidência de migração de eletrodos. Entretanto, essa complicação vem sendo apontada como uma das principais causas de reimplante, superada apenas por falha do implante⁴⁰.

Em 2008, Connel et al⁴⁰ revisaram o número de relatos de migração durante o período de 1996 a 2006, através de consulta em base de dados nacional (*US Food and Drug Administration Manufacturer and User Facility Device Experience Database*). Houve 151 relatos de migração de eletrodos, seis dos quais apresentavam ossificação coclear. Não foram descritos critérios claros para a definição de migração de eletrodos.

Com o objetivo de reduzir a migração de eletrodos, várias técnicas têm sido desenvolvidas, incluindo o tamponamento mais efetivo da cocleostomia com tecido conjuntivo, o posicionamento da alça de eletrodo contra o *tegmen* mastoideo e o alinhamento do cabo dos eletrodos com a cocleostomia, a fim de minimizar as forças de migração⁴⁰.

Igualmente visando minimizar a migração, Cohen e Kuzma⁴¹ desenvolveram um clipe de titânio para segurar o eletrodo com apoio na bigorna, e Balkany e Telischi⁴² descreveram uma técnica para fixar os eletrodos através de ranhura na bigorna (*split-bridge technique*).

Em uma série de 637 cirurgias de IC⁴⁰ usando a *split-bridge technique*, houve dois casos de migração de eletrodos em pacientes com ossificação coclear completa por meningite (0,3%). O reimplante foi necessário em 45 casos, sendo a migração de eletrodos a segunda maior causa de reimplante.

A preocupação quanto a possibilidade de migração dos eletrodos em crianças devido ao crescimento das estruturas cranianas levou Roland et al⁴³ a descreverem sua experiência em 27 pacientes implantados com menos de dois anos de idade (14 meses a cinco anos). Os pacientes foram submetidos a técnica cirúrgica com clipe para

contenção dos eletrodos, tamponamento da cocleostomia e do recesso facial com periósteo. Após seguimento pós-operatório de 14 meses a cinco anos, os pacientes foram avaliados radiologicamente, e não houve casos de migração de eletrodos. Os autores atribuem esse resultado à técnica cirúrgica utilizada, e não consideram o crescimento craniano a partir dos 12 meses de idade como um fator limitante para indicação de implante coclear.

5.4 Desempenho em longo prazo de indivíduos submetidos à cirurgia de implante coclear (IC)

5.4.1 Resultados da cirurgia de IC em crianças com surdez pré-lingual

A avaliação em longo prazo do reconhecimento de fala em crianças com surdez pré-lingual congênita submetidas a IC antes dos 10 anos de idade demonstrou uma progressiva melhora durante os primeiros cinco anos, tendo o reconhecimento de conjunto fechado de palavras (opções apresentadas para o paciente) progredido mais rapidamente do que o conjunto aberto (opções de palavras não conhecidas pelo paciente) ⁴⁴. O percentual de reconhecimento de palavras em conjunto fechado foi de 16% aos três meses, 54 % após um ano, 75% após dois anos, 88,0% após três anos e 95,0% após cinco anos do implante coclear. Para o conjunto aberto de sentenças, a percentagem de reconhecimento após três meses foi de 9,0%, 16,0% após um ano, 34,3% após dois anos, 58,5% após três anos e 76,3% após cinco anos da cirurgia ⁴⁴.

Nikolopoulos et al ⁴⁵ avaliaram 46 crianças com surdez pós-meningite e 83 crianças com surdez congênita implantadas antes dos 6 anos de idade. Ambos os grupos demonstraram um progresso auditivo significativo após o IC, medido através de escalas

que avaliam habilidades auditivas do cotidiano e o reconhecimento de fala em conjunto aberto. A maioria (73% e 77%, respectivamente) compreendia conversação sem leitura orofacial ou uso de telefone após cinco anos da realização do IC, sendo que nenhuma das crianças apresentava essas habilidades antes da cirurgia. Após três anos do implante, crianças com surdez pós-meningite desenvolveram escore médio de reconhecimento de fala de 22 palavras corretas por minuto (variação de 0 a 66), que aumentaram para uma média de 47 palavras corretas por minutos após cinco anos (variando de 0 a 91). Entre as crianças com surdez congênita, a média de palavras corretas por minuto aos três anos pós-implante foi de 29 (variação de 0 a 107) e de 46 (variação de 0 a 107) após cinco anos. Não houve diferença entre os dois grupos no que se refere ao desempenho no reconhecimento de fala ($P > 0,05$), tendo ambos apresentado melhora significativa nesse desfecho quando comparados com seu estado pré-operatório ($P < 0,001$). Os autores ainda sugerem que a etiologia da surdez não está associada ao desempenho auditivo pós-implante coclear.

O desempenho funcional e o grau de escolaridade de 30 crianças submetidas a implante coclear foi aferido após um seguimento médio de dez anos da cirurgia ⁸. Todas as crianças foram implantadas em idade entre 2,5 e 11 anos. Após dez anos do IC, 26 crianças (87%) compreendiam conversas sem leitura orofacial e 18 (60%) falavam ao telefone com pessoas conhecidas. Cerca de um terço das crianças continuaram a demonstrar melhora após cinco a dez anos de uso do implante. Ao final do seguimento publicado, 19 indivíduos freqüentavam escola secundária para crianças de 11 a 16 anos; destes, seis freqüentavam escola especial para surdos e 13 escola regular. Em relação aos demais indivíduos, seis eram estudantes universitários, dois trabalhavam em tempo integral, uma trabalhava e estudava na universidade e outra desenvolvia atividades em casa. Os autores concluem que o IC proporciona benefícios

à comunicação em longo prazo para crianças surdas profundas. A evolução dos pacientes segue acontecendo com o passar dos anos, o que deve implicar centros de IC com estrutura para fornecer suporte, aconselhamento, seguimento audiológico e monitoramento em longo prazo ⁸.

5.4.2 Resultados da cirurgia de IC em indivíduos com surdez pós-lingual

Em crianças ou adultos pós-linguais, o benefício do IC se dá de forma mais evidente e rápida. Os escores médios de reconhecimento de monossílabos partiram de próximo a zero, alcançaram 45% aos seis meses de pós-operatório e seguem uma tendência de aumento progressivo anual ⁴⁶. Esses níveis de reconhecimento de fala permitem o uso do telefone e a execução de tarefas que dependam da comunicação oral.

Em 2008⁴, foram publicados os resultados de uma avaliação do reconhecimento de fala em adultos implantados a partir de 1984, realizada em Hannover. Os 864 pacientes selecionados para essa análise foram divididos em cinco grupos, de acordo com a tecnologia de IC utilizada. Os pacientes do grupo 1, com implantes mais antigos, apresentaram menor desempenho quando comparados com os pacientes dos outros quatro grupos, submetidos a implantes mais modernos. Os resultados apresentaram contínua melhora durante todo o período de observação, especialmente entre os primeiros sete a dez anos pós-implante. O percentual de reconhecimento de monossílabos no grupo 5 (implantados com o *CII* ou *HiRes90K, Advanced Bionics*[®]; ou o *Freedom, Cochlear*[®]; ou o *C40+* e *Pulsar, MedEl*[®]) após 17 anos de seguimento foi em média 45%.

5.5 Preservação da audição residual (AR)

A preservação da AR é um conceito que vem obtendo relevância clínica crescente nos últimos anos ⁴⁷. Isso se deve ao fato de que, frente aos expressivos resultados no reconhecimento de fala de pacientes surdos profundos submetidos a cirurgia de IC, pacientes com surdez menos profunda, e conseqüentemente com mais AR, têm sido considerados candidatos a cirurgia de IC ⁷. A possibilidade de estimulação eletro-acústica (EEA) no pós-operatório também é um fator que aponta para a importância do emprego de estratégias para a conservação da AR ^{6, 7}. A preservação da AR demonstrou ser um dos poucos fatores associados a melhor reconhecimento de fala com IC ⁴⁶.

5.5.1 Estimulação eletro-acústica

A estimulação eletro-acústica (EEA), ou implante híbrido, refere-se à estimulação acústica da audição residual em freqüências graves com o uso de aparelho de amplificação sonora individual (AASI) na orelha ipsilateral de pacientes implantados. Dessa forma, o IC atua de forma elétrica nas freqüências altas, enquanto o AASI atua de forma acústica nas freqüências baixas ^{6,7,13}.

Gantz et al, em estudo publicado em 2003 ⁶, descrevem a experiência com o uso de eletrodos curtos desenvolvidos para ocupar a região basal da cóclea, responsável pelas altas freqüências. Os eletrodos curtos seriam menos traumáticos para as regiões mais distais da cóclea e, com isso, mais conservadores para audição residual em baixas freqüências. Dessa forma, espera-se uma melhora no reconhecimento de fala em altas freqüências de forma elétrica (através do IC), enquanto se preserva a sensação sonora acusticamente estimulada em freqüências baixas (com o uso de AASI). O estudo demonstrou, em seis pacientes usando eletrodos curtos de 6 e 10 mm, que dois

diferentes tipos de entrada de informação (elétrica e acústica) podem ser combinados em ouvintes humanos.

Os autores referem ⁷ que a estimulação apenas elétrica (IC) proporciona importantes resultados no reconhecimento de fala em ambientes silenciosos, mas a fala é descrita pelos pacientes como sons “mecânicos” ou “ásperos” quando comparados com sua memória auditiva. A perda da percepção de entonação prejudica o reconhecimento de fala em ambientes ruidosos e também a apreciação de música ^{6, 7}. Mesmos entre pacientes com IC muito bem sucedido, há uma dificuldade na compreensão da fala em ambientes ruidosos. Estudos demonstraram que a preservação da AR em frequências baixas, associada ao uso da EEA, pode melhorar o reconhecimento de fala também em ambientes ruidosos ^{7, 48}. A apreciação musical e a qualidade do som foi mantido com o uso da EEA ⁷.

A preservação da AR e o uso da EEA não se limitam ao benefício de audição em ambientes ruidosos ou na escuta de música. Também proporciona uma resolução mais fina do espectro de frequências e incremento no processamento da fala. Os autores concluem que os eletrodos curtos foram bem sucedidos na preservação da AR e proporcionaram informação adicional em altas frequências, suficiente para melhorar o reconhecimento de fala. Com essa estratégia, foi possível alcançar um equilíbrio entre o nível de trauma intracoclear, a audição acústica e a entrega de corrente elétrica para a cóclea ⁷.

Tendo em vista os potenciais benefícios da preservação da AR, estratégias cirúrgicas conservadoras e eletrodos menos traumáticos estão sendo desenvolvidos.

5.5.2 Técnicas cirúrgicas para conservação da audição residual (“*soft surgery protocol*”)

Lehnhardt, em 1993^{49, 50}, foi o primeiro a desenvolver um protocolo cirúrgico com técnicas direcionadas à conservação da AR. A técnica conservadora da AR (*soft surgery technique*) consiste em uma cocleostomia de 1,2 mm de diâmetro anterior e inferior ao nicho da janela redonda. O endósteo é incisado com microlanceta, e os eletrodos são inseridos de forma delicada. Hialuronato de sódio é utilizado concomitantemente com a inserção dos eletrodos, para lubrificação destes e celamento da cocleostomia.

Desde o relato de Lehnhardt⁴⁹, algumas modificações e acréscimos a esse protocolo vêm sendo desenvolvidos^{47, 51, 52}. Balkany et al⁴⁷, ao descrever a técnica que utilizam para preservação da audição residual, preconizam uma hemostasia cuidadosa e controlada, evitando o uso de aspiração quando a orelha interna esteja exposta. Para controle da hemostasia, os autores, antes da abordagem à região da cocleostomia, usam Gelfoam[®] com adrenalina, cera de osso, cautério bipolar e brocas diamantadas. Irrigação abundante é realizada para a remoção de pó de osso e de sangue do campo cirúrgico. O mucoperiósteo do promontório na área da janela redonda e da cocleostomia é elevado para evitar a entrada de sangue durante a inserção dos eletrodos. Quando necessário, o osso sobre o nicho da janela redonda é parcialmente removido com uma broca diamantada de 2 mm para expor a membrana anterior da janela redonda e o seu *annulus*, propiciando a clara visualização do local da cocleostomia.

A localização da cocleostomia, anterior e inferior ao *annulus* da janela redonda, é aplainada com broca diamantada de 2 mm e o endósteo da escala timpânica inferior é exposto com broca de 1 mm. A região passa por nova irrigação abundante, e a hemostasia é novamente revisada. O endósteo é aberto com estilete fino. A fenestração

é orientada numa direção superior-inferior, para permitir que a ponta do eletrodo assumira uma direção distante da espira óssea. A cocleostomia é realizada com dimensões suficientes para permitir a entrada fácil das maiores dimensões dos eletrodos. Uma gota de ácido hialurônico é colocada sobre o endósteo e não injetada na cocleostomia. O eletrodo é então lentamente inserido na escala timpânica, de modo que a curvatura natural do eletrodo seja direcionada medial e inferiormente (em direção ao assoalho da escala timpânica), com objetivo de mantê-lo distante do modíolo e da lâmina espiral óssea. A inserção corresponde a 19 mm, alcançando ângulos de 450 a 540 graus.

5.5.3 Desenvolvimento de eletrodos para a conservação da audição residual

Um conceito fundamental em IC se refere ao potencial dano funcional ao epitélio neural remanescente após introdução dos eletrodos na cóclea, já que freqüentemente há uma perda da AR⁵³.

Os primeiros implantes multicanais apresentavam eletrodos com orientação retilínea, os quais eram inseridos de forma fácil na escala timpânica da cóclea, porém tendiam a se mover no sentido da parede lateral, distanciando-se do modíolo, ou em sentido superior através da membrana basilar, o que permitia que a ponta do eletrodo se posicionasse no ducto coclear ou na escala vestibular, gerando danos irreparáveis. Acredita-se também que o diâmetro, o comprimento e a rigidez dos eletrodos intracocleares tradicionais possam induzir a lesão da membrana basilar e das células ciliadas da cóclea ao avançar ao redor da espira basal da cóclea na sua porção ascendente⁷.

Com o intuito de proporcionar uma inserção dos eletrodos menos traumática e melhorar a preservação da AR, eletrodos que se curvem delicadamente ao redor da parede do modíolo tem sido desenvolvidos⁵³. O implante híbrido Iowa / Nucleus foi desenhado para limitar o dano à escala média. O eletrodo intracoclear tem um diâmetro reduzido, de 0,2 x 0,4 mm. A inserção dos eletrodos limita-se a 10 mm e um marcador de titânio é usado para orientar o contato dos eletrodos, garantindo o alinhamento dos eletrodos adjacente ao modíolo. O comprimento dos eletrodos foi limitado a 10 mm para evitar dano à rampa basal ascendente da cóclea e evitar que o eletrodo se curve na sua inserção⁷. A ponta do eletrodo curva-se no segmento ascendente, mas não se estende para a porção ascendente da espira basal da cóclea.

Em série de casos envolvendo 13 pacientes submetidos a implante coclear com o eletrodo de 10 mm Iowa/ Nucleus⁷, a audição residual foi preservada de maneira relevante em todos os indivíduos no pós-operatório imediato, já que houve uma perda média de 9dB em frequências baixas. O reconhecimento de monossílabos com o IC foi de 80% após um período que variou de 6 meses a dois anos.

Fraysse et al⁵⁴ avaliaram 27 pacientes submetidos a IC com implante perimodiolar (Nucleus 24 Contour Advance). Seguiram protocolo cirúrgico com técnica conservadora, incluindo confecção de cocleostomia inferior e anterior de 1 a 2 mm com eletrodos inseridos 17 mm, apenas em 12 pacientes. Considerando o total de 27 pacientes, a mediana de aumento dos limiares em 250 e 500 Hz foi de 40 dB, e entre os 12 que seguiram protocolo cirúrgico conservador a mediana foi de 23 dB.

Entretanto, estudo comparado⁵³ envolvendo pacientes submetidos a IC com eletrodos retilíneos e perimodiolares (Nucleus 24 Contour e Nucleus 24 Contour Advance) não encontrou diferença na conservação da AR entre as duas tecnologias. Os

autores concluem que IC retilíneos e perimodiolares parecem preservar a audição residual de forma equivalente em todas as frequências, entretanto, como não houve cálculo de tamanho de amostra, a possibilidade de falta de poder e conseqüente erro beta não podem ser afastados.

5.5.4 Resultados relativos à conservação da audição residual (AR)

Algumas séries de casos com poucos pacientes ^{47, 50-52} apresentam resultados relativos à preservação da AR, utilizando técnicas cirúrgicas e eletrodos conservadores.

Em série de 28 pacientes⁴⁷ com surdez severa a profunda submetidos a IC com eletrodos perimodiolares longos, a avaliação da conservação da AR revelou 32% dos pacientes com conservação completa da AR (perda de 0 a 10 dB), e 57% dos pacientes com conservação parcial da AR (perda > 11 dB). Entretanto, o reconhecimento de fala residual não foi conservado nesses pacientes.

Dinardo et al ⁵⁰ encontraram, em estudo retrospectivo de 37 pacientes, 14 (38%) pacientes nos quais não houve variação nos limiares auditivos após três a 12 meses pós-operatórios, 29 (78%) nos quais se mantiveram os níveis aceitáveis de audição no pós-operatório e 8 (22%) nos quais houve perda total da audição residual. O aumento médio nos limiares nas frequências 125Hz, 250 Hz, 500 Hz e 1000Hz foi de 5dB, 10dB, 10dB e 5 dB, respectivamente.

5.6 Referências da revisão da literatura

1. World Health Organization. WHO calls on private sector to provide affordable hearing aids in developing world [Internet site]. Available from: <http://www.who.int/inf-pr-2001/en/pr2001-34.html>. Acessado em 5 de março de 2008.
2. Papsin BC, Gordon KA. Cochlear implants for children with severe-to-profound hearing loss. *N Engl J Med* 2007; 357: 2380-7.
3. Rubinstein JT. Paediatric cochlear implantation: prosthetic hearing and language development. *Lancet* 2002; 360: 483-5.
4. Krueger B, Joseph G, Rost U, Strub-Schier A, Lenarz T, Buechner A. Performance groups in adult cochlear implant user: speech perception results from 1984 until today. *Otol Neurotol* 2008; 29: 509-12.
5. Fryauf-Bertschy H, Tyler RS, Kelsay DMR, Gantz BJ, Woodworth GG. Cochlear implant use by prelingually deafened children: the influences of age at implant and length of device use. *J Speech Lang Hear Res* 1997; 40:183–99.
6. Gantz BJ, Turner CW. Combining acoustic and electrical hearing. *Laryngoscope* 2003; 113:1726–30.
7. Gantz BJ, Turner C, Gfeller KE, Lowder MW. Preservation of hearing in cochlear implant surgery: advantages of combined electrical and acoustical speech processing. *Laryngoscope* 2005; 115:796–802.
8. Beadle EAR, McKinley DJ, Nikolopoulos TP, Brough J, O'Donoghue GM, Archbold SM. Long-Term Functional Outcomes and Academic-Occupational Status in Implanted Children After 10 to 14 Years of Cochlear Implant Use. *Otol Neurotol* 2005; (26):1152-60.

9. Kim, CS, Oh SH, Chang SO, Kim H, Hur GG. Management of complications in cochlear implantation. *Acta Otolaryngol* 2008; 128: 408- 14.
10. House WF. Cochlear Implants. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1976; 85 (suppl 27): 2-6.
11. House WF. Surgical considerations in cochlear implantation. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1982; 91:15-20.
12. Kronenberg J, Migirov L. The suprameatal approach: an alternative surgical technique for cochlear implantation. *Cochlear Implants Int*. 2006; 7: 142–7.
13. Kiratzidis T, Wolfgang A, Iliades T. Veria Operation: Surgical Results from 101 Cases. *ORL* 2002; 64:413–6.
14. Kiratzidis T, Wolfgang A, Iliades T. Veria Operation Updated: The Trans-Canal Wall Cochlear Implantation. *ORL* 2002; 64:406–12.
15. Colletti V, Fiorino FG, Carner M, Pacini L. Basal Turn Cocheostomy via the Middle Fossa Route for Cochlear Implant Insertion. *Am J Otol* 1998; 19:778-84.
16. Colletti V, Fiorino FG, Carner M, Sachetto L, Giarbini N. New approach for cochlear implantation: Cochleostomy through the middle fossa. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 123:467-74.
17. Kronenberg J, Baumgartner W, Migirov L, Dagan T, Hildesheimer M. The Suprameatal Approach: An Alternative Surgical Approach to Cochlear Implantation. *Otol Neurotol* 2004; 25:41–5.
18. Kronenberg J, Migirov L, Baumgartner W. The Suprameatal Approach in Cochlear Implant Surgery: Our Experience with 80 Patients. *ORL* 2002;64: 403–5.

19. Yin S, Chen Z, Wu Y, Wang L, Zhang J, Zhou W, et al. Suprameatal approach for cochlear implantation in 45 Chinese children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2008; 72: 397-403.
20. Hausler R. Cochlear Implantation Without Mastoidectomy: The Pericanal Electrode Insertion Technique. *Acta Otolaryngol* 2002; 122: 715–9.
21. Goycoolea MV, Ribalta GL. Exploratory tympanotomy: an integral part of cochlear implantation. *Acta Otolaryngol* 2003; 123: 223–6.
22. Labadie RF, Noble JH, Dawant BM, Ramya B, Majdani O, Fitzpatrick M. Clinical Validation of Percutaneous Cochlear Implant Surgery: Initial Report. *Laryngoscope* 2008; 118:1031–9.
23. Warren F, Balachandran R, Fitzpatrick J, Labadie RF. Percutaneous cochlear access using bone-mounted, customized drill guides: demonstration of concept in vitro. *Otol Neurotol* 2007;28:325–9.
24. Lavinsky L, Lavinsky M. Implante Coclear – Vias de Acesso. In: Lavinsky L. *Tratamento em Otologia*; Revinter Rio de Janeiro, 2006, p466-72.
25. Lavinsky L, Lavinsky M. Combined Approach Technique to Cochlear Implantation. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery* 2006: 135(2S), 258-9.
26. Slavutsky V, Nicenboim L. Preliminar results in cochlear implant surgery without antromastoidectomy and atraumatic electrode insertion: the endomeatal approach. *Eur Arch Otorrhinolaryngol* 2008; 18 [ahead of publication].
27. Migirov L, Yakirevitch A, Kronenberg J. Surgical and Medical Complications following Cochlear Implantation: Comparison of Two Surgical Approaches. *ORL* 2006; 68:213–9.
28. Cohen NL, Hoffman RA. Complications of cochlear implant surgery in adults and children. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1991;100:/708-11.

29. Hoffman RA, Cohen NL. Complications of cochlear implant surgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1995;104:420-2.
30. Kubo T, Matsuura S, Iwaki T. Complications of cochlear implant surgery. *Operative Techniques in Otolaryngology* 2005; 16: 154-8.
31. Dodson KM, Maiberger PG, Aristides S. Intracranial Complications of Cochlear Implantation. *Otology & Neurotology* 2007; 28:459-62.
32. Arnoldner C, Baumgartner WD, Gstoettner W, Hamzavi J. Surgical considerations in cochlear implantation in children and adults: a review of 342 cases in Vienna. *Acta Otolaryngol* 2005; 125: 228-34.
33. Bathia K, Gibbin KP, Nikolopoulos TP, O'Donoghue GM. Surgical complications and their management in a series of 300 consecutive pediatric cochlear implantations. *Otol Neurotol* 2004; 25:730-9.
34. Green KM, Bhatt YM, Saeed SR, Ramsden RT. Complications following adult cochlear implantation: experience in Manchester. *J Laryngol Otol* 2004; 118: 417-20.
35. Stratigouleas ED, Perry BP, King SM. Syns CA 3rd. Complication rate of minimally invasive cochlear implantation. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2006; 135: 383-6.
36. Ovesen T, Johansen LV. Post-operative problems and complications in 313 consecutive cochlear implications. *J Laryngol Otol* 2008; 10:1-5.
37. Goycoolea MV & the Latin America cochlear implant group. Latin American experience with the cochlear implant. *Acta Oto-Laryngologica* 2005; 125: 468-73.
38. Trindade A, Rowlands G, Obholzer R, Lavy J. Late skin flap failure in cochlear implantation. *Cochlear Implants Int* 2008; 9:167-75.

39. Fayad JN, Wanna GB, Micheletto JN, Parisier SC. Facial nerve paralysis following cochlear implant surgery. *Laryngoscope* 2003; 113: 1344-6.
40. Connell SS, Balkany TJ, Hodges AV, Telischi FF, Angeli SI, Eshraghi AA. Electrode Migration After Cochlear Implantation. *Otol Neurotol* 2008; 29:156-9.
41. Cohen NL, Kuzma J. Titanium clip for cochlear implant electrode fixation. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl* 1995;104: 402-3.
42. Balkany T, Telischi FF. Fixation of electrode cable during cochlear implantation: the split bridge technique. *Laryngoscope* 1995; 105:217-8.
43. Roland JT, Fishman AJ, Waltzman SB, Alexiades G, Hoffman RA, Cohen NL. Stability of the Cochlear Implant Array in Children. *Laryngoscope* 1998; 108: 1119-23.
44. Calmels MN, Saliba I, Wanna G, Cochard N, Fillaux J, Deguine O, et al. Speech perception and speech intelligibility in children after cochlear implantation. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2004, 68:347-51.
45. Nikolopoulos TP, Archbold SM, O'Donoghue GM. Does cause of deafness influence outcome after cochlear implantation in children? *Pediatrics* 2006; 118: 1350-6.
46. Rubinstein JT, Parkison WS, Tyler RS, Gantz BJ. Residual speech recognition and cochlear implant performance: effects of implantation criteria. *Am J Otol* 1999; 20:445-52.
47. James C, Albegger K, Battmer R, Burdo S, Deggouj N, Deguine O, et al. Conservation of Residual Acoustic Hearing After Cochlear Implantation. *Otol Neurotol* 2006:1083-8.

48. Turner CW, Gantz BJ, Vidal C, Behrens A, Henry BA. Speech recognition in noise for cochlear implant listeners: benefits of residual acoustic hearing. *J Acoust Soc Am* 2004;115:1729–35.
49. Lehnhardt E. Intracochlear placement of cochlear implant electrodes in soft surgery technique. *HNO* 1993; 41:356–359.
50. Di Nardo W, Cantore I, Melillo P, Cianfrone F, Scorpecci A, Paludetti G. Residual hearing in cochlear implant patients. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2007; 264:855–860.
51. Kiefer J, Gstoettner W, Baumgartner W, Pok SM, Tillein J, Ye Q, et al. Conservation of low frequency hearing in cochlear implantation. *Acta Otolaryngol* 2004; 124:272–280.
52. James C, Albegger K, Battmer R, Burdo S, Deggouj N, Deguine O, et al. Preservation of residual hearing with cochlear implantation: How and why. *Acta Otolaryngol* 2005;125:481-91.
53. Soda-Merhy A, Gonzalez-Valenzuela L, Tirado-Gutierrez C. Residual hearing preservation after cochlear implantation: Comparison between straight and perimodiolar implants. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2008; 139: 399-404.
54. Fraysse B, Macias AR, Sterkers O, Burdo S, Ramsden R, Deguine O, et al. Residual hearing conservation and electroacoustic stimulation with the nucleus 24 contour advance cochlear implant. *Otol neurotol* 2006; 27:624-33.

6 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

A revisão da literatura realizada evidenciou que novas técnicas cirúrgicas para cirurgia de implante coclear (IC) vêm sendo desenvolvidas com o intuito de torná-la mais simples, de reduzir os riscos para estruturas nobres como o nervo facial, e de permitir uma curva de aprendizado mais favorável.

Nos estudos disponíveis, as novas abordagens cirúrgicas são descritas com ênfase em suas vantagens técnicas no transoperatório, mas faltam dados sobre complicações, desempenho auditivo e conservação da audição residual em longo prazo.

Além disso, raros são os estudos na literatura desenhados para comparar resultados relativos à segurança e à efetividade dessas técnicas com a abordagem considerada padrão para o IC, a abordagem por timpanomastoidectomia e timpanotomia posterior (AMTP).

Dessa forma, identificam-se áreas que exigem preenchimento de lacunas de conhecimento. Procurando contribuir para o tema, desenvolvemos a presente dissertação, estabelecendo os objetivos explicitados a seguir.

7 OBJETIVOS GERAIS

- 7.1 Apresentar as características de uma técnica alternativa ao implante coclear, a Técnica de Acesso Combinado (TAC);
- 7.2 Comparar os resultados cirúrgicos da TAC com a técnica clássica, por mastoidectomia e timpanotomia posterior (AMTP).

8 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 8.1 Descrever os passos da TAC ao implante coclear e a experiência de seu uso em 50 casos;
- 8.2 Avaliar comparativamente os resultados em longo prazo de duas técnicas cirúrgicas ao implante coclear (TAC e AMTP) no que diz respeito à (ao):
 - 8.2.1 ocorrência de complicações;
 - 8.2.2 desempenho auditivo;
 - 8.2.3 conservação da audição residual.

9 ARTIGOS EM LÍNGUA INGLESA

9.1 Primeiro artigo em Língua Inglesa

**“Combined approach technique to cochlear implant surgery:
experience with 50 cases”**

Submetido à revista *Cochlear Implants International*

Combined approach technique to cochlear implant surgery: experience with 50 cases

Michelle Lavinsky Wolff, MD^{1,2}, Luiz Lavinsky*, MD, PhD;^{1,2}

¹ Graduate Program in Surgical Sciences, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil.

² Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brazil.

Running title: Combined approach to cochlear implantation

Key words: Cochlear implantation, surgical technique, combined approach, alternative

* Corresponding author. Rua Quintino Bocaiúva, 673/4º andar, CEP 90440-003, Porto Alegre, RS, Brazil. Phone: +55 51 3330 24 44 / Fax: +55 51 3330 68 34. E-mail: lavinsky.ez@terra.com.br

ABSTRACT

Introduction: Traditional access route for cochlear implantation was initially proposed by William House in 1961 and alternatives to this surgical approach have been suggested by many authors. The Combined Approach Technique (CAT) is a variation of the traditional mastoidectomy-posterior tympanotomy approach that use a transcanal approach to cochleostomy combined with a small mastoidectomy and an equally small posterior tympanotomy for insertion of electrodes. **Objectives:** present a detailed description of this alternative procedure, reporting our experience with 50 cases, and add our contribution regarding possible advantages and implications of using a transcanal cochleostomy. **Patients and Setting:** profound and severe bilateral hearing loss subjects who did not benefit from external hearing aids, and underwent cochlear implantation at Hospital de Clinicas de Porto Alegre since May 2003. **Design:** case series. **Results:** Median follow-up was 29 months. All cases were successfully implanted using CAT. No major complications as facial paralysis or paresis, meningitis, cholesteatoma, cerebrospinal fluid leaks were observed in any patient. **Conclusion:** CAT is a safe and efficient variation of cochlear implantation surgery, being especially advantageous if cochlear calcification or malformations are present, or whenever cochleostomy has to be performed anteriorly, and when the position of the facial nerve prevents an adequate posterior tympanotomy.

INTRODUCTION

Traditional access route for cochlear implantation was initially proposed by William House in 1961¹, and alternatives to this surgical approach have been suggested by many authors. Colletti³ has described a technique for access through the middle fossa. Kronenberg⁴ has developed a suprameatal approach – the middle ear is exposed from the external acoustic meatus, and the electrodes are introduced into the cochlea via a suprameatal tunnel that runs through the mastoid. In other techniques, electrodes are inserted through a canal drilled parallel to the cortical bone of the external acoustic meatus, reaching the facial recess and following from there to the cochleostomy site⁵.

Goycoolea⁶ has described an alternative access to the cochleostomy site: through the *aditus ad antrum*, the *fossa incudis* and a path created by prior removal of the incus. That author⁷ has also proposed the performance of exploratory tympanotomy before posterior tympanotomy is carried out. In the presence of malformations or calcifications, a cochleostomy is usually performed anterior to the round window by a transcanal approach.

The variation of the classical technique described in this paper is based on a transcanal approach to cochleostomy combined with a small mastoidectomy and an equally small posterior tympanotomy for insertion of electrodes. This variation is referred as Combined Approach Technique (CAT)^{8,9}. The objective of this paper is to present a detailed description of this alternative procedure, reporting our experience with 50 cases, and to add our contribution regarding possible implications of using a transcanal cochleostomy.

MATERIALS AND METHODS

Patients with severe or profound bilateral hearing loss who underwent to CI using the CAT at Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) since May 2003 were included in this study. All patients underwent a strict preoperative assessment including clinical history, complete auditory tests, and psychological and social evaluations. The implants used were Nucleus 24M and 24R and Contour (Cochlear™, Lane Cove, Australia). The same surgeon performed all surgeries. All patients received antibiotic prophylaxis during the transoperative period and continuing for seven days postoperatively. Facial nerve monitoring was used in all cases. The technique was evaluated in terms of its feasibility and the occurrence of intra and postoperative complications. The project was approved by the Research Ethics Committee at HCPA, Brazil.

Surgical technique

The steps of the surgical technique are the same as the traditional technique, with the following additional modifications:

- 1) development of classic tympanomeatal flap; 2) transcanal exposure of middle ear structures (Figure 1); 3) small simple mastoidectomy and atticotomy with visualization of the short process of the incus and the *fossa incudis*; 4) small posterior tympanotomy with exposure of the incudostapedial joint (Figure 2), generating a small but sufficient opening for later insertion of the electrodes inferiorly to the stapes and for visualization of the cochleostomy site from the mastoid; 5) cochleostomy through a transcanal approach (Figure 3). Classic cochleostomy is used, anterior and inferior to the round window annulus with a 1-mm diamond burr, exposing the endosteum of the inferior scala tympani; 6) insertion of the electrodes through small posterior tympanostomy and

cochleostomy; 7) transcanal cochleostomy packing tightly with connective tissue under direct view; 8) small tympanotomy posterior is also packed with connective tissue and bone dust; 9) when manipulation of internal device and retroauricular structures are finished, the final step consists in checking if electrodes are still in the right position (full inserted) by a transcanal direct view.

RESULTS

Twenty patients were female (40%). Age ranged from 4 to 61 years (mean = 17 years; mode = 5 years). Thirty-four patients (68%) were between 4 and 12 years of age. The combined approach technique was feasible and cochlear implantation was successful in all cases.

No intra and major postoperative complications, such as facial paralysis or paresis, meningitis, cholesteatoma, or cerebrospinal fluid leaks were observed in any patient. The mean and median follow-up was 27 and 29 months, respectively. The implants were switched on 45 days postoperatively and all functioned well. One event was recorded 28 months after implantation, however it was not related to CAT. The patient developed a skin lesion with partial extrusion of the implanted unit. This resulted from bone neoformation at the implant site, causing the internal unit to turn laterally and resulting in extrusion. We performed the appropriate flaps, covering the traumatized area. However, the problem recurred, with local infection attributed to biofilm formation, and the implant was finally removed. Wound closure was through second intention healing. The patient will receive another implant in the near future.

DISCUSSION

CAT employs a transcanal cochleostomy. The transcanal route has the advantage of providing a wider surgical field for cochleostomy, allowing the drill to be positioned at a favorable angle which facilitates the procedure, avoiding proximity to the facial nerve. At the same time, work in difficult areas such the anterior segment of the cochlear basal turn is easier. The initial CAT step, that is, the development of a tympanomeatal flap with exposure of middle ear structures, takes 15 minutes and provides direct access and exploration of middle ear anatomy, as well as a comfortable field to work on the cochleostomy site. The round window is visualized directly, which results in easy identification of the cochleostomy site. In our experience, not only does direct access to the cochleostomy site facilitate identification, but also drilling, electrode insertion, and packing with connective tissue. Removal of the endosteum to reach the *scala tympani* is also easier with the CAT, and it is potentially less traumatic for the inner ear. Direct visualization allows for careful handling during cochleostomy, preserving endosteum integrity until drilling is complete, seeming to result in a more conservative procedure.

Preparation of the tympanomeatal flap, in the same way as in routine stapedectomy, did not result in postoperative infection in our patients. Other alternative techniques also involve mobilization of the tympanomeatal flap with no increase in cases of postoperative infection^{4,5}.

Another important aspect is that the CAT facilitates preservation of facial nerve integrity, since the posterior tympanotomy is used only for electrode insertion, preventing the need for an ample opening of the facial recess; maneuvers then are performed away from the facial nerve. Electrical stimulation of the facial nerve by the electrodes in case of poor permeability of the cochlea and the consequent partial

insertion of the electrodes and postoperative facial spasms are also prevented. In short, the main advantages of the proposed CAT are its simplicity, resulting from the easily performed cochleostomy, the small posterior tympanotomy, and the direct visualization of electrodes during insertion. In our experience these advantages resulted in reduced surgical time, even considering the additional minutes spent with preparation of the tympanomeatal flap. This technique is also especially advantageous in the presence of cochlear calcification or malformations, or whenever cochleostomy has to be performed anteriorly, and when the position of the facial nerve prevents an adequate posterior tympanotomy.

CONCLUSION

In our experience the CAT is a safe and efficient variation of cochlear implantation surgery, being especially advantageous if cochlear calcification or malformations are present, or whenever cochleostomy has to be performed anteriorly, and when the position of the facial nerve prevents an adequate posterior tympanotomy.

REFERENCES

1. House WF. Cochlear implants. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1976;85 suppl 27:1-93.
2. House WF. Surgical considerations in cochlear implantation. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1982; 91:15-20.
3. Colletti V, Fiorino FG, Carner M, Pacini L. Basal turn cochleostomy via the middle fossa route for cochlear implant insertion. *Am J Otol* 1998;19:778-84.
4. Kronenberg J, Migirov L, Dagan T. Suprameatal approach: new surgical approach for cochlear implantation. *J Laryngol Otol* 2001;115:283-85.
5. Kiratzidis T, Arnold W, Iliades T. Veria operation updated. I. The trans-canal wall cochlear implantation. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 2002;64:406-12.
6. Goycoolea M. Surgical approaches for cochlear implants. In: Goycoolea M, Paparella M, Nissen R, eds. *Atlas of otologic surgery*. Philadelphia, PA: Saunders; 1989:286-96.
7. Goycoolea MV, Ribalta GL. Exploratory tympanotomy: an integral part of cochlear implantation. *Acta Otolaryngol* 2003;123:223-6.
8. Lavinsky L, Lavinsky M. Implante Coclear – Vias de Acesso. In: Lavinsky L. *Tratamento em Otologia*; Revinter, Rio de Janeiro, 2006, p466-72.
9. Lavinsky L, Lavinsky M. Combined Approach Technique to Cochlear Implantation. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 2006: 135(2S), 258-9.

FIGURE 1

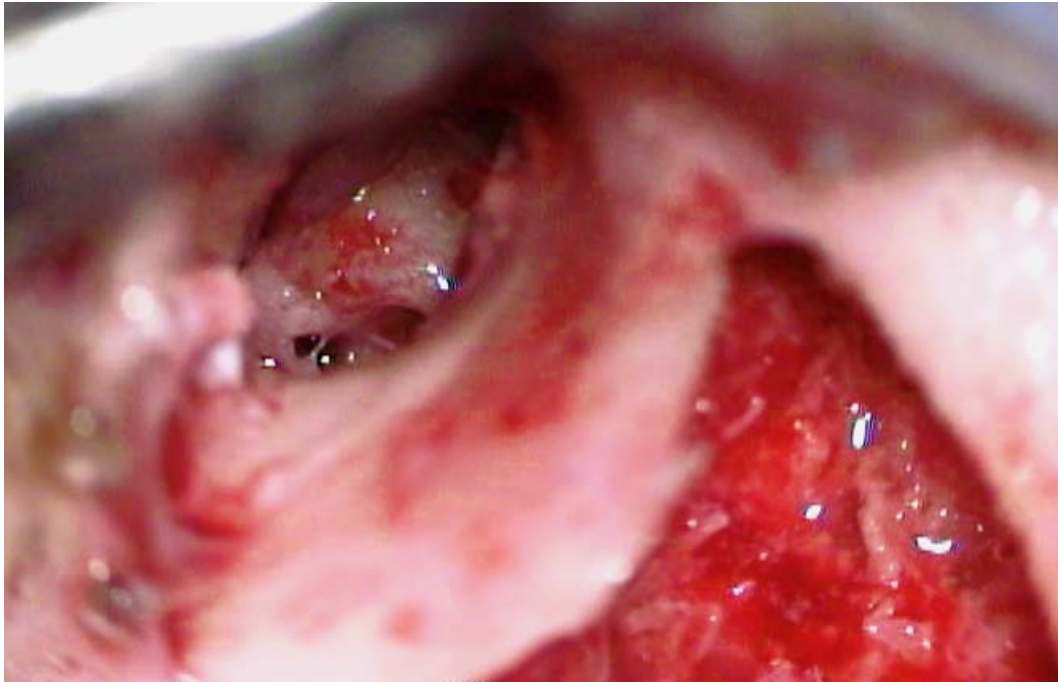


FIGURE 2



FIGURE 3

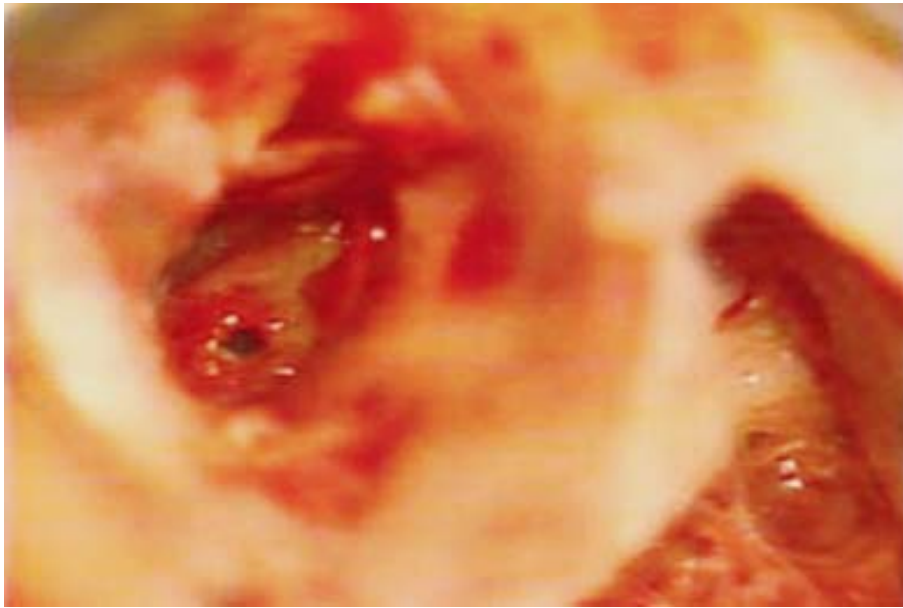


FIGURE LEGENDS

Figure 1. Photograph of wide exposition of middle ear structures through a transcanal direct view.

Figure 2. Photograph of small posterior tympanotomy with exposure of the incudostapedial joint

Figure 3. Photograph of transcanal cochleostomy

9.2 Segundo artigo em Língua Inglesa

“Comparative analysis of two approaches in cochlear implant surgery: Long-term results of a cohort study”

Comparative analysis of two approaches in cochlear implant surgery: Long-term results of a cohort study

Michelle Lavinsky Wolff,^{1,2} Luiz Lavinsky,^{1,2} Manoela Chitolina Villetti³

¹ Graduate Program in Surgical Sciences, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil.

² Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brazil.

³ School of Medicine, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil.

Sources of financial support:

Coordinating Agency for Advanced Training of Graduate Personnel (CAPES);

National Counsel of Technological and Scientific Development (CNPq).

Running title: Analysis of two approaches in CI surgery

ABSTRACT

Objective: To compare and evaluate long-term safety, effectiveness and residual hearing preservation results obtained with the combined approach technique (CAT) and with the traditional mastoidectomy-posterior tympanotomy approach (MPTA) in cochlear implant (CI) surgery. **Design:** Cohort study. **Patients:** Patients with profound bilateral hearing loss who did not benefit from external hearing aids and underwent CI at Hospital de Clínicas de Porto Alegre between May 2003 and December 2006 were selected. **Results:** Seventy-five patients were included: 44 were implanted using CAT and 31 using MPTA. There were no cases of facial nerve paralysis, mastoiditis, cholesteatoma, or cerebrospinal fluid leaks after a mean of 3.4 ± 1.0 years. The median number of electrodes outside the cochlea was 0 in the CAT group (25th percentile = 0; 75th percentile = 1) versus 3 in the MPTA group (25th percentile = 1; 75th percentile = 4; $P < 0.001$). There were no differences between the two surgical approaches in terms of mean pure-tone thresholds with CI at all frequencies ($P > 0.05$ for 500 to 4,000 Hz). All patients experienced some loss of threshold postoperatively ($P < 0.001$), but there were no differences in mean threshold loss between the groups ($P > 0.05$ in all frequencies). **Conclusion:** Our long-term results showed that CAT is a safe and effective alternative approach to CI surgery. Future randomized clinical trials should be carried out to confirm these findings and to study these approaches together with a standardized surgical hearing conservation protocol and the new CI technologies available.

INTRODUCTION

The classic mastoidectomy-posterior tympanotomy approach (MPTA) for cochlear implantation (CI) was initially proposed by William House in 1961^{1,2} and few changes have been made since then. The approach consists of a mastoidectomy followed by posterior tympanotomy. Cochleostomy is performed through the facial recess^{1,2}, and the facial nerve and chorda tympani are used as landmarks to demarcate the facial recess as a route of penetration into the middle ear. Although the method is well established, the proximity of drilling through a narrow recess may lead to injury of the facial nerve or chorda tympani.³ In addition, the access is usually narrow and at an angle that makes it difficult to perform the cochleostomy in anterior regions of the basal turn of the cochlea⁴.

In search of simpler and safer procedures, some alternative approaches have been studied in recent years.⁴⁻¹² The combined approach technique (CAT),^{10,11} a variation of the classical MPTA technique, is a transcanal approach to cochleostomy combined with a small mastoidectomy and an equally small posterior tympanotomy for insertion of electrodes.

The transcanal route has the advantage of providing a wider surgical field for visualization of middle ear structures and cochleostomy. The drill can be positioned at an angle that facilitates the procedure and avoids proximity to the facial nerve. Wide exposure of the middle ear with better visualization of the promontory also results in easier drilling of the cochleostomy and better control of the insertion of the electrode in cases of malformed and ossified cochlea. Better visibility of the cochleostomy site ensures preservation of residual hearing and correct insertion of the electrode into the scala tympani.⁶

As the cochleostomy is performed directly through the middle ear, a small posterior tympanotomy is used for CAT. It is large enough for the insertion of electrodes, but does not require wide opening of the facial recess. The work can be conducted at a comfortable distance from the facial nerve, which simplifies the procedure.^{10,11}

This study reports on the long-term results of patients who underwent CI using one of the two approaches, CAT or MPTA, and compares and evaluates safety, effectiveness and residual hearing preservation in this cohort.

MATERIAL AND METHODS

The patients eligible for this longitudinal, observational, comparative study (cohort study) had severe or profound bilateral hearing loss, did not benefit from external hearing aids, and underwent CI at Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) consecutively from May 2003 to December 2006. A strict, standardized preoperative assessment consisting of clinical history, complete auditory tests, and psychological and social evaluations was carried out with all patients. Patients were grouped according to the surgical approach used, MPTA or CAT. All CAT surgeries were performed by the senior author, and MPTA surgeries were performed by an experienced otologic surgeon of the HCPA Cochlear Implant Program. The implants used were Nucleus 24M and 24R and Contour (Cochlear™, Lane Cove, Australia).

Patient records were reviewed using a standardized protocol to obtain the following preoperative data: sex, age at implantation, duration of deafness, etiology of hearing loss, prelingual or postlingual deafness, previous experience with conventional hearing aids, spoken language skills, side of implantation, implant type, hearing thresholds before surgery and intra- and postoperative complications.

Patients were prospectively evaluated from July 2007 to August 2008 during their routine follow-up visits. Main outcomes assessed were audiometric performance with CI, residual hearing preservation and radiological evaluation of electrode position. The investigators called all patients who missed regular visits to schedule a new appointment. All investigators signed a confidentiality agreement to preserve the secrecy of the information obtained from the review of patient records. This study was approved by the Ethics Committee at the institution where it was conducted.

Audiometric evaluation with CI

Postoperative audiograms were performed to test responses to pure tones between 500 and 4,000 Hz and open-set word and sentence recognition. Maximum output for 500 to 4,000 Hz frequencies was less than 80-dB hearing level (dB HL). Any response reported as vibrotactile or questionably vibrotactile was classified as no response. To avoid losing data, fmax plus 5 dB was entered when there were no responses at the maximum output of the audiometer at a given frequency (fmax)¹³. This level was chosen to represent a data point worse than the maximum that could be tested. Pure tone averages (PTAs) were calculated for 500, 1,000 and 2,000 Hz frequencies¹³. For speech testing, subjects were seated in a sound-treated room with CI adjusted to the user's most comfortable listening setting.

Residual hearing evaluation

Patients with no measurable hearing preoperatively (n=3) were excluded from this analysis. All preimplantation and postimplantation audiometric tests were performed using a Silbemed[®] audiometer calibrated according to the American National Standards Institute with a maximum output below 120-dB HL for frequencies ranging

from 250 to 4,000 Hz. Baseline audiograms were obtained at the time of initial preimplantation evaluations. Responses to pure tones at 250, 500, 1,000, 2,000, 3,000, 4,000, 6,000 and 8,000 Hz frequencies, as well as to open-set word and sentence recognition, were performed as described above and measured in each ear before and after surgery.^{13,14} In the absence of response at fmax, fmax plus 5 dB was entered. PTAs were calculated for 250, 500 and 1,000 Hz. PTA differences between pre- and postoperative mean thresholds were classified as complete hearing conservation (0-10 dB), partial hearing conservation (>11 dB), and no hearing conservation. Patients presenting no response in the postoperative audiometric evaluation were placed in the category of no conservation.¹³

Radiological evaluation of electrode position

Plain mastoid radiographs were taken in Stenver's and transorbital views to assess electrode position in the cochlea. Films were interpreted by an experienced radiologist blinded to the surgical approach used and to patient clinical performance. The counted rings (electrodes) were classified as outside the cochlea when they lay laterally to the optic capsule.¹⁵ Since all patients had electrodes fully inserted during the surgical procedure, electrodes outside the cochlea were classified as a migration. Electrode migration was classified as: (1) none, if all electrodes were inside the cochlea; (2) mild, if one or two electrodes were outside the cochlea; (3) moderate, if three to five electrodes were outside the cochlea; and (4) severe, if six or more electrodes were outside the cochlea (Figure 1).

Statistical analysis

Sample size was calculated to analyze the association between surgical approach and postoperative audiometric mean pure-tone thresholds with CI. It was estimated that 7 patients would be needed in each group to detect a difference of 5 dB, at an alpha error of 5% and a beta error of 20%.

Data were reported as mean \pm standard deviation, median, 25th and 75th percentiles, or percent. Statistical analyses were carried out using the Statistical Package for the Social Sciences version 14.0 (SPSS, Chicago, Illinois, United States of America). Results with a probability value of 0.05 or less were considered statistically significant.

The chi-square test was used for categorical variables, and the independent samples Mann-Whitney test, for medians. The *t* test for independent samples was used for comparisons of means. Residual hearing loss was tested using two-way repeated-measures analysis of variance to compare (1) mean thresholds pre- and postoperatively in each group, (2) mean thresholds between groups and (3) pre- and postoperative mean threshold differences (Δ) between groups. Correlations were used to analyze the number of electrodes outside the cochlea, speech recognition scores and mean thresholds at each frequency.

RESULTS

Baseline characteristics

Seventy-five patients were included in the study; 44 were implanted using CAT, and 31, MPTA. Thirty-eight were male (51%); 26 (59%) in the CAT group and 12 (39%) in the MPTA group ($P=0.13$). Age at implantation ranged from 1.9 to 69 years (median 8.4 years). Table 1 shows the baseline characteristics of all patients who underwent implantation. Etiology of hearing loss in our sample is described in Table 2.

Complications

Table 3 lists complications in both groups. Mean follow-up for this outcome was 3.4 ± 1.0 years (range: 1.5 to 5.2 years). There were no cases of facial nerve paralysis, mastoiditis, cholesteatoma, or cerebrospinal fluid leaks. A case of wound infection and breakdown and implant partial extrusion in the CAT group occurred 28 months after implantation.

Electrode migration

Radiological evaluation was performed at a mean of 34 ± 12 months postoperatively (range: 11 to 53 months). Patients who missed scheduled radiological evaluations ($n=19$), a patient with extruded cochlear implant ($n=1$), and one case of bad quality plain film ($n=1$) were excluded from this analysis.

The median number of electrodes outside the cochlea was 0 in the CAT group (25th percentile = 0; 75th percentile = 1) versus 3 in the MPTA group (25th percentile = 1; 75th percentile = 4; $P < 0.001$). Cases classified as none, mild, moderate or severe migration are shown in Table 3. Number of electrodes outside the cochlea were not correlated with mean thresholds at 500 to 4,000 Hz, speech recognition scores and PTAs with CI ($P > 0.9$ for all tested variables).

Audiometric evaluation with CI

Mean follow-up was 28 ± 13 months. Mean postoperative pure-tone thresholds obtained with CI at different frequencies are presented in Table 4. There were no differences between surgical approaches in terms of mean pure-tone thresholds in any frequency ($P > 0.05$ for 500 to 4,000 Hz). PTA, calculated as the mean of patient

thresholds at 500, 1,000 and 2,000 Hz, was 42.0 ± 13.8 dB for patients in the CAT group and 38.5 ± 10.6 dB for MPTA patients ($P=0.252$). Median dissyllabic word recognition score without lip reading was 30% in the CAT group (25th percentile = 0; 75th percentile = 80%) and 36% in the MPTA group (25th percentile = 0; 75th percentile = 80%; $P>0,05$).

Residual hearing

Residual hearing analysis was possible in 39 patients: 25 in the CAT group and 14 in the MPTA group. Thirty three patients were unable to return for follow-up residual hearing testing and were therefore excluded from this outcome analysis. Pre- and postoperative mean thresholds and standard deviation according to the tested frequencies are shown in Table 5. All patients experienced some loss of threshold postoperatively ($P<0.001$), but there were no differences in mean threshold loss between the groups ($P>0.05$ in all frequencies). Complete conservation of residual hearing (PTA difference ≤ 10 dB) occurred in 11 (47%) patients in the CAT group and in six (46%) patients in the MPTA group, and partial conservation (PTA difference >11 dB) was found in 12 (53%) patients in the CAT group and seven (54%) in the MPTA group ($P=0.9$).

DISCUSSION

New surgical approaches should be compared to the standard method in terms of clinical effectiveness and safety, and not only in terms of the advantages and comfort to the surgeon. This is one of the few comparative long-term follow-up clinical studies to compare a new CI surgical approach (CAT) to the conventional approach (MPTA). Although this trial was not randomized, both groups had similar characteristics, and

there were no significant differences in age at implantation, sex, language skills, schooling and years of deafness before surgery. Both surgeons were experienced in CI surgery.

The analysis of long-term follow-up data revealed that both groups had equally satisfactory audiometric and speech recognition results. This clinical performance with CI should improve during the first 10 years post-implantation, as have been demonstrated in previous studies^{16,17}.

Major complications, such as facial nerve paralysis, meningitis, cholesteatoma and cerebrospinal fluid leaks, did not occur in either the CAT or the MPTA groups. Studies conducted in major centers have also reported an overall low incidence (0.3% to 3.0%) of major complications in CI using MPTA.¹⁸ Although rare, complications such as facial nerve paralysis and meningitis can be devastating. Our long-term evaluation data suggest that CAT was at least as safe as the traditional access technique.

Device migration is the movement of CI away from its original site. Some authors classify it as a major complication.¹⁹ To avoid electrode migration, several techniques have been developed, such as packing cochleostomy tightly with tissue, placing a loop of electrode cable against the tegmen mastoideum, and aligning the electrode cable with the cochleostomy to reduce the force of migration.²⁰ Cohen and Kuzma²¹ developed a titanium clip to secure the electrode to the incus buttress, and Balkany and Telischi²³ described a technique to secure the electrode within a slot in the incus buttress (split-bridge technique).

Studies report a low overall rate (about 1%) of electrode migration,¹⁵ but some authors have found that it is a leading cause of reimplantation, second only to device failure.^{20,22} A review of 3,773 cases in Latin America²⁴ showed that full migration occurred in 13 cases (0.35%), most of them associated with ceramic implants

(Clarion™, MED-EL™, 3M™). Only full migration was reported in that study, with no reference to partial migration rates.

In our study, radiological evaluation after a mean of 2.8 ± 1.0 years revealed that full migration occurred in 2% of the cases, all in the MPTA group. Our data demonstrated that the group undergoing CAT had significantly fewer cases of electrode migration than the MPTA group: 0% severe migration with CAT (≥ 6 electrodes outside cochlea) versus 20% with MPTA ($P < 0.001$). This long-term stability may be due to the fact that the transcanal approach provides easier access to the cochleostomy site and a favorable angle for cochleostomy drilling, electrode insertion, and tight packing with connective tissue under direct view. Also, the small posterior tympanotomy, packed with connective tissue and bone dust, contributes to this stability.

Contrary to expectations, the number of electrodes outside the cochlea was not correlated with clinical performance with CI. This finding supports the hypothesis that the number of electrodes inside the cochlea may not be directly associated with CI success.²³

One case of partial device extrusion was recorded 28 months after implantation, and was probably not associated with the surgical approach used. The patient developed skin infection and wound breakdown with partial extrusion of the implanted unit. This resulted from bone neoformation at the implant site, which made the internal unit turn laterally and be extruded. Appropriate flaps were raised and the traumatized area was covered, but the problem recurred, with local infection attributed to biofilm formation, and the implant was finally removed. The wound healed by second intention. This patient will receive another implant in the near future.

Minor complications, such as external auditory canal granuloma, occurred in four patients undergoing CAT during the first postoperative week, and all of them had total resolution after topical antibiotic treatment.

Another outcome evaluated was the percentage of residual hearing conservation in patients who received CI. Conservation of residual hearing has gained greater clinical importance in recent years, as hybrid or electroacoustic stimulation (EAS) has become a reality. EAS is the use of a hearing aid and CI in the same ear by patients with low or mid-frequency residual hearing.¹³

Surgical techniques and CI technology are constantly changing to avoid deterioration of residual hearing. Lehnhardt, in 1993,^{25,26} for the first time described a soft surgery technique consisting of a minimal 1.2 mm diameter cochleostomy on the anterior and inferior side of the round window niche, an endosteal incision with microlancet, a gentle and limited electrode insertion with Healon™ (Pharmacia, Columbus, OH, USA) for electrode lubrication and cochleostomy sealing during the insertion. Since then, several modified versions of the soft surgery technique have been employed, especially during the past decade.^{13,27,28}

Kiefer²⁷ and James et al.²⁸ reported over 80% hearing conservation in their case series. Our findings revealed that almost half of the patients had complete hearing conservation and the other half had partial conservation, with no differences between techniques. The difference between the surgical groups in terms of postoperative pure-tone thresholds was not clinically significant, which suggests that statistical significance would not be reached even if larger numbers of patients were analyzed. However, considering that surgical techniques and CI electrodes have been developed and improved during the last few years to minimize insertion trauma, preservation of residual hearing should be reevaluated in the near future.

In conclusion, long-term follow-up data showed that CAT is a safe alternative approach in CI surgery, with no related major complications and fewer cases of electrode migration than MPTA. Both approaches were equally effective in terms of hearing performance with CI and residual hearing preservation. Future randomized clinical trials should be carried out to confirm these findings and to study these approaches together with a standardized surgical hearing conservation protocol and the new CI technologies available.

Acknowledgements: The authors thank Professor Celso Dall'igna for contribution to this study; Dr Dr. Ênio Setogutti for radiological evaluation of electrode position; Luciana Cigana, Maria Elza Dorfman, Pricila Sleifer and Suzana Avila Campos for audiological evaluation.

References

1. House WF. Cochlear implants. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1976;85(suppl 27):2-6.
2. House WF. Surgical considerations in cochlear implantation. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1982;91:15-20.
3. Migirov L, Yakirevitch A, Kronenberg J. Surgical and medical complications following cochlear implantation: comparison of two surgical approaches. *ORL* 2006; 68:213-9.
4. Goycoolea MV, Ribalta GL. Exploratory tympanotomy: an integral part of cochlear implantation. *Acta Otolaryngol* 2003;123:223-6.
5. Colletti V, Fiorino FG, Carner M, Pacini L. Basal turn cochleostomy via the middle fossa route for cochlear implant insertion. *Am J Otol* 1998;19:778-84.
6. Kronenberg J, Migirov L. The suprameatal approach: an alternative surgical technique for cochlear implantation. *Cochlear Implants Int* 2006;7(3):142-7.
7. Kiratzidis T, Wolfgang A, Iliades T. Veria operation: surgical results from 101 cases. *ORL* 2002;64:413-6.
8. Hausler R. Cochlear implantation without mastoidectomy: the pericanal electrode insertion technique. *Acta Otolaryngol* 2002;122:715-9.
9. Labadie RF, Noble JH, Dawant BM, Ramya B, Majdani O, Fitzpatrick M. Clinical validation of percutaneous cochlear implant surgery: initial report. *Laryngoscope* 2008;118:1031-9.
10. Lavinsky L, Lavinsky M. Implante coclear – vias de acesso. In: Lavinsky L. *Tratamento em otologia*. Rio de Janeiro: Revinter, 2006. p. 466-72.
11. Lavinsky L, Lavinsky M. Combined approach technique to cochlear implantation. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2006;135(2S):258-9.

12. Slavutsky V, Nicenboim L. Preliminary results in cochlear implant surgery without antromastoidectomy and with atraumatic electrode insertion: the endomeatal approach. *Eur Arch Otorrhinolaryngol* 2008 Jul 18. [Epub ahead of print].
13. Balkany TJ, Connell SS, Hodges AV, Payne SL, Telischi FF, Eshraghi AA, et al. Conservation of residual acoustic hearing after cochlear implantation. *Otol Neurotol* 2006;27:1083-8.
14. Soda-Merhy A, Gonzalez-Valenzuela L, Tirado-Gutierrez C. Residual hearing preservation after cochlear implantation: comparison between straight and perimodiolar implants. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2008;139:399-404.
15. Roland TJ, Fishman AJ, Waltzman SB, Alexiades G, Hoffman RA, Cohen N. Stability of the cochlear implant array in children. *Laryngoscope* 1998;108(8):1119-23.
16. Beadle EAR, McKinley DJ, Nikolopoulos TP, Brough J, O'Donoghue GM, Archbold SM. Long-term functional outcomes and academic-occupational status in implanted children after 10 to 14 years of cochlear implant use. *Otol Neurotol* 2005;26:1152-60.
17. Calmels MN, Saliba I, Wanna G, Cochard N, Fillaux J, Deguine O, et al. Speech perception and speech intelligibility in children after cochlear implantation. *Int J Pediatr Otorrhinolaryngol* 2004;68(3):347-51.
18. Fayad JN, Wanna GB, Micheletto JN, Parisier SC. Facial nerve paralysis following cochlear implant surgery. *Laryngoscope* 2003;113:1344-6.
19. Kubo T, Matsuura S, Iwaki T. Complications of cochlear implant surgery. *Oper Tech Otolaryngol* 2005;16:154-8.

20. Connell SS, Balkany TJ, Hodges AV, Telischi FF, Angeli SI, Eshraghi AA. Electrode migration after cochlear implantation. *Otol Neurotol* 2008;29:156-9.
21. Cohen NL, Kuzma J. Titanium clip for cochlear implant electrode fixation. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl* 1995;104:402-3.
22. Cullen RD, Fayad JN, Luxford WM, Buchman CA. Revision of cochlear implant surgery in children. *Otol Neurotol* 2008;29:214-20.
23. Balkany T, Telischi FF. Fixation of electrode cable during cochlear implantation: the split bridge technique. *Laryngoscope* 1995;105:217-8.
24. Goycoolea MV & the Latin America Cochlear Implant Group. Latin American experience with the cochlear implant. *Acta Oto-Laryngologica* 2005;125:468-73.
25. Lehnhardt E. Intracochlear placement of cochlear implant electrodes in soft surgery technique. *HNO* 1993;41:356-9.
26. Di Nardo W, Cantore I, Melillo P, Cianfrone F, Scorpecci A, Paludetti G. Residual hearing in cochlear implant patients. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2007;264:855-60.
27. Kiefer J, Gstoettner W, Baumgartner W, Pok SM, Tillein J, Ye Q, Ilberg C. Conservation of low frequency hearing in cochlear implantation. *Acta Otolaryngol* 2004;124:272-80.
28. James C, Albegger K, Battmer R, Burdo S, Deggouj N, Deguine O, et al. Preservation of residual hearing with cochlear implantation: how and why. *Acta Otolaryngol* 2005;125:481-91.

Table 1. Baseline characteristics of 75 patients submitted to two approaches for cochlear implantation

	CAT	MPTA	All
	<i>n = 44</i>	<i>n = 31</i>	<i>n = 75</i>
Age at implantation (years)			
Minimum	4.0	1.9	1.9
25 th Percentile	5.0	6.0	5.3
50 th Percentile (median)	7.8	9.8	8.4
75 th Percentile	36.0	31.1	34.5
Maximum	60.8	68.8	68.8
Duration of deafness before CI (years)			
25 th Percentile	4.1	4.1	4.1
50 th Percentile (median)	6.0	6.8	6.2
75 th Percentile	10.0	11.8	10.5
Prelingual deafness n (%)	30 (68.1)	20 (64.5)	50 (66.6)
Previous experience with conventional			
hearing aids n (%)	35 (79.5)	25 (80.6)	60 (80.0)
Spoken language n (%)	18 (40.9)	18 (58.0)	36 (48.0)
Regular schooling n (%)	22 (50.0)	21 (67.7)	43 (75.4)

P > 0.05 for all variables

Table 2. Cause of deafness in 75 cochlear implant patients

Causes of deafness	CAT	MPTA
Congenital rubella	2	3
Congenital cytomegalovirus	2	1
Congenital syphilis	1	0
Mumps	0	1
Perinatal events	1	3
Hereditary	7	3
Trauma	2	0
Cochlear otosclerosis	4	0
Ototoxic drugs	1	3
Meningitis	8	2
Unknown	16	15
Total	44	31

Table 3. Complications in 75 cochlear implant patients according to surgical approach^π

Complications	CAT (%) <i>n = 44</i>	MPTA (%) <i>n = 31</i>
Wound breakdown and receiver-stimulator partial extrusion*	1 (2.0)	0
Perforated eardrum	0	1 (3.0)
Temporary Balance disturbance	2 (4.0)	1 (3.0)
Wound hyperemia	1 (2.0)	0
External auditory canal granuloma, first postoperative week	4 (9.0)	0
Skin wound over receiver-stimulator	1 (2.0)	1 (3.0)
Retroauricular keloid	1 (2.0)	0
Electrode migration ^{Ω€}		
None	18 (62.0)	3 (12.0)
Mild (1-2)	7 (24.0)	8 (32.0)
Moderate (3-5)	4 (14.0)	9 (36.0)
Severe (≥ 6)	0	5 (20.0)

€ P < 0.001

Ω Number of patients in this complication category was 29 in CAT group and 25 in MPTA group

π There were no cases of facial nerve paralysis, mastoiditis, cholesteatoma or cerebrospinal fluid leaks

* Complication occurred 28 months postoperatively

Table 4. Mean postoperative audiometric pure-tone thresholds with cochlear implant according to surgical approach^π**

	Mean threshold dB (±SD)	
	CAT	MPTA
	<i>n=44</i>	<i>n=31</i>
500 Hz	43.2 (±12.1)	40.0 (±10.1)
1000 Hz	41.3 (±13.8)	37.0 (±11.6)
2000 Hz	41.5 (±16.9)	38.4 (±11.6)
4000 Hz	45.7 (±19.9)	41.3 (±15.5)

P > 0.05 for all frequencies

*Maximum audiometer output +5 dB was used to include patients with no response in any frequency.

^π Mean follow up = 2.3±1.0 years

Table 5. Mean preimplantation and postimplantation changes in pure-tone threshold according to surgical approach*^u

	CAT			MPTA		
	<i>n = 25</i>			<i>n = 14</i>		
Hz	Preoperative	Postoperative	Change[€]	Preoperative	Postoperative	Change[€]
	Mean dB±SD	Mean dB±SD	($\Delta^{\pi\Omega}$)	Mean dB±SD	Mean dB±SD	($\Delta^{\pi\Omega}$)
250	91.0± 20.5	109.0 ±15.47	-18	98.5 ±12.9	108.9±14.0	-10.4
500	102.0± 19.5	117.0±10.4	-15	105.3±10.8	115.3±14.0	-10
1,000	110.6±17.4	121.8±5.8	-11.2	113.2±12.7	122.1±5.4	-8.9
2,000	117.6±9.1	124.1±3.25	-6.5	114.6±12.1	122.8±6.7	-8.2

*Maximum audiometer output plus 5 dB was used to include patients with no response in any frequency

^uMean thresholds at 3,000, 4,000, 6,000 and 8,000 Hz are not shown because most patients did not show response at these frequencies

[€] Mean preoperative thresholds - mean postoperative thresholds in dB

^π P<0.001 for threshold measurement pre- and postoperatively in both groups

^Ω P>0.05 for threshold change (Δ) between both groups

FIGURE 1



FIGURE LEGEND

Figure 1: Plain mastoid radiograph view showing a severe migration case with 14 electrodes outside the cochlea. Arrowhead show the dense otic capsule bone, location from where electrode are counted.

10 VERSÃO DOS ARTIGOS EM LÍNGUA PORTUGUESA

10.1 Primeiro artigo em língua portuguesa

**“Técnica de acesso combinado ao implante coclear:
experiência em 50 casos”**

Técnica de acesso combinado ao implante coclear: experiência em 50 casos

Michelle Lavinsky Wolff, MD^{1,2}, Luiz Lavinsky*, MD, PhD;^{1,2}

¹ Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Cirúrgicas - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

² Serviço de Otorrinolaringologia, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil.

Título Resumido: Acesso combinado ao implante coclear

Palavras-Chave: Implante coclear, técnica cirúrgica, acesso combinado

* Correspondência. Rua Quintino Bocaiúva, 673/4º andar, CEP 90440-003, Porto Alegre, RS, Brasil. Telefone: +55 51 3330 24 44 / Fax: +55 51 3330 68 34. E-mail: lavinsky.ez@terra.com.br

RESUMO

Introdução: A via de acesso tradicional ao implante coclear foi inicialmente proposta por William House em 1961, e técnicas alternativas vem sendo propostas por vários outros autores. A Técnica de Acesso Combinado (TAC) é uma variação da abordagem tradicional por mastoidectomia e timpanotomia posterior que usa uma cocleostomia por via transcanal combinada a uma mastoidectomia pequena e a uma timpanotomia posterior, também pequena, para a inserção dos eletrodos. **Objetivos:** apresentar uma descrição detalhada desse procedimento alternativo, relatando a experiência com 50 casos; além de contribuir com informações relacionadas a possíveis implicações e vantagens do uso da cocleostomia transcanal. **Pacientes e local de realização:** pacientes com surdez severa ou profunda bilateral, com desempenho insuficiente com aparelhos de amplificação sonora individual (AASI) e submetidos a implante coclear usando a TAC no Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) desde maio de 2003. **Desenho:** série de casos. **Resultados:** A mediana do seguimento foi de 29 meses. Em todos os casos o implante foi bem sucedido usando a TAC. Não houve complicações maiores, como paralisia ou paresia facial, meningite, colesteatoma ou fístula. **Conclusão:** Em nossa experiência, a TAC se mostrou uma variação efetiva e segura da cirurgia de implante coclear, sendo especialmente vantajosa na presença de calcificação ou malformação coclear e quando a posição do nervo facial dificulta a abertura ampla do recesso facial.

INTRODUÇÃO

A via de acesso tradicional para o implante coclear foi inicialmente proposta por William House em 1961 ^{1,2} e desde então, alternativas a essa técnica vêm sendo propostas por vários autores. Colletti ³ descreveu a via de acesso através da fossa média. Kronenberg ⁴ desenvolveu um acesso suprameatal – a orelha média é exposta através do CAE e os eletrodos são introduzidos em um túnel suprameatal até a cocleostomia. Em outras técnicas, os eletrodos são inseridos através de um canal confeccionado paralelamente ao osso cortical do CAE, atravessando o recesso facial até o local da cocleostomia ⁵.

Goycoolea ⁶ descreve um acesso alternativo ao local da cocleostomia, o qual atravessa o *aditus ad antrum*, a *fossa incudis* e usa o espaço criado pela bigorna previamente removida como caminho para os eletrodos até a cocleostomia. O mesmo autor ⁷ também propôs uma timpanotomia exploratória antes da realização da timpanotomia posterior. Na presença de malformações e calcificações, a cocleostomia é geralmente realizada anterior à janela redonda, por um acesso transcanal.

A variação da via de acesso clássica ao implante coclear descrita neste artigo é baseada em uma cocleostomia por via transcanal, combinada a uma mastoidectomia pequena e a uma timpanotomia posterior, também pequena, para a inserção dos eletrodos. Essa variação é referida como Técnica de Acesso Combinada (TAC) ^{8,9}. O objetivo desse artigo é apresentar uma descrição detalhada desse procedimento alternativo, relatando a experiência com 50 casos, além de contribuir com informações relacionadas às possíveis implicações do uso da cocleostomia transcanal.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram incluídos no estudo pacientes com surdez severa ou profunda implantados usando a TAC desde maio de 2003, no Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA). Todos os pacientes foram submetidos a um protocolo padronizado envolvendo dados de história clínica, testes audiológicos e avaliações social e psicológica. Os implantes utilizados foram Nucleus 24M and 24R e Contour (Cochlear® Lane Cove, Austrália). As cirurgias foram realizadas pelo autor sênior. O monitor de nervo facial foi utilizado em todas as cirurgias. Os pacientes receberam profilaxia antibiótica durante o transoperatório e por sete dias pós-operatórios. A técnica foi avaliada em termos de factibilidade e da ocorrência de complicações trans e pós-operatórias. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição.

Técnica cirúrgica

Os passos da técnica cirúrgica são os mesmos da técnica tradicional, exceto pelas seguintes modificações:

1) desenvolvimento de um retalho tímpano-meatal clássico; 2) exposição por via transcanal das estruturas da orelha média (Figura 1); 3) realização de pequena mastoidectomia e aticotomia com visualização do processo curto da bigorna e da *fossa incudis*; 4) realização de pequena timpanotomia posterior, com exposição da articulação incudoestapediana (Figura 2), com abertura limitada do recesso facial, suficiente para a visualização do local da cocleostomia da mastóide e para a posterior inserção dos eletrodos; 5) realização da cocleostomia através do acesso transcanal (Figura 3). A cocleostomia é realizada em sua localização clássica, ou seja, anterior e inferior ao ânulo da janela redonda, com um broca diamantada de 1 mm de diâmetro, expondo o endósteo da escala timpânica; 6) inserção dos eletrodos através da pequena

timpanotomia posterior e da cocleostomia; 7) efetivo tamponamento da cocleostomia com tecido conectivo sob visão direta; 8) tamponamento da pequena timpanotomia posterior com tecido conectivo e pó de osso; 9) após a fixação da unidade interna e a manipulação das estruturas retroauriculares, controla-se o posicionamento dos eletrodos sob visão direta (por via transcanal), conferindo se não houve deslocamento em função da manipulação.

RESULTADOS

Vinte pacientes eram do sexo feminino (40%). A idade no momento de realização do implante variou de 4 a 61 anos (média = 17 anos; moda = 5 anos). Trinta e quatro pacientes (68%) tinham entre quatro e 12 anos de idade. A técnica de acesso combinado (TAC) foi possível em todos os casos. Complicações maiores, como paralisia ou paresia facial, meningite, colesteatoma, ou fístula não ocorreram no grupo de pacientes estudados. A média e a mediana de seguimento foram de 27 e 29 meses, respectivamente. Os implantes foram ativados após 45 dias e todos funcionaram adequadamente.

Um caso de extrusão parcial da unidade interna foi registrado após 28 meses após o IC e provavelmente não foi associado com a abordagem cirúrgica utilizada. O paciente desenvolveu infecção cutânea local com solução de continuidade da ferida operatória, evoluindo para extrusão parcial da unidade interna. Acredita-se que esse evento tenha sido resultado de neoformação óssea no local do implante, levando ao deslocamento lateral da unidade interna e à conseqüente extrusão parcial.. Retalhos miocutâneos foram realizados para cobrir a área traumatizada, mas o problema recorreu com infecção local, atribuída à formação de biofilmes, o que determinou a remoção do implante. O paciente será reimplantado em um futuro próximo.

DISCUSSÃO

Na TAC, a cocleostomia é realizada por via transcanal. A via de acesso transcanal proporciona uma ampla exposição do campo cirúrgico para a cocleostomia. Com isso, é possível um posicionamento da broca em um ângulo favorável, evitando a aproximação da broca do nervo facial e facilitando o procedimento. Além disso, a manipulação de áreas de difícil acesso, como o segmento anterior da espira basal, torna-se mais fácil.

O passo inicial da TAC, a confecção do retalho timpano-meatal com exposição das estruturas da orelha média, tem duração de cerca de 15 minutos e proporciona um acesso direto para a exploração da anatomia da orelha média, assim como um campo cirúrgico confortável para a instrumentalização do local da cocleostomia. A janela redonda é visualizada diretamente, o que resulta na fácil identificação do local da cocleostomia. Em nossa experiência, o acesso direto à cocleostomia facilita não somente sua localização, mas também sua execução, a inserção dos eletrodos e o seu tamponamento com tecido conectivo.

A visualização direta permite também um manejo cuidadoso do endósteo durante a cocleostomia, preservando sua integridade até que o manejo com a broca esteja terminado, resultando em um procedimento potencialmente mais conservador para as estruturas da orelha interna.

A preparação do retalho tímpano-meatal, assim como o usado rotineiramente na estapedectomia, não resultou em infecção pós-operatória em nossos pacientes. Outras técnicas alternativas ao implante coclear também incluem a realização de um retalho tímpano-meatal sem aumento nos casos de infecção pós-operatória ^{4,5}.

Outro importante aspecto é que a TAC facilita a preservação da integridade do nervo facial já que a timpanotomia posterior é usada apenas para a inserção dos eletrodos, evitando a abertura ampla do recesso facial; as manobras são, portanto, realizadas distantes do nervo facial. A estimulação elétrica do nervo facial pelos eletrodos, em casos de cócleas pouco permeáveis e conseqüente inserção parcial dos eletrodos e espasmos faciais, também é evitada.

Em síntese, as principais vantagens da TAC estão em sua simplicidade, resultado da fácil execução da cocleostomia, da reduzida timpanotomia posterior e da direta visualização dos eletrodos durante sua inserção. Em nossa experiência, essas vantagens resultaram em menor tempo cirúrgico, mesmo considerando os minutos adicionais dedicados à realização do retalho tímpano-meatal. A técnica aqui descrita é também especialmente favorável em casos de calcificação ou malformação da cóclea, ou em outras situações em que a cocleostomia tenha que ser realizada anteriormente, assim como em casos em que a posição do nervo facial dificulte a ampla abertura do recesso facial.

CONCLUSÃO

Em nossa experiência, a TAC se mostrou uma variação efetiva e segura da cirurgia de implante coclear, sendo especialmente vantajosa na presença de calcificação ou malformação coclear e quando a posição do nervo facial dificulta a ampla abertura do recesso facial.

REFERÊNCIAS

1. House WF. Cochlear implants. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1976;85 suppl 27:1-93.
2. House WF. Surgical considerations in cochlear implantation. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1982; 91:15-20.
3. Colletti V, Fiorino FG, Carner M, Pacini L. Basal turn cochleostomy via the middle fossa route for cochlear implant insertion. *Am J Otol* 1998;19:778-84.
4. Kronenberg J, Migirov L, Dagan T. Suprameatal approach: new surgical approach for cochlear implantation. *J Laryngol Otol* 2001;115:283-85.
5. Kiratzidis T, Arnold W, Iliades T. Veria operation updated. I. The trans-canal wall cochlear implantation. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 2002;64:406-12.
6. Goycoolea M. Surgical approaches for cochlear implants. In: Goycoolea M, Paparella M, Nissen R, eds. *Atlas of otologic surgery*. Philadelphia, PA: Saunders; 1989:286-96.
7. Goycoolea MV, Ribalta GL. Exploratory tympanotomy: an integral part of cochlear implantation. *Acta Otolaryngol* 2003;123:223-6.
8. Lavinsky L, Lavinsky M. Implante Coclear – Vias de Acesso. In: Lavinsky L. *Tratamento em Otologia*; Revinter, Rio de Janeiro, 2006, p466-72.
9. Lavinsky L, Lavinsky M. Combined Approach Technique to Cochlear Implantation. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 2006: 135(2S), 258-9.

FIGURA 1

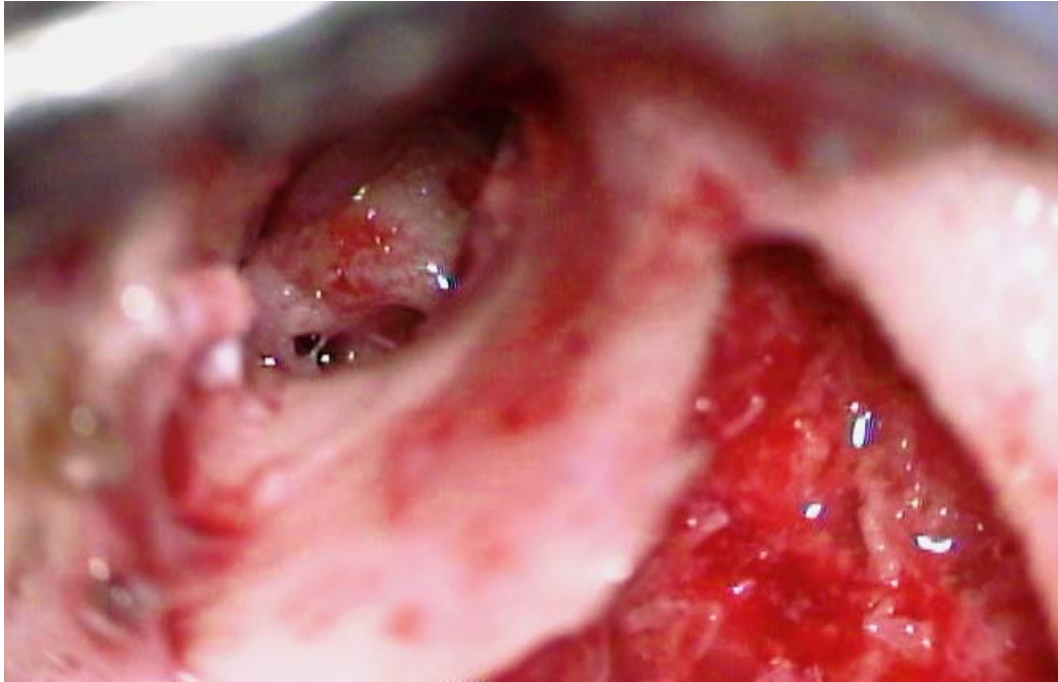


FIGURA 2



FIGURA 3



LEGENDA DAS FIGURAS

Figura 1. Fotografia demonstrando a ampla exposição e visão direta das estruturas da orelha media, obtida através da abordagem transcanal.

Figura 2. Fotografia da pequena timpanotomia posterior com exposição da articulação incudoestapediana.

Figura 3. Fotografia da cocleostomia transcanal.

10.2 Segundo artigo em língua portuguesa

**“Análise comparativa de duas técnicas de implante coclear: estudo de
coorte com resultados em longo prazo”**

Análise comparativa de duas técnicas de implante coclear: Estudo de Coorte com resultados em longo prazo

Michelle Lavinsky Wolff^{1,2}, Luiz Lavinsky^{1,2}, Manoela Chitolina Villetti³

Vínculos institucionais :

¹ Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Cirúrgicas - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

² Serviço de Otorrinolaringologia, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil.

³ Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

Fontes de Financiamento:

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES;

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq;

Palavras-chave: Implante coclear, técnica cirúrgica, resultados em longo prazo, audição residual, complicações

RESUMO

Objetivo: Comparar e avaliar os resultados em longo prazo sobre segurança, efetividade e conservação da audição residual entre CAT e o acesso tradicional de mastoidectomia e timpanotomia posterior (MPTA). **Desenho:** Estudo de coorte. **População:** Pacientes com perda auditiva profunda sem benefício com aparelhos de amplificação sonora individual, submetidos a implante coclear (IC) no Hospital de Clínicas de Porto Alegre de maio de 2003 a dezembro de 2006. **Resultados:** Setenta e cinco pacientes foram incluídos; 44 usando CAT e 31, MPTA. Não houve complicações como paralisia facial, mastoidite, colesteatoma ou fístula após uma média de $3,4 \pm 1,0$ anos. A mediana do número de eletrodos fora da cóclea foi 0 no grupo CAT (percentil 25=0; percentil 75=1) versus três no grupo MPTA (percentil 25 =1; percentil 75=4; $P < 0,001$). Não houve diferença nos limiares pós-operatórios entre os dois tipos de abordagens cirúrgicas ($P > 0,05$). Todos os pacientes apresentaram alguma perda da audição residual no pós-operatório ($P < 0,001$), mas não houve diferença na média de perda entre os grupos ($P > 0,05$). **Conclusão:** Os dados com seguimento em longo prazo demonstraram que CAT é uma abordagem alternativa segura e efetiva à cirurgia de IC. Futuros ensaios clínicos randomizados devem ser conduzidos para confirmar esses achados, incorporando protocolos cirúrgicos padronizados conservadores para audição residual e novas tecnologias de IC disponíveis.

INTRODUÇÃO

O acesso clássico ao implante coclear (IC) por mastoidectomia e timpanotomia posterior (AMTP) foi proposto inicialmente por William House, em 1961^{1, 2}, e poucas mudanças têm sido incorporadas desde então. O acesso consiste em uma mastoidectomia, seguida por uma timpanotomia posterior. A cocleostomia é realizada através do recesso facial¹. Os nervos facial e corda do tímpano são usados com pontos anatômicos de referência para delimitar o recesso facial como meio de entrada para a orelha média. Apesar de a técnica ser bem estabelecida, a realização do broqueamento através de um recesso estreito pode levar a dano aos nervos facial e corda do tímpano³. Além disso, o acesso é angulado e dificulta a realização da cocleostomia nas regiões anteriores da espira basal da cóclea⁴.

Buscando procedimentos mais simples e seguros, algumas técnicas alternativas têm sido propostas nos últimos anos⁴⁻¹². A Técnica de Acesso Combinado (TAC)^{10, 11} ao IC, uma variação da clássica AMTP, consiste em um acesso transcanal à cocleostomia combinado a uma mastoidectomia pequena e uma timpanotomia posterior mínima para a inserção dos eletrodos.

A abordagem transcanal é vantajosa por proporcionar um campo cirúrgico amplo, adequado para a visualização das estruturas da orelha média e para a realização da cocleostomia. A broca pode ser posicionada em um ângulo favorável, que facilita o procedimento e evita a proximidade do nervo facial. A ampla exposição da orelha média, com melhor visualização do promontório, resulta em uma cocleostomia de fácil execução e na inserção mais controlada dos eletrodos. A melhor visibilidade do local da

cocleostomia favorece a preservação da audição residual e a correta inserção dos eletrodos na escala timpânica⁶.

Como a cocleostomia é realizada diretamente através da orelha média, uma timpanotomia posterior pequena é suficiente para passagem dos eletrodos, dispensando abertura ampla do recesso facial. O trabalho pode ser conduzido a uma distância confortável do nervo facial, o que simplifica o procedimento e proporciona uma curva de aprendizado rápida^{10,11}.

O objetivo do presente estudo é relatar os resultados em longo prazo de pacientes submetidos a cirurgia de IC usando uma das duas abordagens, TAC ou AMTP, avaliando comparativamente aspectos relacionados à segurança, à efetividade e à preservação da audição residual.

MATERIAL E MÉTODOS

Os pacientes elegíveis para este estudo longitudinal, observacional e comparativo (estudo de coorte) apresentavam surdez severa ou profunda bilateral, ausência de benefício com aparelhos de amplificação sonora individual (AASI), tendo sido submetidos a IC no Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) consecutivamente de maio de 2003 a dezembro de 2006. A todos os pacientes foi aplicado um protocolo padronizado envolvendo dados de história clínica, testes audiológicos e avaliações social e psicológica. Os pacientes foram agrupados de acordo com a abordagem cirúrgica utilizada, AMTP ou TAC. Todas as cirurgias do grupo TAC foram realizadas pelo autor sênior, e as realizadas por via AMTP foram realizadas por um cirurgião otológico experiente do Programa de Implante Coclear do HCPA. Os implantes utilizados foram Nucleus 24M and 24R e Contour (Cochlear[®] Lane Cove, Austrália).

As informações de prontuários médicos foram revisadas por investigadores treinados, que utilizaram protocolo padronizado para aferir os seguintes dados pré-operatórios: sexo, idade no momento do implante, duração do período de surdez, etiologia da perda auditiva, surdez pré ou pós-lingual, experiência prévia com AASI, comunicação oral, lado do implante, tipo do implante, limiares auditivos pré-operatórios e complicações trans e pós-operatórias.

Os pacientes foram prospectivamente avaliados durante suas consultas de seguimento de rotina, no período de julho de 2007 a agosto de 2008. Os principais desfechos avaliados foram desempenho audiométrico usando o IC, preservação da audição residual e posição radiológica dos eletrodos. Os investigadores contataram todos os pacientes que não compareceram às consultas de rotina, propondo um novo horário para consulta. Todos os investigadores assinaram termo de confidencialidade, para preservar o sigilo das informações obtidas dos prontuários médicos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Saúde do HCPA.

Avaliação audiométrica usando o IC

As audiometrias pós-operatórias usando o IC foram realizadas testando freqüências de 500 a 4,000 Hz e o reconhecimento de dissílabos e sentenças em conjunto aberto. O limiar de saída máxima do audiômetro para as freqüências de 500 a 4,000 Hz foi inferior a 80 dB. Qualquer resposta relatada como vibrotátil foi considerada como ausência de resposta. Para evitar perda de dados, a ausência de resposta na saída máxima do audiômetro em uma determinada freqüência (f_{max}), foi registrada como f_{max} mais 5 dB. Esse nível foi escolhido para a ausência de resposta, por representar um resultado pior do que o limiar máximo que poderia ser testado. Para o cálculo da média dos tons puros (MTP), foram usadas as freqüências de 500, 1,000 e

2,000 Hz. Para o reconhecimento de fala, os indivíduos foram testados em uma cabine sonoramente tratada com o IC ajustado com a programação considerada mais confortável para o paciente. Foi utilizada uma lista padronizada de dissílabos e sentenças¹³.

Avaliação da audição residual (AR)

Os pacientes que não apresentaram audição residual mensurável no pré-operatório foram excluídos dessa análise. Todos os testes audiométricos foram realizados por meio de audiômetro de marca Silbelmed[®], calibrado segundo as normas do Instituto Nacional Americano de Padronização, com o limiar de saída máximo menor de 120-dB HL para frequências de 250 a 4,000 Hz. As audiometrias pré-operatórias foram obtidas mediante a avaliação realizada previamente ao implante. Foram testados os níveis de limiares tonais nas frequências de 500, 1000, 2,000, 3,000, 4,000, 6,000 e 8,000 Hz^{13, 14}. Na ausência de resposta na saída máxima do audiômetro em uma determinada frequência (fmax), fmax mais 5 dB foi registrado. A média de tons puros (MTP) foi realizada utilizando as frequências 250, 500 e 1,000 Hz¹³. A média da diferença da MTP pré e pós-operatória foi classificada como conservação completa da AR (diferença na MTP ≤ 10 dB), conservação parcial da AR (diferença na MTP > 11 dB) e ausência de conservação da AR. Pacientes que não apresentaram resposta na avaliação audiométrica pós-operatória foram considerados como tendo ausência de conservação da AR¹³.

Posicionamento radiológico dos eletrodos

Para aferir o posicionamento dos eletrodos na cóclea foram realizadas radiografias mastoidéias utilizando incidências de Stenver e transorbital. As radiografias foram avaliadas por um radiologista experiente cegado para o acesso cirúrgico e para o desempenho clínico do paciente. Os eletrodos foram considerados como estando fora da cóclea quando posicionados lateralmente a cápsula óptica¹⁵. Como todos os pacientes tiveram inserção completa dos eletrodos durante o procedimento, o posicionamento dos eletrodos fora da cóclea foi considerado como migração. A migração dos eletrodos foi classificada como: (1) ausente, se todos eletrodos estivessem dentro da cóclea; (2) leve, se um ou dois eletrodos estivesse(m) fora da cóclea; (3) moderada, se três a cinco eletrodos estivessem fora da cóclea e (4) severa, se seis ou mais eletrodos estivessem fora da cóclea (Figura 1).

Análise estatística

O cálculo do tamanho de amostra foi realizado para analisar a associação entre o acesso cirúrgico utilizado e os limiares tonais médios usando o IC. Sete pacientes em cada grupo seriam necessários para detectar uma diferença de 5 dB, considerando um erro alfa de 5% e um erro beta de 20%.

Os dados foram relatados como média \pm desvio padrão, mediana, percentil 25 e 75 ou percentual. A análise estatística foi realizada usando o *Statistical Package for the Social Sciences* versão 14.0 (SPSS, Chicago, Illinois, USA). Uma diferença foi considerada como estatisticamente significativa se o valor de P fosse menor ou igual a 0,05. O teste de qui-quadrado foi usado para análise de variáveis categóricas e o teste Mann-Whitney para amostras independentes, em comparação das medianas. O teste *t* para amostras independentes foi utilizado para a comparação de médias. A perda da

audição residual foi avaliada usando a análise de variância para medidas repetidas para comparar (1) a média dos limiares pré e pós-operatórios em cada grupo; (2) a média das diferenças (delta) entre limiares pré e pós-operatórios entre os grupos. Para correlacionar o número de eletrodos fora da cóclea com limiares nas frequências de 500 Hz a 4,000 Hz, PTA e escores médios de reconhecimento de fala usando o IC, foi usada análise de correlação.

RESULTADOS

Características da amostra

Setenta e cinco pacientes foram incluídos no estudo; sendo 44 implantados por meio da TAC e 31 por meio da AMTP. Trinta e oito eram do sexo masculino (51%); 26 (59%) no grupo TAC e 12 no grupo AMTP ($P = 0.13$). A idade no momento do implante variou de 1,9 a 69 anos (mediana de 8,4 anos). A Tabela 1 mostra as características da linha de base de todos os pacientes submetidos ao IC. A etiologia da perda auditiva em nossa amostra está descrita na Tabela 2.

Complicações

As complicações observadas em ambos os grupos estão listadas na Tabela 3. O tempo de seguimento médio para esse desfecho foi de $3,4 \pm 1,0$ anos (1,5 a 5,2 anos). Não houve casos de paralisia facial, mastoidite, colesteatoma ou fístula. Um caso de deiscência da ferida operatória com extrusão parcial do implante no grupo TAC ocorreu 28 meses após o IC.

Migração dos eletrodos

A avaliação radiológica foi realizada após uma média de 34 ± 12 meses pós-operatórios (11 a 53 meses). Pacientes que não compareceram a avaliação radiológica (n = 19), paciente com implante coclear extruído (n = 1), radiografia com má qualidade técnica (n = 1) foram excluídos da análise.

A mediana do número de eletrodos posicionados radiologicamente fora da cóclea foi 0 no grupo TAC (percentil 25 = 0; percentil 75 = 1) versus 3 no grupo AMTP (percentil 25 = 1; percentil 75 = 4; $P < 0,001$). Os dados foram classificados como migração ausente, leve, moderada ou severa, conforme demonstrado na Tabela 3. O número de eletrodos fora da cóclea não apresentou correlação com a média dos limiares nas frequências de 500 Hz a 4,000 Hz, MTP e com escores médios de reconhecimento de fala usando o IC ($P > 0,9$ para todas as variáveis testadas).

Avaliação audiométrica usando o IC

O seguimento médio foi de 28 ± 13 meses. Os limiares pós-operatórios médios em cada frequência testada com IC são apresentados na Tabela 4. Não houve diferença nos limiares pós-operatórios médios entre os dois tipos de abordagens cirúrgicas em todas as frequências ($P > 0,05$ para 500 Hz a 4,000 Hz). A MTP calculada como a média dos limiares em 500Hz, 1,000Hz e 2,000Hz, foi $42,0 \pm 13,8$ dB para pacientes do grupo TAC, e $38,5 \pm 10,6$ dB para pacientes do grupo AMTP ($P = 0,252$). A mediana do percentual de reconhecimento de dissílabos sem leitura orofacial foi 30% para pacientes do grupo TAC (percentil 25 = 0; percentil 75 = 80%) e 36% para pacientes do grupo TAC (percentil 25 = 0; percentil 75 = 80%; $P > 0,05$).

Audição Residual

A análise da audição residual foi possível em 39 pacientes: 25 no grupo TAC e 14 no grupo AMTP. Para a aferição da audição residual, 33 pacientes estiveram impossibilitados de comparecer para seguimento, sendo portanto, excluídos dessa análise. As médias dos limiares pré e pós-operatórios e os respectivos desvios-padrão de acordo com as frequências testadas estão descritos na Tabela 5. Todos os pacientes apresentaram alguma perda da audição residual no pós-operatório ($P < 0,001$), mas não houve diferença na média de perda entre os grupos ($P > 0,05$ em todas as frequências).

A conservação completa da audição residual (diferença na MTP ≤ 10 dB) ocorreu em 11 pacientes (47%) no grupo TAC e em 6 (46%) no grupo AMTP. Conservação parcial (diferença na MTP > 11 dB) foi encontrada em 12 (53%) pacientes no grupo TAC e em sete (54%) no grupo AMTP ($P = 0,9$).

DISCUSSÃO

A avaliação de novas técnicas cirúrgicas não deve se restringir apenas a vantagens técnicas e à comodidade ao cirurgião. A análise comparativa de aspectos como segurança e efetividade em longo prazo, em relação a técnica padrão deve ser buscada para que os resultados clínicos de novas abordagens sejam avaliados adequadamente. O presente trabalho é um dos únicos estudos clínicos comparados com longo seguimento que avalia uma nova abordagem cirúrgica (TAC) em relação à abordagem convencional (AMTP). Apesar de não ser um ensaio clínico randomizado, ambos os grupos apresentavam características similares no que diz respeito à idade no implante, a sexo, à linguagem oral, à escolaridade e a duração da surdez antes da cirurgia. Ambos os cirurgiões eram experientes em cirurgia de IC.

A análise de seguimento em longo prazo demonstrou que ambos os grupos apresentaram resultados audiométricos satisfatórios. Esse desempenho tende a evoluir

progressivamente para melhores escores de reconhecimento de fala e limiares mais baixos durante os primeiros 10 anos pós-operatórios, conforme demonstrado em estudos prévios ^{16,17}.

Complicações maiores, como paralisia facial, meningite, colesteatoma e fístula não ocorreram em ambos os grupos. Estudos conduzidos em grandes centros de IC relatam uma baixa incidência (0,3% a 3%) de complicações maiores usando a abordagem AMTP ¹⁸. Apesar de raras, as complicações podem ser graves. Em nossa avaliação em longo prazo, a TAC se mostrou pelo menos tão segura quanto a abordagem tradicional ao IC.

A migração dos eletrodos refere-se ao movimento do IC ao distanciar-se de seu sítio original. Alguns autores a classificam como uma complicação maior ¹⁹. Para evitar essa complicação, algumas técnicas têm sido desenvolvidas, como o tamponamento mais efetivo da cocleostomia com tecido conjuntivo, posicionamento da alça do eletrodo contra o tegmen mastóideo e alinhamento do cabo dos eletrodos com a cocleostomia, a fim de minimizar as forças de migração²⁰. Também com objetivo de minimizar a migração, Cohen e Kuzma ²¹ desenvolveram um clipe de titânio para segurar o eletrodo com apoio na bigorna, e Balkany e Telischi ²³ descreveram uma técnica para fixar os eletrodos através de ranhura na bigorna (*split-bridge technique*).

Estudos relatam uma baixa taxa de migração de eletrodos (cerca de 1%) ¹⁵, mas alguns autores apontam esta como uma das maiores causas de reimplante, superado apenas pela falha do implante ^{20, 22}. Uma revisão de 3773 casos de implantes realizados na América Latina ²⁴ demonstrou que migração completa ocorreu em 13 casos (0,35%), a maioria deles associado com implantes de cerâmica (Clarion[®], MED-EL[®], 3M[®]). Apenas casos de migração completa foram relatados, sem referência a taxas de migração parcial.

Em nosso estudo, a avaliação radiológica realizada após uma média de $2,8 \pm 1,0$ anos revelou a ocorrência de migração completa em 2% dos casos, todos no grupo AMTP. Nossos dados demonstraram que os pacientes submetidos ao IC através da abordagem TAC apresentaram significativamente menos casos de migração de eletrodos do que os submetidos a abordagem AMTP [0% de migração severa (≥ 6 eletrodos fora da cóclea) no grupo TAC versus 20% no grupo AMTP, $P < 0,001$]. Essa estabilidade em longo prazo pode ser atribuída ao fato de a abordagem transcanal proporcionar acesso fácil ao local da cocleostomia, ângulo favorável para o broqueamento, inserção de eletrodos e tamponamento efetivo com tecido conectivo sob visão direta. Além disso, a pequena timpanotomia posterior, tamponada com tecido conectivo e pó de osso, também favorece a estabilidade do feixe de eletrodos.

Ao contrário do esperado, o número de eletrodos fora da cóclea não esteve correlacionado com o desempenho clínico do IC. Esse achado suporta a hipótese de que o número de eletrodos no interior da cóclea pode não estar diretamente associado com o sucesso do IC ²³.

Um caso de extrusão parcial da unidade interna foi registrado decorridos 28 meses do IC e provavelmente não foi associado com a abordagem cirúrgica utilizada. O paciente desenvolveu infecção cutânea local com solução de continuidade da ferida operatória, e conseqüente extrusão parcial da unidade interna. Acredita-se que esse evento tenha sido resultado de neoformação óssea no local do implante, levando ao deslocamento lateral da unidade interna e à extrusão parcial da mesma. Retalhos miocutâneos foram realizados para cobrir a área traumatizada, mas o problema recorreu com infecção local, atribuída à formação de biofilmes, sendo o implante então removido. O paciente será reimplantado em um futuro próximo.

Complicações menores, como granuloma do conduto auditivo externo ocorreu em quatro pacientes do grupo TAC durante a primeira semana pós-operatória, e todos apresentaram resolução total do quadro após tratamento com antibiótico tópico.

Outro desfecho avaliado foi a preservação da audição residual (AR) nos pacientes implantados. Esse é um conceito que vem ganhando importância nos últimos anos uma vez que o implante híbrido ou a estimulação eletro-acústica (EEA) tem-se tornado realidade. A EEA se refere ao uso de AASI e IC na mesma orelha em pacientes com AR em frequências baixas e médias ¹³.

Para evitar perda da AR, protocolos cirúrgicos e novas tecnologias menos traumáticas de IC estão constantemente sendo desenvolvidos. Lenhardt, em 1993 ^{25, 26}, foi o primeiro a desenvolver um protocolo conservador, que consistia em uma cocleostomia mínima de 1,2 mm anterior e inferior ao nicho da janela redonda, uma incisão no endósteo com microlanceta e uma inserção delicada dos eletrodos. Desde o relato de Lenhardt, algumas modificações e acréscimos a esse protocolo vêm sendo desenvolvidas ^{13, 27, 28}.

Kiefer ²⁷ e James et al. ²⁸ relatam conservação da AR em mais de 80% de seus casos, nos quais foram utilizados protocolos cirúrgicos conservadores. Nossos achados revelam que cerca da metade dos pacientes tiveram conservação completa da AR e a outra metade apresentaram conservação parcial, sem diferença entre os dois grupos estudados (TAC ou AMTP). A diferença de limiares pós-operatórios entre as abordagens cirúrgicas não foi clinicamente significativa, o que sugere que mesmo com uma amostra maior e atingindo significância estatística, essa diferença de limiares não teria significância clínica. Entretanto, considerando que novos protocolos cirúrgicos e eletrodos de IC têm sido desenvolvidos nos últimos anos, o desfecho preservação da AR deve ser reavaliado em um futuro próximo.

Concluindo, a ausência de complicações maiores relacionadas à TAC e a menor taxa de migração de eletrodos em longo prazo demonstraram ser esta uma abordagem alternativa segura à cirurgia de IC. Ambas as técnicas se mostraram igualmente efetivas no desempenho auditivo com IC e na capacidade de preservação da audição residual. Futuros ensaios clínicos randomizados devem ser conduzidos para confirmar esses achados, incorporando protocolos cirúrgicos padronizados conservadores para audição residual e novas tecnologias de IC disponíveis.

Agradecimentos: Os autores agradecem ao Professor Celso Dalligna pela sua contribuição a esse estudo; ao Dr Ênio Setogutti pela avaliação radiológica do posicionamento dos eletrodos; e às fonoaudiólogas Luciana Cigana, Maria Elza Dorfman, Pricila Sleifer e Suzana Avila pela avaliação audiológica dos pacientes.

REFERÊNCIAS

1. House WF. Cochlear implants. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1976;85(suppl 27):2-6.
2. House WF. Surgical considerations in cochlear implantation. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1982;91:15-20.
3. Migirov L, Yakirevitch A, Kronenberg J. Surgical and medical complications following cochlear implantation: comparison of two surgical approaches. *ORL* 2006; 68:213-9.
4. Goycoolea MV, Ribalta GL. Exploratory tympanotomy: an integral part of cochlear implantation. *Acta Otolaryngol* 2003;123:223-6.
5. Colletti V, Fiorino FG, Carner M, Pacini L. Basal turn cochleostomy via the middle fossa route for cochlear implant insertion. *Am J Otol* 1998;19:778-84.
6. Kronenberg J, Migirov L. The suprameatal approach: an alternative surgical technique for cochlear implantation. *Cochlear Implants Int* 2006;7(3):142-7.
7. Kiratzidis T, Wolfgang A, Iliades T. Veria operation: surgical results from 101 cases. *ORL* 2002;64:413-6.
8. Hausler R. Cochlear implantation without mastoidectomy: the pericanal electrode insertion technique. *Acta Otolaryngol* 2002;122:715-9.
9. Labadie RF, Noble JH, Dawant BM, Ramya B, Majdani O, Fitzpatrick M. Clinical validation of percutaneous cochlear implant surgery: initial report. *Laryngoscope* 2008;118:1031-9.
10. Lavinsky L, Lavinsky M. Implante coclear – vias de acesso. In: Lavinsky L. *Tratamento em otologia*. Rio de Janeiro: Revinter, 2006. p. 466-72.
11. Lavinsky L, Lavinsky M. Combined approach technique to cochlear implantation. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2006;135(2S):258-9.

12. Slavutsky V, Nicenboim L. Preliminary results in cochlear implant surgery without antromastoidectomy and with atraumatic electrode insertion: the endomeatal approach. *Eur Arch Otorrhinolaryngol* 2008 Jul 18. [Epub ahead of print].
13. Balkany TJ, Connell SS, Hodges AV, Payne SL, Telischi FF, Eshraghi AA, et al. Conservation of residual acoustic hearing after cochlear implantation. *Otol Neurotol* 2006;27:1083-8.
14. Soda-Merhy A, Gonzalez-Valenzuela L, Tirado-Gutierrez C. Residual hearing preservation after cochlear implantation: comparison between straight and perimodiolar implants. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2008;139:399-404.
15. Roland TJ, Fishman AJ, Waltzman SB, Alexiades G, Hoffman RA, Cohen N. Stability of the cochlear implant array in children. *Laryngoscope* 1998;108(8):1119-23.
16. Beadle EAR, McKinley DJ, Nikolopoulos TP, Brough J, O'Donoghue GM, Archbold SM. Long-term functional outcomes and academic-occupational status in implanted children after 10 to 14 years of cochlear implant use. *Otol Neurotol* 2005;26:1152-60.
17. Calmels MN, Saliba I, Wanna G, Cochard N, Fillaux J, Deguine O, et al. Speech perception and speech intelligibility in children after cochlear implantation. *Int J Pediatr Otorrhinolaryngol* 2004;68(3):347-51.
18. Fayad JN, Wanna GB, Micheletto JN, Parisier SC. Facial nerve paralysis following cochlear implant surgery. *Laryngoscope* 2003;113:1344-6.
19. Kubo T, Matsuura S, Iwaki T. Complications of cochlear implant surgery. *Oper Tech Otolaryngol* 2005;16:154-8.
20. Connell SS, Balkany TJ, Hodges AV, Telischi FF, Angeli SI, Eshraghi AA. Electrode migration after cochlear implantation. *Otol Neurotol* 2008;29:156-9.

21. Cohen NL, Kuzma J. Titanium clip for cochlear implant electrode fixation. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl* 1995;104:402-3.
22. Cullen RD, Fayad JN, Luxford WM, Buchman CA. Revision of cochlear implant surgery in children. *Otol Neurotol* 2008;29:214-20.
23. Balkany T, Telischi FF. Fixation of electrode cable during cochlear implantation: the split bridge technique. *Laryngoscope* 1995;105:217-8.
24. Goycoolea MV & the Latin America Cochlear Implant Group. Latin American experience with the cochlear implant. *Acta Oto-Laryngologica* 2005;125:468-73.
25. Lehnhardt E. Intracochlear placement of cochlear implant electrodes in soft surgery technique. *HNO* 1993;41:356-9.
26. Di Nardo W, Cantore I, Melillo P, Cianfrone F, Scorpecci A, Paludetti G. Residual hearing in cochlear implant patients. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2007;264:855-60.
27. Kiefer J, Gstoettner W, Baumgartner W, Pok SM, Tillein J, Ye Q, Ilberg C. Conservation of low frequency hearing in cochlear implantation. *Acta Otolaryngol* 2004;124:272-80.
28. James C, Albegger K, Battmer R, Burdo S, Deggouj N, Deguine O, et al. Preservation of residual hearing with cochlear implantation: how and why. *Acta Otolaryngol* 2005;125:481-91.

Tabela 1. Características de 75 pacientes submetidos a duas abordagens para cirurgia de implante coclear

	TAC	AMTP	Total
	<i>n = 44</i>	<i>n = 31</i>	<i>n = 75</i>
Idade no implante (em anos)			
Mínimo	4,0	1,9	1,9
Percentil 25	5,0	6,0	5,3
Percentil 50 (mediana)	7,8	9,8	8,4
Percentil 75	36,0	31,1	34,5
Máximo	60,8	68,8	68,8
Duração da surdez antes do IC (em anos)			
Percentil 25	4,1	4,1	4,1
Percentil 50 (mediana)	6,0	6,8	6,2
Percentile 75	10,0	11,8	10,5
Surdez Pré-lingual n (%)	30 (68,1)	20 (64,5)	50 (66,6)
Experiência prévia com aparelhos auditivos convencionais n (%)			
	35 (79,5)	25 (80,6)	60 (80,0)
Linguagem oral n (%)			
	18 (40,9)	18 (58,0)	36 (48,0)
Escola regular n (%)			
	22 (50,0)	21 (67,7)	43 (75,4)

P > 0,05 para todas as variáveis

Tabela 2. Etiologia da perda auditiva de 75 pacientes submetidos à cirurgia de implante coclear

Etiologia da perda auditiva	TAC	AMTP
Rubéola congênita	2	3
Citomegalovírus congênito	2	1
Sífilis congênita	1	0
Parotidite viral	0	1
Eventos perinatais	1	3
Hereditariedade	7	3
Trauma	2	0
Otosclerose coclear	4	0
Drogas ototóxicas	1	3
Meningite	8	2
Causa desconhecida	16	15
Total	44	31

Tabela 3. Complicações em 75 pacientes submetidos à cirurgia de implante coclear de acordo com a abordagem cirúrgica^π

Complicações	TAC (%) <i>n = 44</i>	AMTP (%) <i>n = 31</i>
Deslocamento e extrusão parcial da unidade interna *	1 (2,0)	0
Perfuração da membrana timpânica	0	1 (3,0)
Distúrbio temporário do equilíbrio	2 (4,0)	1 (3,0)
Hiperemia da ferida operatória	1 (2,0)	0
Granuloma do CAE ^{**} , primeira semana pós-operatória	4 (9,0)	0
Ferida cutânea sobre o ímã da unidade interna	1 (2,0)	1 (3,0)
Quelóide retroauricular	1 (2,0)	0
Migração de eletrodos ^{Ωε}		
Ausente	18 (62,0)	3 (12,0)
Leve (1-2)	7 (24,0)	8 (32,0)
Moderada (3-5)	4 (14,0)	9 (36,0)
Severa (≥ 6)	0	5 (20,0)

^ε P < 0,001

^Ω O número total de pacientes avaliados nessa categoria foi 29 no grupo CAT e 25 no grupo MPTA.

^π Não houve casos de paralisia facial, mastoidite, colesteatoma ou fistula.

* Complicação ocorreu após 28 meses de pós-operatório; ** Conduto auditivo externo

Tabela 4. Média de limiares audiométricos pós-operatórios com implante coclear de acordo com a abordagem cirúrgica ^{*π}

	Média de limiares dB (\pm DP)	
	TAC	AMTP
	<i>n=44</i>	<i>n=31</i>
500 Hz	43,2 (\pm 12,1)	40,0 (\pm 10,1)
1000 Hz	41,3 (\pm 13,8)	37,0 (\pm 11,6)
2000 Hz	41,5 (\pm 16,9)	38,4 (\pm 11,6)
4000 Hz	45,7 (\pm 19,9)	41,3 (\pm 15,5)

P > 0,05 para todas as frequências.

* O limiar de saída máxima do audiômetro +5 dB foi usado quando da ausência de resposta em determinada frequência.

^π Média de seguimento = 2,3 \pm 1,0 anos.

Tabela 5. Média da diferença dos limiares pré e pós-operatórios de audição residual de acordo com a abordagem cirúrgica *^u

Hz	TAC			AMTP		
	<i>n</i> = 25			<i>n</i> = 14		
	Pré	Pós	($\Delta^{\pi\Omega\epsilon}$)	Pré	Pós	($\Delta^{\pi\Omega\epsilon}$)
	Média dB±DP	Média dB±DP		Média dB±DP	Média dB±DP	
250	91.0± 20.5	109.0 ±15.47	-18	98.5 ±12.9	108.9±14.0	-10.4
500	102.0± 19.5	117.0±10.4	-15	105.3±10.8	115.3±14.0	-10
1,000	110.6±17.4	121.8±5.8	-11.2	113.2±12.7	122.1±5.4	-8.9
2,000	117.6±9.1	124.1±3.25	-6.5	114.6±12.1	122.8±6.7	-8.2

*A saída máxima do audiômetro +5 dB foi usada quando da ausência de resposta em determinada frequência.

^u A média dos limiares em 3,000Hz, 4,000Hz, 6,000Hz e 8000Hz não estão apresentadas porque a maioria dos pacientes não apresentou resposta nessas frequências

^ε Média de limiares pré-operatórios – média de limiares pós-operatórios em dB.

^π P < 0,001 para limiares pré e pós- operatórios em ambos os grupos.

^Ω P > 0,05 para a diferença de limiares (Δ) entre os grupos.

FIGURA 1



LEGENDA DA FIGURA

Figura 1: Radiografia simples de mastóide demonstrando um caso migração severa, com 14 eletrodos posicionados fora da cóclea. A seta aponta para o local em que feixe de eletrodos atravessa a cápsula ótica, a partir do qual o número de eletrodos fora da cóclea é contado.