



Brazilian Journal of
OTORHINOLARYNGOLOGY

www.bjorl.org.br



ARTIGO ORIGINAL

Hearing preservation and cochlear implants according to inner ear approach: multicentric evaluation^{☆,☆☆}

Alexandre Caixeta Guimarães^{a,*}, Guilherme Machado de Carvalho^a,
Alexandre S.M. Duarte^a, Walter A. Bianchini^a, Andrea Bravo Sarasty^b,
Maria Fernanda di Gregorio^c, Mario Emilio Zernotti^d, Edi Lúcia Sartorato^e,
Arthur Menino Castilho^f

^a Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas (FCM/UNICAMP), Campinas, SP, Brasil

^b Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP, Brasil

^c Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina

^d Universidad Católica de Córdoba, Córdoba, Argentina

^e CBMEG, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP, Brasil

^f Departamento de Otorrinolaringologia e Oftalmologia, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP, Brasil

Recebido em 4 de dezembro de 2013; aceito em 4 de junho de 2014.

KEYWORDS

Cochlear implants;
Inner ear;
Correction of hearing
impairment;
Bilateral hearing loss

Abstract

Introduction: Electroacoustic stimulation is an excellent option for people with residual hearing in the low frequencies, who obtain insufficient benefit with hearing aids. To be effective, the subject's residual hearing should be preserved during cochlear implant surgery.

Objectives: To evaluate the hearing preservation in patients that underwent implant placement and to compare the results in accordance with the approach to the inner ear.

Methods: 19 subjects underwent a soft surgical technique, and the electrode MED-EL FLEX™ EAS, designed to be atraumatic, was used. We evaluated pre- and postoperative tonal audiometric tests with an average of 18.4 months after implantation, to measure the rate of hearing preservation.

Results: 17 patients had total or partial preservation of residual hearing; 5 had total hearing preservation and two individuals had no preservation of hearing. The insertion of the electrode occurred through a cochleostomy in 3 patients, and in 2 of these there was no hearing preserva-

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2014.12.002>

* Como citar este artigo: Guimarães AC, de Carvalho GM, Duarte AS, Bianchini WA, Sarasty AB, di Gregorio MF, et al. Hearing preservation and cochlear implants according to inner ear approach: multicentric evaluation. Braz J Otorhinolaryngol. 2015;81:190-6.

** Instituição: Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP, Brasil; e Universidade Católica de Córdoba, Córdoba, Argentina.

* Autor para correspondência.

E-mail: alecxl2@hotmail.com (A.C. Guimarães).

PALAVRAS-CHAVE

Implante coclear;
Orelha interna;
Correção de
deficiência auditiva;
Perda auditiva
bilateral

tion; the other 16 patients experienced electrode insertion through a round window approach. All patients benefited from the cochlear implant, even those who are only using electrical stimulation.

Conclusion: The hearing preservation occurred in 89.4% of cases. There was no significant difference between the forms of inner ear approach.

© 2015 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

Preservação auditiva e implante coclear de acordo com a abordagem da orelha interna: avaliação multicêntrica
Resumo

Introdução: A estimulação eletroacústica é uma excelente opção para pessoas com audição residual nas baixas frequências, que obtêm benefício insuficiente com aparelhos auditivos. Para ser eficaz, a audição residual deve ser preservada durante a cirurgia de implante coclear.

Objetivos: Avaliar a preservação auditiva de pacientes implantados e comparar os resultados de acordo com a abordagem da orelha interna.

Método: 19 indivíduos foram implantados com uma técnica cirúrgica para preservação auditiva, tendo sido utilizado o eletrodo MED-EL FLEX™ EAS, concebido para ser atraumático. Foram avaliados os exames audiométricos tonais no pré e pós-operatório, com uma média de 18,4 meses após o implante para medir a taxa de preservação da audição residual.

Resultados: 17 pacientes tiveram preservação total ou parcial da audição residual; cinco obtiveram preservação da audição total e dois indivíduos não tiveram preservação da audição. A inserção do eletrodo ocorreu por cocleostomia em 3 pacientes; em 2 destes pacientes não houve preservação da audição. Os outros 16 pacientes foram submetidos à abordagem pela janela redonda. Todos os pacientes foram beneficiados com o implante coclear, mesmo aqueles pacientes que utilizando apenas estimulação elétrica.

Conclusão: A preservação auditiva ocorreu em 89,4% dos casos. Não houve diferença significativa entre as formas de abordagem da orelha interna.

© 2015 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

Introdução

A estimulação eletroacústica é uma excelente opção para pessoas com audição residual nas baixas frequências, mas não nas frequências altas, e que têm benefício insuficiente com aparelhos auditivos. Para a estimulação eletroacústica ser eficaz, a audição residual do paciente deve ser preservada durante a cirurgia de implante coclear (IC).

Nas últimas décadas, diversos eletrodos foram desenvolvidos e aprimorados com o objetivo de lesar o mínimo possível as estruturas da cóclea, a fim de preservar o resíduo auditivo.¹⁻⁴ Contudo, para que a preservação seja bem-sucedida, além do eletrodo apropriado, a técnica cirúrgica é fundamental. Desde as primeiras cirurgias em que um eletrodo de implante coclear convencional era inserido parcialmente na cóclea,⁵ com o objetivo de tornar a cirurgia menos traumática, já se estudava a “soft surgery”, que visa à preservação auditiva, e muitos avanços ocorreram desde então.^{6,7}

Um aspecto bastante estudado e discutido em relação à técnica cirúrgica é a via para introdução do eletrodo na cóclea.

Inicialmente, a inserção pela janela redonda foi considerada padrão para a cirurgia de preservação auditiva, por consistir de uma incisão mínima na membrana e não bro-

quear a cóclea, reduzindo assim o trauma acústico e a possibilidade de fragmentos de ossos na rampa timpânica.⁸

Entretanto, estudo recente demonstrou que o ângulo de introdução do eletrodo é similar entre a técnica pela janela redonda ou pela cocleostomia, e em ambas o dano tecidual é mínimo quando utilizado eletrodo projetado para preservação auditiva.⁹ Em revisão sistemática de 2013 comparando as duas abordagens, não foi encontrado estudo comparando especificamente as técnicas de inserção, e os níveis de preservação auditiva foram similares entre as duas abordagens, sendo um pouco maior nos pacientes submetidos à inserção pela janela redonda.⁸

Tais dados compreendem atualmente a maior casuística de pacientes submetidos à técnica de preservação auditiva no implante coclear de toda a América Latina, sendo também esse grupo de pacientes aquele com maior seguimento pós-operatório.

Considerando a importância de conhecermos melhor os fatores que contribuem para uma maior taxa de preservação auditiva em pacientes implantados, este estudo teve como objetivo avaliar a taxa de preservação auditiva em pacientes implantados e comparar os resultados e desempenhos auditivos dos pacientes, de acordo com o tipo de abordagem da orelha interna.

Método

Trata-se de um estudo multicêntrico, retrospectivo, com pacientes implantados nos últimos quatro anos em duas instituições de atenção especializada da América Latina, que foram submetidos a uma mesma técnica cirúrgica de preservação auditiva, utilizando eletrodo concebido para ser atraumático (MED-EL FLEX™ EAS).¹⁰

Vale ressaltar que a técnica cirúrgica utilizada foi similar em todos os pacientes, tendo sido descrita em publicação prévia.¹⁰

Foram analisadas características gerais dos pacientes (idade, gênero, antecedentes clínicos), dados audiológicos (etiologia da surdez, tempo da surdez, exames audiométricos e de fala sequenciais, pré e pós-operatórios).

Critérios de inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão foram:

- Disacusia neurossensorial bilateral com pouco ou sem benefício com AASI.
- Limiares tonais melhores que 65 dB nas frequências de 125, 250 e 500 Hz, e piores que 80 dB nas frequências acima de 1000 Hz (fig. 1).
- Discriminação auditiva com monossílabos abaixo de 40% na melhor condição de amplificação sonora possível.
- Perda auditiva estável, ao menos nos dois últimos anos.

Todos os pacientes fora desses critérios foram excluídos do estudo.

Implante utilizado

O implante utilizado em todos os casos foi o Med-EL FLEX™ EAS, com inserção completa do feixe de eletrodos em todos os casos.

O eletrodo Med-EL FLEX™ EAS tem 24 mm de comprimento total, com diâmetro na base de 0,8 mm e de 0,3 mm no ápice, ponta com extensão de 0,5 mm e uma cobertura coclear de aproximadamente 1 giro e meio (fig. 2), configurando por volta de 21 mm de área de estimulação intracoclear.

Todos os pacientes utilizaram o componente interno modelo Sonata™ e foram adaptados através do software Maes-

tro System™. Os pacientes que tiveram a estimulação eletroacústica pós-operatória utilizaram processador de fala Duet 2™. O grupo que teve estimulação puramente elétrica no pós-operatório diferiu apenas no processador de fala, tendo sido utilizado, nesses casos, o OPUS 2™.

Abordagem cirúrgica da orelha interna

Em todos os pacientes, inicialmente era tentada a introdução do eletrodo pela janela redonda, mas naqueles que não tiveram boa exposição do nicho da janela redonda foi realizada a cocleostomia para a inserção dos eletrodos. Em todos os casos foram seguidas todas as etapas propostas para a preservação auditiva.¹⁰

Vale lembrar que, quando a exposição do nicho da janela redonda não era adequada através da timpanotomia posterior, optava-se pela cocleotomia, sem que tivesse sido feita qualquer manipulação coclear ou da região da janela redonda.

Preservação auditiva

Para determinar a audição residual, os testes audiométricos sem estimulação elétrica foram repetidos da seguinte forma: na data da ativação/1 mês pós operatório; 3 meses ‘pós ativação; 6 meses pós ativação, e depois semestralmente no seguimento. Os exames pré-operatórios foram considerados todos com até dois anos prévios ao tratamento. Os exames foram ainda repetidos na data da cirurgia, antes do procedimento. Para a avaliação estatística foram utilizados os exames pré-operatórios mais recentes (na data da cirurgia), assim como a avaliação de pós-operatório mais tardia, registrada nos prontuários desses pacientes.

O protocolo incluía a audiometria tonal em campo com o implante e os testes de fala, padronizados conforme regras das instituições.

Definimos “preservação da audição residual” de três maneiras:

- Preservação total da audição: a perda auditiva no pós-operatório de 0-10 decibéis,
- Preservação parcial da audição: perda de audição no pós-operatório maior do que 10 decibéis, mas mantendo índices audiométricos menores ou iguais a 80 decibéis, em pelo menos uma frequência entre 250 e 1000 Hz;
- Sem preservação auditiva: paciente que não irá se beneficiar de EAS porque seus limiares pós-operatórios sem estimulação elétrica são maiores que 80 dB.

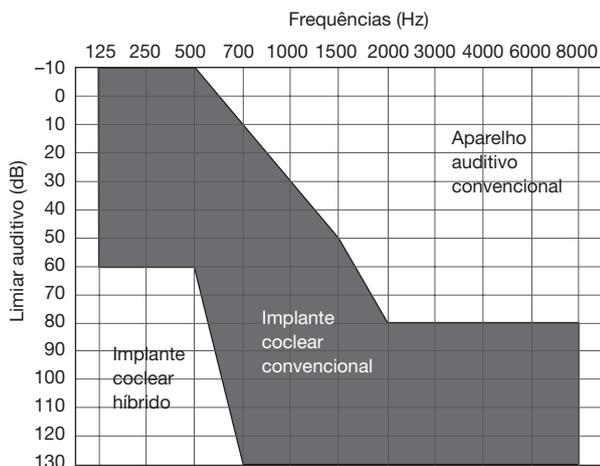


Figura 1 Gráfico que exemplifica padrão audiométrico esperado nos candidatos a implante híbrido.

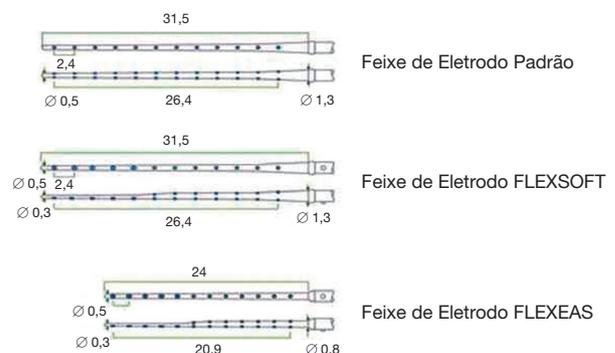


Figura 2 Esquema representativo do Eletrodo MED-EL FLEX™ EAS (21 mm).

Aspectos éticos

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa local.

Resultados

Foram incluídos 19 pacientes no estudo, sendo nove deles operados na instituição 1 e 10 na instituição 2. Nove pacientes eram do gênero feminino e 10 do gênero masculino; a idade dos pacientes variou de 19 a 70 anos, com média de 48 anos. Todas as cirurgias transcorreram sem intercorrências ou complicações.

Em relação à etiologia da surdez desses pacientes, esta ficou distribuída da seguinte forma: idiopáticos em 11 casos (57,8%); genético em três casos (15,7%; GJB2 homigigoze); dois casos por otosclerose (10,5%); e outros (trauma, hipóxia neonatal e otite media crônica).

O tempo médio da aferição da última audiometria pós-operatória foi de 23,6 meses após a realização da cirurgia do implante coclear variando de 4,5 a 81 meses.

Dos 19 pacientes implantados, em 16 casos a inserção do eletrodo ocorreu pela janela redonda, e em três ocorreu por cocleostomia, por dificuldade de boa exposição do nicho da janela redonda. Vale ressaltar que nos três casos em que a inserção se deu através da cocleostomia, a etiologia genética ocorreu em dois deles, e em outro foi idiopático.

A preservação auditiva foi total em cinco pacientes, parcial em 12 e em dois deles não houve preservação auditiva (fig. 3). Dos três pacientes submetidos à cocleostomia, em dois casos não houve preservação auditiva, e em um caso a preservação auditiva foi parcial (fig. 4).

Em todos os pacientes, os resultados da média tonal de 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 3 kHz com o implante ativado foi superior aos resultados da audiometria pré-operatória ($p < 0,001$) (fig. 5). O teste Kolmogorov-Smirnov foi utilizado antes das análises para verificar a distribuição dos dados. Como a distribuição dos dados foi aproximadamente normal, Teste t pareado foi utilizado para avaliar a diferença entre os intervalos de teste individuais para todo o grupo.

Com relação ao teste de percepção de fala no silêncio, os pacientes também se beneficiaram com o implante coclear (figs. 6 e 7). Como a distribuição dos testes de percepção de fala não foi normal, o teste de Wilcoxon *Signed Rank* foi



Figura 3 Distribuição dos pacientes de acordo com a preservação da audição residual após a cirurgia.



Figura 4 Distribuição dos pacientes de acordo com a via de inserção do eletrodo e a taxa de preservação auditiva dos pacientes submetidos à cocleostomia.

utilizado para testar a diferença entre os intervalos de teste individuais. Os resultados mostraram uma melhora significativa no desempenho do teste de fala para todo o grupo entre os testes de pré-operatório e testes de pós-operatório ($p < 0,001$).

Análises estratificadas de acordo com a abordagem da orelha interna

Para as análises estratificadas foi utilizado o teste de Wilcoxon não paramétrico. Indivíduos com a abordagem pela janela redonda alcançaram uma melhora significativa dos limiares tonais pós-operatórios com implante EAS ativado ($p < 0,001$).

A melhora dos limiares tonais pós-operatórios em indivíduos com a abordagem da orelha interna por cocleostomia não foi significativa ($p = 0,109$) com implante EAS ativado. Temos que esse grupo apresenta um pequeno n ($n = 3$), o que pode ser um viés (fig. 8).

Existe uma diferença significativa nos intervalos dos testes individuais entre os grupos?

Para ver se existe uma diferença entre as duas abordagens da orelha interna (janela redonda vs. cocleostomia) nos intervalos de teste individuais, o teste de Mann-Whitney U foi realizado. Assim, entre as duas abordagens da orelha interna, nenhuma diferença significativa foi encontrada no teste pré-operatório ($p = 0,866$), mas no pós-operatório (EAS) ($p = 0,823$) houve uma tendência a uma diferença significativa naquele com implante ativado ($p = 0,073$) (tabela 1).

Com relação aos testes de fala, na comparação entre as vias de abordagem da orelha interna os indivíduos com abordagem pela janela redonda alcançaram melhora significativa no desempenho do teste de fala entre os testes de pré-operatório e pós-operatórios ($p = 0,001$). A melhora para os pacientes com a abordagem por cocleostomia entre os testes de pré-operatório e pós-operatório não foi significativa ($p = 0,109$).

Para ver se há uma diferença no desempenho dos testes de fala entre as abordagens nos intervalos dos testes individuais, o teste de Mann-Whitney U foi realizado. Indivíduos com a abordagem pela janela redonda atingiram maiores pontuações de desempenho de fala em testes de pré-operatório e de pós-operatório, mas a diferença não foi significativa (testes de pré-operatório: $p = 0,499$; testes pós-operatório: $p = 0,206$).

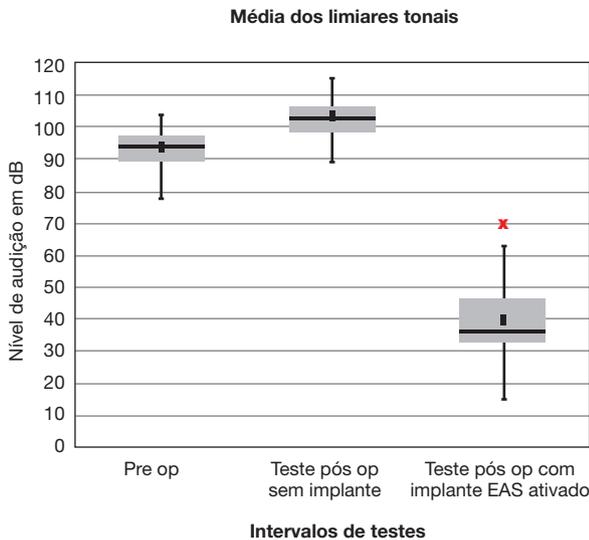


Figura 5 Limiares audiométricos tonais médios (500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 3 kHz): comparação entre os testes de pré-operatório, o último teste de pós-operatório sem aparelho auditivo e do último teste com o implante (EAS) (nível de audição em dB) (n = 19). Os valores médios são apresentados como traços pretos verticais, e valores medianos como linhas horizontais. Asterisco vermelho representa os discrepantes.

Discussão

A estimulação eletroacústica da audição visa combinar a amplificação da audição residual do paciente por aparelhos auditivos convencionais com a estimulação elétrica da cóclea realizada pelo implante coclear. Apesar de ainda existirem controvérsias sobre as reais vantagens da estimulação combinada, diversos benefícios são descritos da estimula-

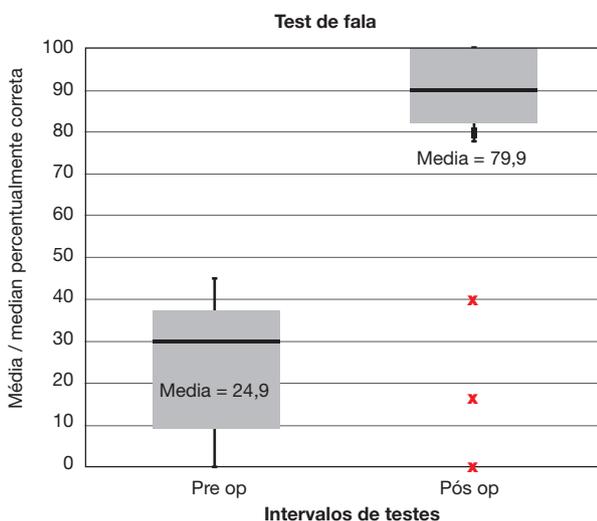


Figura 6 Resultados do teste de fala: comparação de testes de pré-operatório com o teste de pós-operatório (em percentagem). Os valores médios são apresentados como parcelas em preto, e valores medianos como linhas horizontais. Asteriscos vermelhos representam os discrepantes.

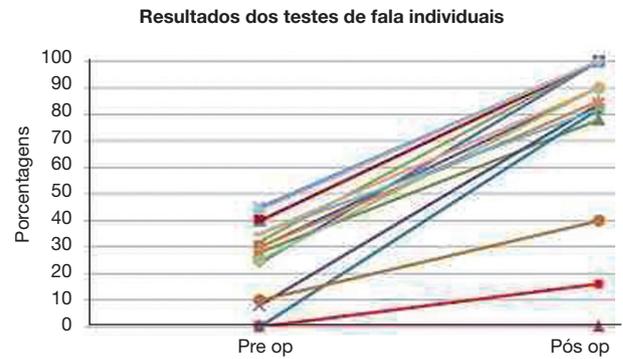


Figura 7 Resultados individuais dos testes de fala: comparação dos testes de pré-operatório com os testes de pós-operatório (em percentagem).

ção combinada para os pacientes com resíduo auditivo que tiveram audição preservada, tais como boa discriminação da fala,^{11,12} melhor percepção da fala em ambientes de ruído,^{12,13} melhor capacidade de apreciação musical^{14,15} e melhor discriminação de sons de frequências diferentes.¹⁶

Existem algumas classificações de preservação auditiva para avaliar o grau de preservação do resíduo auditivo, sendo a mais utilizada a proposta por Skarzynski,¹⁷ que foi utilizada no presente estudo. Muitos fatores estão relacionados com a preservação auditiva, como a experiência do cirurgião, o eletrodo utilizado,¹⁸ a velocidade de inserção do eletrodo,¹⁹ o uso de corticoide pré-operatório²⁰ e a técnica utilizada. Entretanto, alguns passos na técnica cirúrgica parecem não fazer diferença na taxa de preservação auditiva,²¹ enquanto que, em relação às diferentes vias de inserção do eletrodo na cóclea, ainda existem controvérsias quanto à sua importância.^{8,22}

De uma forma geral, a preservação auditiva ocorre em 70-100% dos pacientes implantados.²³ Em apenas dois deles não obtivemos preservação auditiva com taxa global de preservação de 89,4%. Apesar de apenas três pacientes de nossa casuística terem sido implantados por meio de cocleostomia por dificuldade de exposição da janela redonda, em 66,7% destes não houve preservação auditiva, enquanto que em todos os casos inseridos pela janela redonda houve preservação auditiva total ou parcial.

Este foi o primeiro estudo a avaliar a preservação auditiva de pacientes implantados pelas instituições dos autores, e acreditamos que, com maior experiência em relação a esta técnica cirúrgica, seremos capazes de relatar aumento das taxas de preservação da audição residual. Um acompanhamento mais detalhado e outras modalidades de testes de fala são essenciais para uma melhor avaliação dos resultados.

A melhora dos limiares tonais pós-operatórios em indivíduos com a abordagem da orelha interna por cocleostomia não foi significativa ($p = 0,109$) com implante EAS ativado. Concluímos que esse grupo apresenta um pequeno n (n = 3), o que pode ser um viés (fig. 8).

Em todos os 19 pacientes operados, independentemente da preservação auditiva, os limiares tonais com implante ativado aumentaram significativamente; portanto, todos os pacientes se beneficiaram com o implante coclear. Estudo recente envolvendo pacientes com resíduo auditivo e que

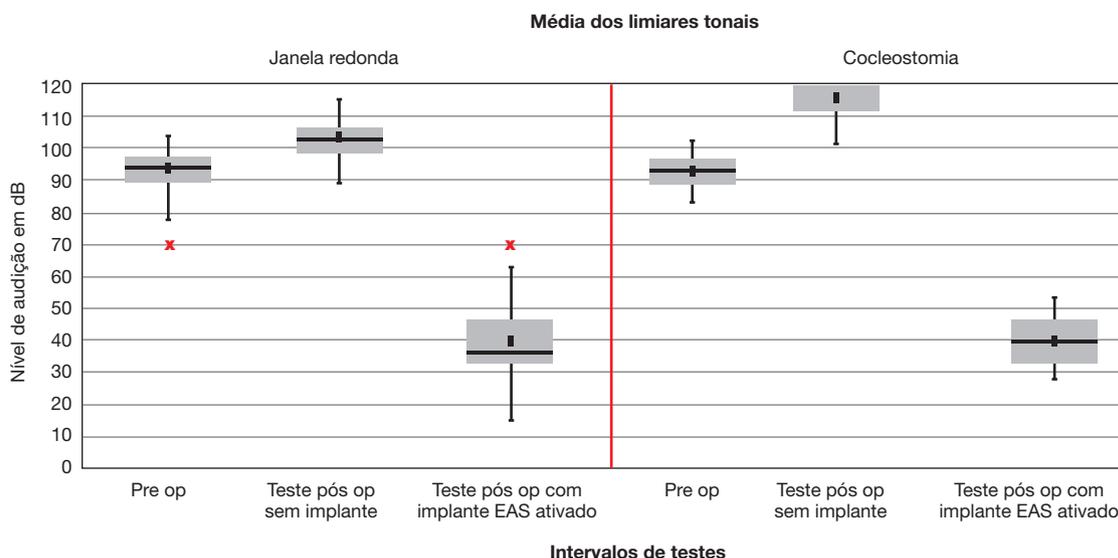


Figura 8 Limiares audiométricos médios tonais (500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 3 kHz): gráfico mostra a comparação entre os testes pré-operatório com os testes pós-operatório, sem o uso do implante coclear (em nível de audição em dB). A análise foi estratificada pela abordagem da orelha interna (janela redonda, $n = 16$; cocleostomia, $n = 3$). Os valores médios são apresentados como traços pretos verticais, e valores medianos como linhas horizontais. Asteriscos vermelhos representam os discrepantes.

Tabela 1 Tabela comparativa entre os escores dos testes de percepção de fala na abordagem pela janela redonda e pela cocleostomia

	Janela redonda		Cocleostomia	
	Pré-Op	Pós-op	Pré-op	Pós-op
Média	25.38	83.19	20.00	62.67
Mediana	30.00	90.00	25.00	82.00
Desvio-padrão	16.395	26.945	18.028	40.612

foram implantados também mostrou que estes tiveram melhor resultado auditivo e melhor qualidade de vida.^{24,25}

Esse estudo apresenta alguns *bias*, principalmente pelo seu desenho metodológico (retrospectivo). Podemos evidenciar, também, um viés de seleção, sendo o grupo e cocleostomia fruto da impossibilidade de se abordar a orelha interna através da janela redonda. Isso resulta em uma assimetria entre os grupos, o que poderia comprometer a análise.

Apesar das limitações descritas, o n do estudo é considerável, sendo a maior casuística da América Latina, com maior tempo de seguimento desses pacientes. A difusão desses resultados auxilia em um melhor entendimento e na compreensão da preservação auditiva no implante coclear.

Conclusão

A taxa de preservação auditiva dos pacientes com resíduo auditivo submetidos a implante coclear Med-El FLEX EAS foi de 89,4%, (27% preservação total e 63% de preservação par-

cial), com tendência a maior preservação pela inserção do eletrodo através da janela redonda.

Independentemente da preservação auditiva, os limiares tonais e testes de fala melhoraram nos pacientes implantados, tanto com estimulação eletroacústica ou exclusivamente elétrica.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Agradecimentos

Nós gostaríamos de agradecer a todos os pacientes e suas famílias, ao grupo de implante coclear da UNICAMP (audiologistas, assistentes sociais, equipe de enfermagem, psicólogos, fonoaudiólogos e todos os funcionários), ao nosso departamento de otorrinolaringologia e cirurgia de cabeça e pescoço, e à todos da equipe MED-EL que nos ajudou.

Referências

1. Gantz BJ, Hansen MR, Turner CW, Oleson JJ, Reiss LA, Parkinson AJ. Hybrid 10 clinical trial: preliminary results. *Audiol Neurootol.* 2009;14:32-8.
2. Lenarz T, Stover T, Buechner A, Lesinski-Schiedat A, Patrick J, Pesch J. Hearing conservation surgery using the Hybrid-Lelectrode. Results from the first clinical trial at the Medical University of Hannover. *Audiol Neurootol.* 2009;14:22-31.
3. Skarzynski H, Lorens A, Piotrowska A, Podskarbi-Fayette R. Results of partial deafness cochlear implantation using various electrode designs. *Audiol Neurootol.* 2009;14:39-45.
4. Gstoettner 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.
5. Gstoettner W, Kiefer J, Baumgartner WD, Pok S, Peters S, Adunka O. Hearing preservation in cochlear implantation for electric acoustic stimulation. *Acta Otolaryngol.* 2004;124:348-52.
6. Lehnhardt E. Intracochlear placement of cochlear implant electrodes in soft surgery technique. *HNO.* 1993;41:356-9.
7. Mowry SE, Woodson E, Gantz BJ. New frontiers in cochlear implantation: acoustic plus electric hearing, hearing preservation, and more. *Otolaryngol Clin North Am.* 2012;45:187-203.
8. Havenith S, Lammers MJ, Tange RA, Trabalzini F, della Volpe A, van der Heijden GJ, et al. Hearing preservation surgery: cochleostomy or round window approach? A systematic review. *Otol Neurotol.* 2013;34:667-74.
9. Briggs RJ, Tykocinski M, Xu J, Risi F, Svehla M, Cowan R, et al. Comparison of round window and cochleostomy approaches with a prototype hearing preservation electrode. *Audiol Neurootol.* 2006;11:42-8.
10. Carvalho GM, Valente JP, Duarte AS, Muranaka EB, Guimarães AC, Soki MN, et al. Electroacoustic stimulation of the auditory system: UNICAMP's surgical approach. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2012;78:43-50.
11. 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;124:272-80.
12. Gstoettner WK, van de Heyning P, O'Connor AF, Morera C, Sainz M, Vermeire K, et al. Electric acoustic stimulation of the auditory system: results of a multi-centre investigation. *Acta Otolaryngol.* 2008;128:968-75.
13. Gantz BJ, Hansen MR, Turner CW, Oleson JJ, Reiss LA, Parkinson AJ. Hybrid 10 clinical trial. *Audiol Neurootol.* 2009;14 Suppl1:32-8.
14. Gfeller KE, Olszewski C, Turner CW, Gantz B, Oleson J. Music perception with cochlear implants and residual hearing. *Audiol Neurootol.* 2006;11 Suppl 1:12-5.
15. Gfeller KE, Olszewski C, Turner C, Gantz B, Oleson J. Accuracy of cochlear implant recipients on pitch perception, melody recognition, and speech reception in noise. *Ear Hear.* 2007;28:412-23.
16. Reiss LAJ, Gantz BJ, Turner CW. Cochlear implant speech processor frequency allocations may influence pitch perception. *Otol Neurotol.* 2008;29:160-7.
17. Skarzynski H, Skarzynski P. A classification for hearing preservation in cochlear implantation Y The Warsaw experience. Em: Trabalho apresentado no: HEARING group Meeting. 2011.
18. Nguyen Y, Mosnier I, Borel S, Ambert-Dahan E, Bouccara D, Bozorg-Grayeli A, et al. Evolution of electrode array diameter for hearing preservation in cochlear implantation. *Acta Otolaryngol.* 2013;133:116-22.
19. Rajan GP, Kontorinis G, Kuthubutheen J. The effects of insertion speed on inner ear function during cochlear implantation: a comparison study. *Audiol Neurootol.* 2013;18:17-22.
20. Rajan GP, Kuthubutheen J, Hedne N, Krishnaswamy J. The role of preoperative, intratympanic glucocorticoids for hearing preservation in cochlear implantation: a prospective clinical study. *Laryngoscope.* 2012;122:190-5.
21. Postelmans JT, Stokroos RJ, van Spronsen E, Grolman W, Tange RA, Maré MJ, et al. Comparison of two cochlear implantation techniques and their effects on the preservation of residual hearing. Is the surgical approach of any importance? *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2013 [Epub ahead of print].
22. Kang BJ, Kim AH. Comparison of cochlear implant performance after round window electrode insertion compared with traditional cochleostomy. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2013;148:822-6.
23. Incerti PV, Ching TY, Cowan R. A systematic review of electric-acoustic stimulation: device fitting ranges, out-comes, and clinical fitting practices. *Trends Amplif.* 2013;17:3-26.
24. Santa Maria PL, Domville-Lewis C, Sucher CM, Chester-Browne R, Atlas MD. Hearing preservation surgery for cochlear implantation - hearing and quality of life after 2 years. *Otol Neurotol.* 2013;34:526-31.
25. Carvalho GM, Guimarães AC, Duarte ASM, Muranaka EB, Soki MN, Martins RSZ, et al. Hearing preservation after cochlea rim-plantation: UNICAMP outcomes. *Int J Otolaryngol.* 2013, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/107186>. Article ID 107186.