



Brazilian Journal of Otorhinolaryngology

ISSN: 1808-8694

ISSN: 1808-8686

Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia
Cérvico-Facial.

Gautschi-Mills, Katherine; Khoza-Shangase, Katijah; Pillay, Dhanashree
Preservation of residual hearing after cochlear implant surgery: an exploration
of residual hearing function in a group of recipients at cochlear implant units#
Brazilian Journal of Otorhinolaryngology, vol. 85, no. 3, 2019, May-June, pp. 310-318
Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2018.02.006>

Available in: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=392460221008>

- How to cite
- Complete issue
- More information about this article
- Journal's webpage in redalyc.org

redalyc.org

Scientific Information System Redalyc

Network of Scientific Journals from Latin America and the Caribbean, Spain and
Portugal

Project academic non-profit, developed under the open access initiative



Brazilian Journal of OTORHINOLARYNGOLOGY

www.bjorl.org



ARTIGO ORIGINAL

Preservation of residual hearing after cochlear implant surgery: an exploration of residual hearing function in a group of recipients at cochlear implant units[☆]



Katherine Gautschi-Mills, Katijah Khoza-Shangase * e Dhanashree Pillay

University of the Witwatersrand, School of Human and Community Development, Department of Speech Pathology and Audiology, Johannesburg, África do Sul

Recebido em 18 de março de 2017; aceito em 13 de fevereiro de 2018

Disponível na Internet em 23 de março de 2019

KEYWORDS

Audiological;
Cochlear implant;
Preservation;
Hearing;
Surgical technique

Abstract

Introduction: The preservation of residual hearing is becoming increasingly important in cochlear implant surgery. Conserving residual hearing is a positive prognostic indicator for improved hearing abilities.

Objective: The primary aim of the study was to explore the preservation of residual hearing following cochlear implantation in a group of recipients at two major cochlear implant centers. **Methods:** A quantitative paradigm was adopted and exploratory research conducted within a retrospective data review design. The sample consisted of 50 surgical records and 53 audiological records from 60 observations (53 patients, seven of whom were implanted bilaterally). The records were selected using purposive sampling and consisted of records from participants ranging from six to 59 years of age. The average time of when the postoperative audiograms were performed in the current study was 24.7 months (s.d. = ±9.0). Data were analyzed through both qualitative and inferential statistics and a comparative analysis of unaided pre- and postoperative audiological test results was conducted.

Results: Results indicated a high success rate of 92% preservation of residual hearing with half of the sample exhibiting complete preservation in cochlear implant recipients across all frequencies postoperatively. A total postoperative hearing loss was found in only 8% of cochlear implant recipients across all frequencies. There was no relationship between preoperative hearing thresholds and preservation of hearing postoperatively. The two main surgical techniques used in the current study were the contour on stylet and the advance off-stylet techniques, with the majority of surgeons utilizing a cochleostomy approach. From the findings, it became apparent that the majority of cases did not have any reported intraoperative complications. This is a positive prognostic indicator for the preservation of residual hearing.

DOI se refere ao artigo: <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2018.02.006>

[☆] Como citar este artigo: Gautschi-Mills K, Khoza-Shangase K, Pillay D. Preservation of residual hearing after cochlear implantsurgery: an exploration of residual hearing function in a group of recipients at cochlear implant units. Braz J Otorhinolaryngol. 2019;85:310–8.

* Autor para correspondência.

E-mail: Katijah.Khoza@wits.ac.za (K. Khoza-Shangase).

A revisão por pares é da responsabilidade da Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial.

Conclusion: Findings suggest improved cochlear implant surgical outcomes when compared to previous studies implying progress in surgical techniques. The surgical skill and experience of the surgeon are evidenced by the minimal intraoperative complications and the high success rate of hearing preservation. This is a positive prognostic indicator for individuals with preoperative residual hearing as the preserved residual hearing allows for the potential of electro-acoustic stimulation, which in turn has its own hearing benefits.

© 2018 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

PALAVRAS-CHAVE

Audiológico;
Implante coclear;
Preservação;
Audição;
Técnica cirúrgica

Preservação da audição residual após cirurgia de implante coclear: avaliação da função auditiva residual em um grupo de receptores em unidades de implante coclear

Resumo

Introdução: A preservação da audição residual tem se tornado cada vez mais importante na cirurgia de implante coclear. Conservar a audição residual é um indicador prognóstico positivo para melhorar as habilidades auditivas.

Objetivo: Avaliar a preservação da audição residual pós-implante coclear em um grupo de pacientes de dois grandes centros de implantes cocleares.

Método: Foram adotados um paradigma quantitativo e uma pesquisa exploratória em um projeto retrospectivo de revisão de dados. A amostra consistiu de 50 registros cirúrgicos e 53 registros audiológicos de 60 observações (53 pacientes, sete dos quais foram implantados bilateralmente). Os registros foram selecionados com amostragem proposital e consistiram em registros de participantes de seis a 59 anos. Neste estudo, o tempo médio para audiogramas no pós-operatório foi de 24,7 meses ($dp = \pm 9,0$). Os dados foram analisados através de estatísticas qualitativas e inferenciais, foi feita uma análise comparativa de resultados de testes audiológicos pré e pós-operatórios, sem auxílio de aparelho auditivo.

Resultados: Os resultados indicaram uma alta taxa de sucesso, de 92%, de preservação da audição residual, metade da amostra dos implantados exibiu preservação completa em todas as frequências no pós-operatório. Perda auditiva total em todas as frequências no pós-operatório foi observada em apenas 8% dos implantes cocleares. Não houve relação entre limiares auditivos pré-operatórios e preservação auditiva no pós-operatório. As duas principais técnicas cirúrgicas usadas no presente estudo foram *contour on stylet* e a técnica *advance off-stylet* e a maioria dos cirurgiões usou uma abordagem por cocleostomia. A partir dos achados, tornou-se evidente que a maioria dos casos não apresentou complicação intraoperatória. Esse é um indicador prognóstico positivo para a preservação da audição residual.

Conclusão: Os achados sugerem melhoria dos resultados cirúrgicos do implante coclear quando comparados com estudos prévios, sugerem um progresso nas técnicas cirúrgicas. A habilidade cirúrgica e a experiência do cirurgião são evidenciadas pelas complicações intraoperatórias mínimas e pela alta taxa de sucesso de preservação auditiva. Esse é um indicador prognóstico positivo para indivíduos com audição residual pré-operatória, uma vez que a audição residual preservada possibilita o potencial de estimulação eletroacústica (EAS – do inglês *Electric Acoustic Stimulation*), que, por sua vez, tem benefícios auditivos próprios.

© 2018 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Introdução

Os implantes cocleares revolucionaram a maneira pela qual a reabilitação dos pacientes com deficiência auditiva grave a profunda é abordada na recuperação da compreensão da fala.¹ O sucesso na conservação da audição residual após o implante coclear tem beneficiado pacientes com altos níveis de audição residual de baixa frequência que não eram considerados anteriormente para o implante coclear convencional.¹

Verhaegen et al.² avaliaram como o advento do implante coclear permitiu que indivíduos com perda auditiva

neurossensorial profunda bilateral (para quem os benefícios de próteses auditivas são mínimos ou nulos) poderiam ser efetivamente reabilitados. Gstoettner et al.³ observaram que nas últimas duas décadas os implantes cocleares tornaram-se o procedimento-padrão de intervenção para indivíduos com perda auditiva neurossensorial profunda. Em seu estudo em 2009, Lenarz et al.⁴ declararam que o implante coclear é o “tratamento de escolha atual para pacientes com perda auditiva neurossensorial profunda” (p. 22).

No passado, apenas indivíduos com perda auditiva profunda sem audição residual eram implantados,² excluía-se

os indivíduos com audição residual em baixas frequências devido aos riscos intraoperatórios de perda da audição residual.^{3,5} Entretanto, na última década, os critérios de inclusão para o implante foram expandidos para incluir indivíduos com alguma audição residual.^{2,3} Essa expansão dos critérios de inclusão ocorreu devido aos avanços tecnológicos,⁶ às melhorias nas técnicas cirúrgicas^{3,4} e à inserção menos traumática da matriz de eletrodos.⁴ A melhoria dos resultados permitiu que esses pacientes tivessem um melhor desempenho após a cirurgia e os implantes cocleares tornam-se a principal forma de manejo para perda auditiva bilateral grave-profunda.^{5,7,8}

Uma revisão da literatura anterior sobre medidas tradicionais para garantir a preservação auditiva mostra que as comparações entre os estudos são um procedimento complexo, indicam a necessidade de cautela ao comparar os achados. Esse é o caso do presente estudo, no qual as revisões retrospectivas dos registros foram conduzidas sem qualquer manipulação ativa de variáveis. Já em 1997, em um estudo feito por Hodges et al.,⁹ foi relatada a preservação da audição residual em cerca de 50% dos implantados. No entanto, os primeiros relatos na literatura sobre a eficácia do implante coclear indicavam uma diminuição significativa na audição residual após a cirurgia, a maioria dos implantados perdeu a audição residual após o implante.⁸ Como resultado, apenas indivíduos com perda auditiva profunda recebiam implantes.^{8,10} Adunka et al.¹¹ relataram em seu estudo a manutenção da audição residual no pós-operatório na maioria dos indivíduos implantados. No entanto, 90% alcançaram apenas preservação parcial, o que os levou a concluir que seria necessário um esforço adicional para melhorar os protocolos cirúrgicos com o objetivo de alcançar a preservação total da audição em todos os casos.

Vários autores^{2,7,12,13} relataram a importância da preservação auditiva com o implante coclear. Verhaegen et al.² e Kiefer et al.⁷ argumentam que a audição residual é um bom indicador prognóstico de bom desempenho de implantes cocleares. Esses autores demonstraram que a audição residual após a cirurgia de implante coclear permite um desempenho duradouro e estável da compreensão da fala, bem como a melhoria da sua percepção.

A audição preservada também se tornou benéfica para um dos avanços mais significativos: a introdução da estimulação eletroacústica (EAS – do inglês *Electric Acoustic Stimulation*) bimodal. A EAS envolve a amplificação das frequências baixas preservadas por meio de estimulação acústica na forma de aparelhos auditivos, enquanto a perda auditiva de alta frequência é abordada com estimulação elétrica na mesma orelha por meio de um implante coclear.² Essa é usada em implantados cuja audição residual de baixa a média frequência foi preservada no pós-operatório e tem benefícios consideráveis para a audição, daí a importância de estudos como o nosso, cujo objetivo foi explorar a preservação da função auditiva residual em um grupo de implantados.

Objetivos do estudo

Investigar a preservação da função auditiva residual em um grupo de pacientes com implante coclear; descrever e executar uma análise comparativa da função auditiva antes e

após a cirurgia do implante coclear; determinar até que ponto a audição residual foi preservada ou perdida; estabelecer se existe uma relação entre os achados auditivos e a técnica cirúrgica empregada, bem como complicações intraoperatórias.

Método

Desenho do estudo

Dentro de um paradigma quantitativo, fez-se um projeto retrospectivo de análise de dados.¹⁴ O pesquisador examinou retrospectivamente os registros cirúrgicos existentes, assim como os resultados de testes audiológicos sem a ajuda do aparato auditivo, no pré e pós-operatório, para determinar se a audição residual havia sido preservada. Devido à natureza retrospectiva do estudo, nenhuma manipulação de variáveis foi empregada para influenciar os resultados pós-operatórios; e isso inclui o tipo de técnica cirúrgica empregada.

Seleção dos participantes

Estratégia de amostragem

A estratégia de amostragem proposital foi usada para obter os registros dos participantes.¹⁴

Descrição dos participantes

Os registros dos participantes incluíram dados de testes audiológicos e registros cirúrgicos de implantes cocleares com audição residual pré-operatória. Os participantes consistiram de pacientes com implante uni e bilateral, de ambos os sexos, provenientes de duas unidades de implante coclear. As crianças precisavam ter no mínimo seis anos (para aumentar a confiabilidade dos achados do teste de tons puros) no teste de audição pré-operatório e os adultos mais de 59 anos (para minimizar a influência da presbiacusia) nos testes pós-operatórios. O tempo médio para a execução dos audiogramas pós-operatórios, incluídos no presente estudo, foi de 24,7 meses (s.d. = $\pm 9,0$).

Um pré-requisito deste estudo foi que os participantes precisavam ter alguma audição residual pré-operatória em qualquer uma ou em todas as seguintes frequências: 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 750 Hz, 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz e 8000 Hz.

Tamanho da amostra de participantes

A amostra consistiu de 50 registros cirúrgicos e 53 registros audiológicos de participantes. Embora houvesse 53 arquivos audiológicos de participantes, sete desses indivíduos foram implantados bilateralmente, resultou em um tamanho amostral de observações de 60 orelhas.

Crítérios de seleção

Critério de inclusão dos participantes

Os seguintes fatores foram considerados nos critérios de inclusão:

- Implantes cocleares: os participantes receberam um implante coclear, unilateralmente ou bilateralmente, pelo menos um mês antes do teste de tons puros pós-operatório.
- Condição auditiva: os participantes deveriam ter uma inclinação moderada a profunda para perda auditiva neurossensorial, perda neurossensorial grave a profunda ou perda neurossensorial profunda (ou seja, alguma audição residual em qualquer uma das frequências – não um audiograma de canto) em ambas as orelhas e deveriam apresentar algum benefício, mesmo mínimo, após o uso de aparelhos auditivos.
- Discriminação da fala: como os participantes foram submetidos ao implante coclear, concluiu-se que, no pré-operatório, os participantes obtiveram $\leq 50\%$ para o reconhecimento de sentenças na orelha a ser implantada e $\leq 60\%$ na orelha não implantada ou contralateral ou bilateralmente para discriminação de fala, já que esse é um critério para implante coclear.¹⁵
- Função do nervo auditivo: como os participantes tinham implantes cocleares, o pesquisador poderia supor que as fibras nervosas auditivas dos participantes estavam intactas para que pudessem receber estímulos elétricos dentro da cóclea.¹⁶
- Condição médica: concluiu-se que as condições médicas dos participantes e as estruturas da orelha interna preenchiam os requisitos de implantação, pois esses são critérios de elegibilidade.¹⁶
- Idade: um dos critérios de inclusão era que as idades dos participantes tinham que variar entre seis e 59 anos para garantir a confiabilidade dos resultados e para excluir a perda relacionada à presbiacusia.

Coleta de dados

Revisão de dados audiológicos

Os seguintes dados foram coletados dos registros de cada participante: unidade de implante coclear (Unidade A/Unidade B); orelha esquerda/direita; implante bilateral/unilateral; tempo (meses) entre o último teste de audição no período pré-operatório e a cirurgia e tempo (meses) entre a cirurgia e o primeiro teste de audição no pós-operatório.

Os limiares de audição (em dB) do teste de condução aérea de tons puros foram obtidos no pré e pós-operatório nas seguintes frequências: 125 Hz; 250 Hz; 500 Hz; 750 Hz; 1000 Hz; 1500 Hz; 2000 Hz; 3000 Hz; 4000 Hz; 6000 Hz e 8000 Hz.

A mudança: diferença entre o pré e o pós-operatório entre os limiares de audição (em dB) dos resultados do teste de tons puros, nas frequências acima onde essas frequências podiam ser medidas.

O pesquisador coletou dados adicionais: idade; gênero; etiologia; duração da perda auditiva antes do implante (em anos); tipo de implante; fabricante do implante; tipo de eletrodo; inserção da matriz de eletrodos; profundidade da matriz de eletrodos; técnica cirúrgica e complicações intra-operatórias.

Os tipos de implantes cocleares e de matriz de eletrodos, a profundidade de inserção e as técnicas cirúrgicas usadas estão resumidos na [tabela 1](#).

Tipo de implante coclear

Dos implantados, 50% receberam o implante CI24RE e 25% o CI512. A categoria Outros (17%) incluiu, entre outros, o tipo de implante coclear – Nucleus CI24R com eletrodo do tipo *Contour Advance* (n = 5).

Tipo de matriz de eletrodo

A maioria dos participantes (83%) recebeu o implante da matriz de eletrodos do tipo *contour advance*.

Profundidade de inserção da matriz de eletrodos

Dos participantes, 94% foram submetidos à inserção completa da matriz de eletrodos. Pouquíssimos pacientes (uma média de 2%) foram submetidos à inserção parcial da matriz de eletrodos.

Técnicas cirúrgicas

As duas principais técnicas cirúrgicas usadas no presente estudo foram *contour on stylet* e AOS (*advance off-stylet*), a AOS foi a mais usada (67%).

A técnica cirúrgica usada não teve efeito negativo nos níveis do limiar auditivo pós-operatório. O uso da AOS ou *contour on stylet* ou “Outras” técnicas não alterou o resultado pós-operatório em termos de preservação da audição residual.

A maioria dos cirurgiões usou uma abordagem por cocleostomia, com exceção de quatro casos nos quais a abordagem pela janela redonda foi usada.

Análise de dados

O pesquisador optou por adotar a abordagem de James et al.,¹⁷ segundo a qual um valor artificial é usado para

Tabela 1 Tipo de implante, tipo de eletrodo, profundidade de inserção e técnica cirúrgica

<i>Tipo de implante</i>	
NF – CI24RE	50%
CN – CI 512	25%
Outro	17%
Sem informação	8%
<i>Tipo de eletrodo</i>	
Contour Advanced	83%
Outro	8%
Sem informação	8%
<i>Profundidade de inserção</i>	
Completa	93%
Parcial	2%
Sem informação	5%
<i>Técnica cirúrgica</i>	
Contour on stylet	8%
AOS (<i>advance off-stylet</i>)	67%
Outra	20%
Sem informação	5%

n = 60; número de participantes, 53.

CN-CI 512, implante coclear *Cochlear Nucleus 5*; NF-CI24RE, implante coclear *Nucleus Freedom* com eletrodos *Contour Advance* ou eletrodos retos.

representar a perda total de audição residual. James et al.,¹⁷ sugeriram que isso poderia ocorrer na intensidade de saída máxima do audiômetro.

O pesquisador escolheu atribuir um valor artificial ou numérico para representar a perda total de audição residual na saída máxima do audiômetro mais 5 dB. O pesquisador também optou por representar a intensidade de saída máxima do audiômetro como 120 dB.

Ao calcular os níveis de limiar auditivo pré- e pós-operatório, quando o nível de limiar auditivo era “sem resposta” (NR – do inglês *no response*), o pesquisador atribuiu um valor de 125 dB à NR. Esse valor foi atribuído para substituir NR com o objetivo de determinar a audição residual ou a falta dela no pré ou pós-operatório.

Procedimentos estatísticos

A análise de dados foi feita no *software* Statistica (versão 10). Os resultados foram avaliados com o uso das estatísticas descritivas e inferenciais.¹⁴ Para as estatísticas inferenciais, o nível de confiança de 95% foi usado em toda a análise, a menos que esteja especificado de outra forma.

Confiabilidade e validade

Para minimizar o impacto das variáveis na confiabilidade e validade dos resultados, o pesquisador excluiu os registros nos quais os participantes foram considerados “não confiáveis” durante o teste ou nos quais havia “confiabilidade questionável”. Além disso, como no estudo de Kiefer et al.,⁷ quaisquer respostas “vibrotáteis” relatadas pelos participantes foram excluídas dos cálculos. O pesquisador trabalhou com o pressuposto de que os audiologistas especialistas teriam relatado quaisquer respostas não confiáveis e teriam usado as melhores práticas em relação aos protocolos de teste, isolamento acústico e calibração de equipamentos.

Considerações éticas

Antes do início do estudo, o pesquisador obteve autorização do Comitê de Ética em Pesquisa Humana (Médica) da Universidade (Protocolo n° M111037). Posteriormente, o pesquisador obteve permissão de todas as autoridades relevantes. Além disso, o trabalho está de acordo com a Declaração de Helsinque de 1975, conforme revisão de 2008.

Resultados e discussão

Perfil demográfico

A [tabela 2](#) representa o perfil demográfico da amostra no presente estudo.

Conforme demonstrado na [tabela 2](#), 60 observações formaram a base do presente estudo. A maioria dos participantes (64%) era do sexo feminino, com média de 30,8 anos. Sete foram implantados bilateralmente.

Considerou-se que o tamanho da amostra do presente estudo é adequado e teve maior número de observações do que alguns outros estudos relatados na literatura. Gstoettner et al.,³ por exemplo, fizeram um ensaio clínico de

Tabela 2 Perfil demográfico das observações (n = 60)

Variável	Geral
Número de participantes	53
Número de implantes bilaterais	7
Orelhas (% do total de orelhas)	60
Orelhas (% de orelhas esquerdas)	40%
Idade na cirurgia (média ± Intervalo de confiança de 95%)	30,8 ± 3,6
Gênero: % masculino	36%

grande sucesso com a matriz EAS Med-El Flex, em que a audição residual de todos os receptores foi preservada no pós-operatório, com um tamanho de amostra de nove receptores, o que limitou a generalização do estudo. Lenarz et al.⁴ fizeram um ensaio clínico com 24 participantes (e 32 observações).

Função auditiva antes da cirurgia (pré)

Somente puderam ser registrados dados para 11 participantes na frequência de 125 Hz. Nesse contexto, esse é um achado importante que requer atenção da comunidade audiológica, pois Franks et al.¹⁸ afirmam que os critérios para o protocolo de teste devem incluir a frequência de 125 Hz para testes clínicos. Além disso, os dados foram limitados para todas as interoitavas. Supôs-se que isso ocorreu possivelmente devido ao fato de que, de acordo com Franks et al.,¹⁸ ao fazer testes de audição para fins clínicos, as meia-oitavas são testadas apenas “ocasionalmente”.

A [figura 1](#) representa os níveis de limiar auditivo no pré-operatório em frequências individuais de 125 Hz a 8000 Hz para todos os participantes. Os resultados indicaram que, no pré-operatório, os participantes na amostra geral apresentaram algum grau de audição residual de baixa frequência, com audição reduzida nas altas frequências. À medida que as frequências aumentaram de 125 Hz para 8000 Hz, a perda de audição também aumentou. Um Modelo Linear Generalizado (MLG) foi usado para confirmar essa configuração do audiograma, o qual mostrou uma audição residual maior nas baixas frequências pré-operativas. Isso era esperado e pode ser explicado pela tonotopocidade da cóclea, na qual as frequências altas são mais susceptíveis ao dano do que as frequências mais baixas.¹⁹ O grau de perda auditiva pré-implante ficou geralmente no intervalo grave-profundo, como mostrado na [figura 1](#).

Função auditiva após a cirurgia (pós)

Conforme observado na [figura 2](#), os resultados obtidos indicaram uma perda de alta frequência no pós-operatório, com alguma preservação das baixas frequências e leve preservação das frequências médias. Em 8000 Hz houve perda total de audição, enquanto em 250 Hz o nível do limiar auditivo foi de 95 dB. Embora os resultados indicassem alguma preservação da audição de baixa e média frequência (essa em grau menor), ficou claro, a partir dos resultados, que houve alguma perda na audição residual, indicada pelos níveis do limiar auditivo que diminuíram do período pré-operatório para o pós-operatório.

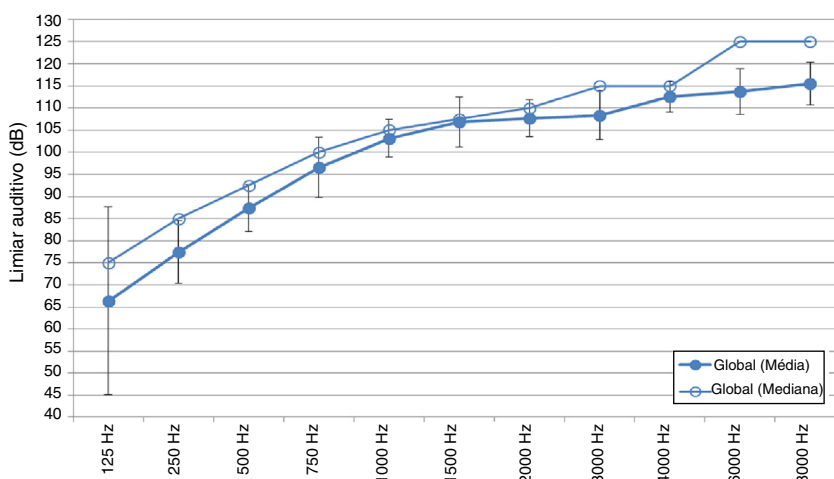


Figura 1 Níveis globais de limiar auditivo no pré-operatório (PRÉ HTL global).

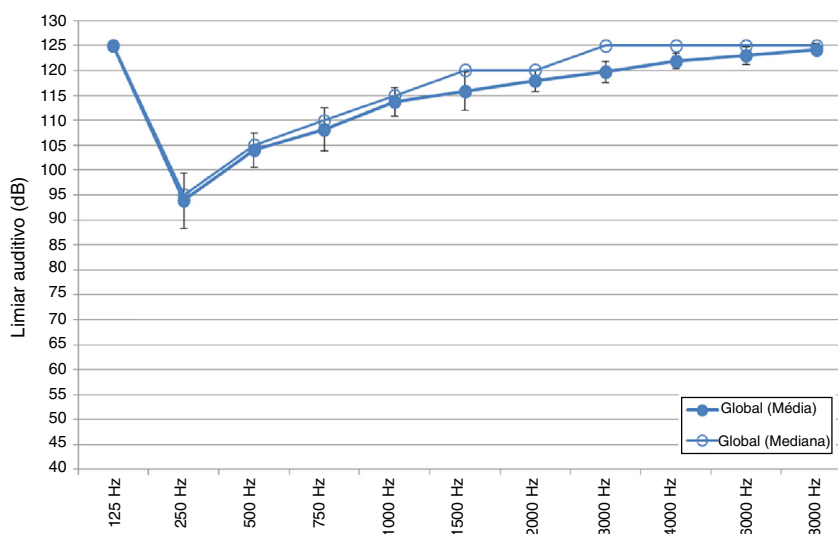


Figura 2 Nível globais de limiar auditivo no pós-operatório (PÓS HTL Global).

Alteração na função auditiva

De forma geral, como descrito na [figura 3](#), houve uma perda média na audição residual, particularmente nas altas frequências. Houve também uma perda nas frequências baixa e média, mas em menor grau do que nas altas frequências.

A alteração na audição residual indicada pela perda de audição, menor nas frequências média e baixa, é clinicamente significativa. Essa preservação da audição nas frequências baixa e média auxilia na percepção da fala no ruído e permite considerar a EAS – estimulação eletroacústica com um aparelho auditivo e um implante coclear para altas frequências.

Era esperado que houvesse uma diminuição nos níveis do limiar auditivo nas altas frequências devido à colocação e inserção do eletrodo na cóclea e devido à tonotopacidade da mesma. Além disso, as altas frequências são mais suscetíveis ao dano, dada a sua colocação na cóclea, conforme observado no presente estudo.

Os níveis do limiar auditivo pré-operatório e pós-operatório foram plotados no mesmo gráfico para descrever

de forma mais clara a mudança na audição residual em linhas únicas, como ilustrado nas [figuras 4 e 5](#). A maior parte dos casos está acima da linha, o que indica a ocorrência de perda auditiva.

Preservação da audição

Classificação da alteração na função auditiva

A alteração na função auditiva dos níveis de limiar auditivo do pré-operatório para o pós-operatório foi classificada para cada participante, o que está de acordo com os esquemas dos trabalhos de Gstoettner et al.³ e Balkany et al.⁵ Além disso, o pesquisador escolheu incluir todas as frequências neste estudo, de modo a obter informações mais detalhadas sobre a alteração na audição residual.

Foram usadas três combinações de frequências como entradas para a classificação acima: Gstoettner et al.³ média de 125-750 Hz; Balkany et al.⁵ média de 250, 500 e 1000 Hz; Todos: média em todas as frequências.

A alteração na função auditiva, de acordo com as três classificações, é mostrada na [tabela 3](#).

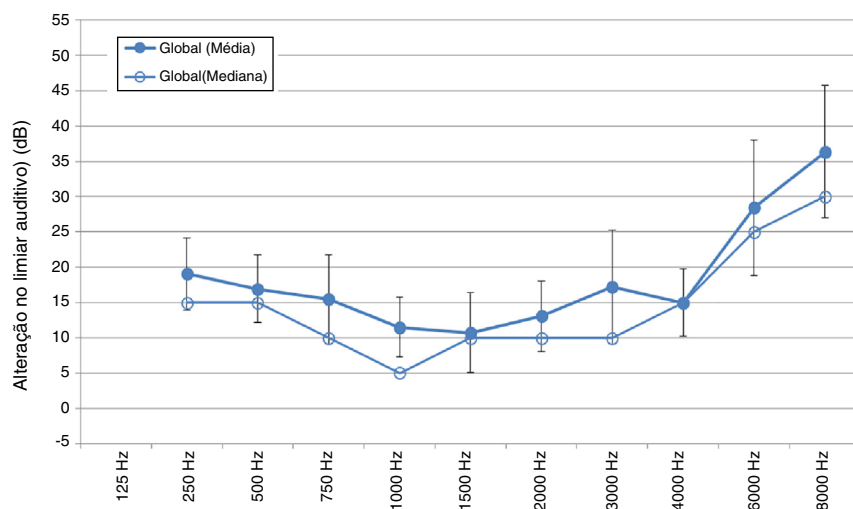


Figura 3 Alteração nos níveis globais de limiar auditivo (CH HTL Global).

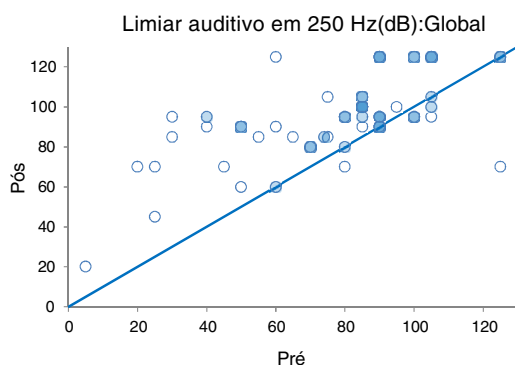


Figura 4 Níveis de limiar auditivo pré e pós-operatório em 250 Hz (PRÉ-PÓS HLT 250 Hz Global).

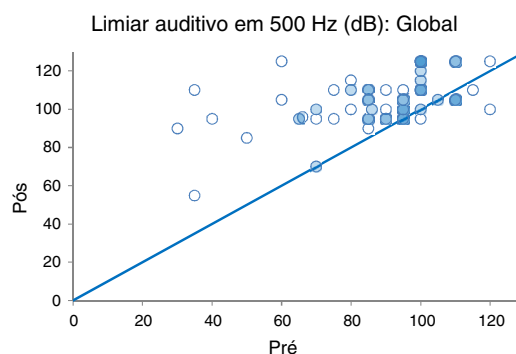


Figura 5 Níveis de limiar auditivo pré e pós-operatório em 500 Hz (PR-POST HLT 500 Hz Overall).

A [tabela 3](#) demonstra que a grande maioria dos receptores preservou sua audição, parcial ou totalmente. Não houve diferença significativa entre as três classificações usadas. De acordo com a classificação de Balkany et al.,⁵ de forma geral, 92% dos implantados apresentaram preservação auditiva, parcial ou total, no pós-operatório. Com análise adicional, de acordo com a [figura 6](#), 50% experimentaram preservação completa da audição (alteração de 0 a 10 dB nos níveis de limiar auditivo) e 42% preservação parcial

da audição (variação >10 dB nos limiares auditivos). Uma pequena minoria (8%) dos implantados cocleares experimentou perda total de audição residual no pós-operatório, como evidenciado pelas respostas ausentes em todas as frequências no pós-operatório.

Em resumo, os achados atuais indicam que a grande maioria dos implantados cocleares conseguiu preservar a audição residual, parcial ou totalmente. Esses são achados positivos que têm implicações para o manejo clínico e cirúrgico de pacientes com implantes cocleares.

Tabela 3 Classificação de Gstoettner et al.³, Balkany et al.⁵ e do pesquisador

Classificações	Classificação de Gstoettner et al.	Classificação de Balkany et al.	Classificação do pesquisador
Audição preservada	53	55	55
Preservação total	90%	92%	92%
	23	24	30
	39%	40%	50%
Preservação parcial	30	31	25
	51%	52%	42%
Perda total	6	5	5
	10%	8%	8%
Totais	59	60	60

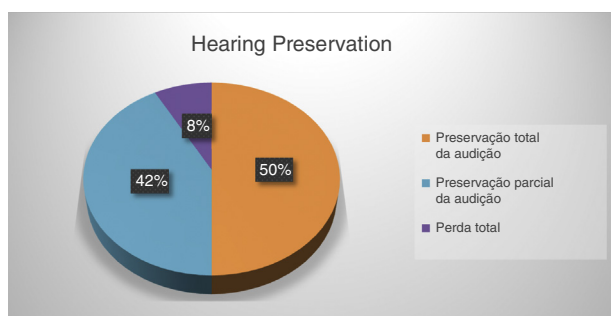


Figura 6 Porcentagem de preservação auditiva na amostra atual (n = 60).

Complicações intraoperatórias

Conforme ilustrado na [tabela 4](#), as principais categorias para complicações intraoperatórias incluíram adesões (3%); perfuração do giro basal (3%); Gusher (5%); e trauma (10%). Uma maioria significativa (68%) dos registros de casos não indicou complicações.

O estudo de Hodges et al.⁹ demonstrou que a audição só foi preservada em 50% dos implantados. No estudo de Di Nardo et al.,⁸ a maioria dos implantados manteve a audição residual. No entanto, apesar do uso de uma abordagem cirúrgica não traumática, 22% tiveram perda total de audição após a cirurgia.

Balkany et al.⁵ relataram achados da década de 1980 que indicaram a preservação dos limiares de tons puros em 33% dos implantes no pós-operatório. Na década de 1990, a conservação da audição residual foi observada em aproximadamente metade dos pacientes após a cirurgia. Esse número aumentou para um índice de preservação de 89% no pós-operatório em 2006, com o uso do eletrodo *Nucleus Freedom Contour Advance* e da técnica *advance off-stylet*. Os achados no presente estudo mostram uma taxa de preservação de 92%, o que implica um resultado de conservação auditiva global melhor do que o apresentado pela maioria dos estudos anteriores. Além disso, os achados no presente estudo mostraram uma maior taxa de preservação auditiva parcial e completa de acordo com classificação semelhante – ou seja, 50% e 42% para a preservação completa e parcial, respectivamente. Essa melhoria ao longo das últimas décadas pode ser atribuída a uma combinação de avanços nas técnicas cirúrgicas e na tecnologia de implantes cocleares.⁵

Verhaegen et al.² observaram em seu estudo retenção de audição residual no pós-operatório em 70% dos implantes após o uso da técnica *soft surgery* com o eletrodo *Nucleus Contour*. Embora esses resultados indiquem uma melhoria em relação a estudos anteriores, a taxa de preservação global bem-sucedida de 92%, encontrada no presente estudo, foi consideravelmente maior.

A relação entre os achados auditivos no pós-operatório e o grau de perda auditiva no pré-operatório também foi investigada no presente estudo. Não houve correlação significativa entre os níveis do limiar auditivo pré-operatório e a preservação da audição residual no pós-operatório ($p = 0,154$). O grau de perda auditiva no pré-operatório não determinou o desfecho dos níveis do limiar auditivo pós-operatório. Esses achados são consistentes com os de Cosetti et al.,²⁰ que não encontraram relação significativa entre os resultados da audição no pós-operatório e a

Tabela 4 Complicações cirúrgicas na amostra atual

Complicações intraoperatórias

Adesões	3%
Perfuração do giro basal	3%
Gusher	5%
Trauma	10%
Outras	3%
Não relatadas	68%
Sem informação	7%

n = 60; número de participantes, 53.

média de tom puro em baixa frequência. No entanto, esses achados são diferentes daqueles apresentados por Balkany et al.,⁵ nos quais foi encontrada relação entre o grau de perda auditiva no pré-operatório e os achados auditivos pós-operatórios. Em seu estudo, os pacientes com maior grau de perda de audição no pré-operatório apresentaram tendência de perda completa da audição residual após a cirurgia.

Os achados atuais mostraram semelhanças com os achados de Roland et al.²¹ em relação às técnicas cirúrgicas, à inserção de eletrodos e aos conjuntos de eletrodos usados. No estudo de Roland et al.,²¹ eles avaliaram o uso de eletrodos *Contour Advance* com a técnica AOS. A inserção não traumática foi obtida através do posicionamento perimodiolar preciso na rampa timpânica, proporcionou proteção às estruturas intracocleares.²¹ Isso é consistente com os achados atuais, nos quais a maioria dos cirurgiões usou a técnica AOS, com resultados que mostram a preservação bem-sucedida da audição residual na maioria dos casos.

Os achados positivos no presente estudo demonstraram que a abordagem por cocleostomia foi bem-sucedida na preservação da audição residual no pós-operatório. Mangus et al.²² afirmam que a abordagem pela janela redonda tem vantagens para a conservação da audição residual sobre a abordagem por cocleostomia, que pode resultar em trauma intracoclear. Briggs et al.²³ observaram que ambas as abordagens evitaram com sucesso o trauma coclear durante a cirurgia, conservaram dessa forma a audição residual pós-operatória.

Derinsu et al.²⁴ avaliaram a abordagem pela janela redonda e descobriram que a preservação completa da audição residual foi alcançada em 35,48% dos pacientes. Com o uso da abordagem por cocleostomia na maioria dos casos, no presente estudo encontrou-se um resultado mais positivo do que o do estudo de Derinsu et al.,²⁴ com preservação completa alcançada em 50% dos pacientes.

A maioria dos casos no presente estudo não apresentou relato de complicação intraoperatória. Esse é um indicador prognóstico positivo para a preservação da audição residual. Complicações intraoperatórias podem resultar em dano intracoclear, o que, por sua vez, pode levar à perda da audição residual e afetar, assim, sua preservação. De acordo com Clark et al. (1988) e Balkany et al. (1999) (como citado em Di Nardo et al.⁸), as complicações cirúrgicas afetam as estruturas anatômicas após o implante. Kiefer et al.⁷ advertiram que o dano à cóclea pode ser o resultado de trauma acústico do broqueamento ósseo durante a cirurgia para a feitura da cocleostomia.

No estudo de Di Nardo et al.,⁸ observou-se que a cóclea não era tão sensível ao trauma causado pela cirurgia. Esse

pesquisadores sustentam que isso deve levar a desfechos positivos em relação à preservação da audição residual. No entanto, 22% dos implantes no estudo de Di Nardo sofreram perda total de audição no pós-operatório. O presente estudo teve um desfecho mais favorável do que o estudo de Di Nardo et al.,⁸ no qual apenas 8% perderam sua audição completamente, o que ilustra a preservação bem-sucedida da audição residual na maioria dos casos.

Os autores são de opinião de que o resultado positivo no presente estudo é devido à experiência dos cirurgiões, juntamente com projetos melhorados de eletrodos, como evidenciado pelas complicações intraoperatórias mínimas. Apesar de a maior parte dos implantados ter recebido uma inserção completa do conjunto de eletrodos, ocorreram complicações cirúrgicas mínimas, obteve-se uma preservação auditiva bem-sucedida.

Conclusão

A preservação da audição residual após implante coclear foi alcançada com êxito em 92% dos participantes – 42% parcial e 50% completa, 8% dos receptores apresentaram perda completa no pós-operatório. Resultados semelhantes foram obtidos independentemente da técnica cirúrgica usada – AOS ou *contour on stylet*. A maioria dos cirurgiões usou a abordagem por cocleostomia, a qual demonstrou ser bem-sucedida. Foram relatadas poucas complicações intraoperatórias, obteve-se um desfecho positivo, indicativo de técnicas cirúrgicas bem-sucedidas e experiência dos cirurgiões, bem como de projetos melhorados de eletrodos. As descobertas atuais têm significado clínico, tornaram a EAS uma realidade.

Os achados atuais apontam que a preservação da audição residual tornou-se o principal foco após o aumento do número de pessoas implantadas,¹⁰ a extensão dos critérios para implante coclear, o aumento contínuo da taxa de sucesso dos implantes cocleares nas últimas duas décadas⁷ e os indicadores de desempenho positivos da audição residual² no pré-operatório.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

1. Skarzynski H, Podskarbi-Fayette R. A new cochlear implant electrode design for preservation of residual hearing: a temporal bone study. *Acta Otolaryngol.* 2010;30:435–42.
2. Verhaegen VJO, Snik FM, Beynon AJ, Rens Leeuw A, Mylanus EAM. Preservation of low-frequency residual hearing after cochlear implantation. Is soft surgery effective? *J Int Adv Otol.* 2010;6:125–30.
3. Gstoeftner W, Helbig S, Settevendemie C, Baumann U, Wagenblast J, Arnoldner C. A new electrode for residual hearing preservation in cochlear implantation: first clinical results. *Acta Otolaryngol.* 2009;129:372–9.
4. Lenarz T, Stöver T, Buechner A, Lesinski-Schiedat A, Patrick J, Pesch J. Hearing conservation surgery using the Hybrid-L electrode. Results from the first clinical trial at the Medical University of Hannover. *Audiol Neurotol.* 2009;14:22–31.
5. 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.
6. Skarzynski H, Lorens A, D'Haese P, Walkowiak A, Piotrowska A, Sliwa L, et al. Preservation of residual hearing in children and post-lingually deafened adults after cochlear implantation: an initial study. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec.* 2002;64:247–53.
7. Kiefer J, Gstoeftner W, Baumgartner W, Pok SM, Tillein J, Ye Q, et al. Conservation of low-frequency hearing in cochlear implantation. *Acta Otolaryngol.* 2004;124:272–80.
8. 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.
9. Hodges AV, Schloffman J, Balkany T. Conservation of residual hearing in cochlear implantation. *Am J Otol.* 1997;18:179–83.
10. Briggs RJ, Tykocinski M, Stidham K, Roberson JB. Cochleostomy site: implications for electrode placement and hearing preservation. *Acta Otolaryngol.* 2005;125:870–6.
11. Adunka OF, Pillsbury HC, Buchman CA. Minimizing intracochlear trauma during cochlear implantation. In: P Van de Heyning, A Punte (Eds.), *Cochlear implants and hearing preservation.* Adv Otorhinolaryngol. 2010;67:96–107.
12. Berrettini S, Forli F, Pasetti S. Preservation of residual hearing following cochlear implantation: comparison between three surgical techniques. *J Laryngol Otol.* 2010;122:246–52.
13. Müller AMU, Wagenfeld DJH. Paediatric cochlear implantation. *CME.* 2003;21:628–32.
14. Welman C, Kruger F, Mitchell B. Research methodology. 3rd ed. South Africa: Oxford Southern Africa; 2005.
15. Wagenfeld D, Look J, Müller L, Perold J, Kerr G, Kaltenbrunn I. Continuing developments in cochlear implants. Tygerberg hospital cochlear implant unit. South Africa: University of Stellenbosch; 2004. Retrieved from <http://www.sun.ac.za/english/faculty/healthsciences/surgical-sciences/Documents/Topic%20Presentations/CochlearImplant.pdf>.
16. Moctezuma A, Tu J. An overview of cochlear implant systems. In: BIOE 414. University of Illinois; 2010. p. 1–20.
17. 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.
18. Franks JR, Stephenson M, Merry CJ. Hearing measurement 1996. Retrieved from <http://www.who.int/occupational-health/publications/noise8.pdf>.
19. Martin FN, Clark JG. Introduction to audiology. 9th ed. United States of America: Library of Congress Cataloguing-in-Publication Data; 2006.
20. Cosetti MK, Friedmann DR, Zhu BZ, Heman-Ackah SE, Fang Y, Keller RG, et al. The effects of residual hearing in traditional cochlear implant candidates after implantation with a conventional electrode. *Otol Neurotol.* 2013;34:516–21.
21. Roland JT, Shelva M, Gibson P, Treaba C. Electrode insertion mechanics and outer wall forces with the Nucleus 24 Contour Advance™ electrode. In: Proceedings of the 4th international symposium of electronic implants in otology. Australia: Cochlear Ltd, 14 Mars Rd, Lane Cove, NSW 2066; 2005.
22. Mangus B, Rivas A, Tsai BS, Haynes DS, Roland T. Surgical techniques in cochlear implants. *Otolaryngol Clin Am.* 2012;45:69–80.
23. Briggs RJ, Tykocinski M, Xu J, Risi F, Svehla M, Cowan R, et al. Comparison of round window and cochleostomy approaches with a prototype hearing preservation electrode. *Audio Neurotol.* 2006;11 Suppl. 1:42–8.
24. Derinsu U, Serin GM, Akdaş F, Batman Ç. Cochlear implantation: is hearing preservation necessary in severe to profound hearing loss? *J Craniofac Surg.* 2011;22:520–2.