



Brazilian Journal of OTORHINOLARYNGOLOGY

www.bjorl.org



ARTIGO ORIGINAL

O tamanho do nervo coclear afeta o desempenho auditivo pós-operatório em pacientes pediátricos com implante coclear e nervos cocleares normais?☆

Emine Deniz Gozen ^{a,*}, H. Murat Yener ^a, Halide Kara ^b, Ahmet Atas ^b, Osman Kizilkilic ^c e Harun Cansiz^a

^a Istanbul University Cerrahpasa Medical Faculty, Otorhinolaryngology Department, Istanbul, Turquia

^b Istanbul University, Faculty of Health Science, Audiology Department, Istanbul, Turquia

^c Istanbul University Cerrahpasa Medical Faculty, Radiodiagnostic Department, Istanbul, Turquia

Recebido em 4 de fevereiro de 2020; aceito em 25 de junho de 2020

PALAVRAS-CHAVE

Implante coclear;
Surdez pré-lingual;
Morfologia do nervo
coclear;
Percepção auditiva

Resumo

Introdução: O implante coclear é um método de tratamento eficaz para a perda auditiva grave a profunda. Muitos fatores que podem influenciar o sucesso do implante coclear foram explicados em estudos anteriores. Além desses fatores, pequenas diferenças no tamanho dos nervos cocleares normais podem afetar o desempenho pós-operatório.

Objetivo: Investigar se pequenas diferenças no tamanho dos nervos cocleares normais afetam o desempenho pós-operatório do implante coclear.

Método: Foram incluídos neste estudo 30 pacientes pediátricos surdos pré-linguais, tratados com implante coclear. A partir de imagens de ressonância magnética parassagittais reconstruídas, foram medidos o diâmetro e a área de seção transversal do nervo coclear no lado ipsilateral e contralateral. As avaliações auditivas foram feitas 1, 3, 6 e 12 meses após a primeira adaptação. Todas as análises foram feitas com a ferramenta EARS® (do inglês *evaluation of auditory responses to speech*). A correlação entre o diâmetro do nervo coclear, a área transversal e a percepção auditiva pós-operatória foi analisada para determinar se a variação no tamanho do nervo coclear contribui para o desempenho auditivo pós-operatório.

DOI se refere ao artigo: <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2020.06.019>

☆ Como citar este artigo: Gozen ED, Yener HM, Kara H, Atas A, Kizilkilic O, Cansiz H. Does size of the cochlear nerve effect postoperative auditory performance in pediatric cochlear implant patients with normal cochlear nerves? Braz J Otorhinolaryngol. 2022;88:390–98.

* Autor para correspondência.

E-mail: nazas39@hotmail.com (E.D. Gozen).

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

Resultados: O diâmetro médio do nervo coclear no lado ipsilateral foi de 718,4 μm (504,5 a 904,3 μm) e a área da seção transversal média foi de 0,015 cm^2 (0,012-0,018 cm^2). No lado contralateral, o diâmetro médio do nervo coclear foi de 714,4 μm (502,6 a 951,4 μm) e a área da seção transversal média foi de 0,014 cm^2 (0,011 a 0,019 cm^2). A correlação entre o diâmetro e a área transversal do nervo coclear ipsilateral e contralateral não revelou qualquer significância. O escore médio do teste *monosyllable-trochee-polysyllable* no primeiro mês, denominado MTP1, foi de 0,17 (0,08-0,33), no sexto mês com teste de 6 palavras, MTP6, foi de 0,72 (0,39-1,0), no sexto mês com 12 palavras, MTP12, foi de 0,46 (0,17-0,75) e no 12º mês com 12 palavras, MTP12, foi de 0,73 (0,25-1,0). Não houve correlação entre os valores do teste *monosyllable-trochee-polysyllable* em qualquer momento com o diâmetro do nervo coclear ipsilateral. Entretanto, o teste *monosyllable-trochee-polysyllable* do primeiro mês, do 6º mês, e o do 12º mês correlacionaram-se com a área transversal do nervo coclear ipsilateral.

Conclusão: Medir a área da seção transversal do nervo coclear de aparência normal pode fornecer conhecimento prognóstico importante sobre os resultados do implante coclear. Em pacientes com área da seção transversal maior, o desempenho auditivo foi melhor e mais rápido. Embora o nervo coclear pareça normal, pequenas diferenças na área da seção transversal do nervo coclear podem afetar o desempenho, de forma que a medida do tamanho do nervo coclear nas imagens de ressonância magnética na projeção parassagital pode fornecer informações benéficas sobre o processo de reabilitação pós-operatória.

© 2022 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

O implante coclear é um método de tratamento eficaz para pessoas com perda auditiva grave a profunda, introduzindo sinais diretamente nos neurônios do gânglio espiral que transfere os impulsos para o nervo coclear. O principal resultado esperado do implante coclear é obter habilidades de fala e linguagem normais ou quase normais em crianças surdas pré-linguais e alcançar audição normal em indivíduos surdos pós-linguais. Mas os resultados esperados podem diferir de acordo com fatores individuais e treinamento e educação pós-implante.¹⁻³

Muitos fatores que podem influenciar o sucesso do implante coclear foram explicados em estudos anteriores. Entre esses, são descritos a presença de deficiências adicionais⁴ influências dos pais, status socioeconômico, envolvimento dos cuidadores no curso de educação, escolaridade materna,⁵⁻⁷ prematuridade, baixo peso ao nascer, hospitalização em unidade de terapia intensiva e intubação.⁸ Black et al. estudaram diferentes variáveis, como idade no momento do implante, família, problemas adicionais e complicações durante a cirurgia, sexo, mutação GJB2, meningite, malformações da orelha interna e prematuridade, em seu estudo de revisão e observaram que os únicos fatores prognósticos significantes eram malformações da orelha interna, influência da família e implante tardio.⁹ Em geral, pacientes com intervenção precoce e uso anterior de aparelhos auditivos têm melhor prognóstico.^{10,11}

Como não existe um método preciso para determinar o resultado dos implantes cocleares, os pacientes devem ser avaliados em detalhes quanto à candidatura. Malformações cocleares, anormalidades do nervo coclear e ossificação da cóclea são distúrbios bem estudados que podem aumentar a probabilidade de um prognóstico ruim devido a resultados

altamente variáveis.^{12,13} Um dos casos mais desafiadores entre essas malformações é a anormalidade do nervo coclear. A ressonância magnética (RM) de alta resolução tem sido tradicionalmente usada para identificação de anormalidades do nervo coclear. O diâmetro do nervo coclear foi analisado em vários estudos. Morita et al. mediram os diâmetros do nervo coclear a partir de imagens axiais de RM em candidatos a implante coclear e os correlacionaram com resultados pós-operatórios e demonstraram que pacientes com nervos maiores tiveram melhor desempenho.¹⁴ As medidas das imagens na RM parassagital foram feitas em diferentes estudos, produziram achados mais precisos.^{15,16} Sildiroglu et al. calcularam a área da seção transversal do nervo coclear em pacientes idosos com perda auditiva neurossensorial e não encontraram alterações significantes no tamanho do nervo coclear.¹⁷ Russo et al. encontraram hipoplasia leve do nervo coclear em crianças com perda auditiva profunda na RM.¹⁸ Em um estudo mais recente, Chung et al. verificaram que pacientes com nervo coclear deficiente ou canal ósseo estreito do nervo coclear apresentaram resultados ruins do implante coclear.¹⁹ O nervo facial foi usado anteriormente para avaliar comparativamente o tamanho do nervo coclear e, como referência rápida, a relação nervo facial/nervo coclear pode ser usada para avaliar anomalias do nervo coclear.²⁰ Entretanto, há dados limitados sobre o efeito de pequenas diferenças no tamanho do nervo coclear nos nervos cocleares não hipoplásicos ou deficientes em relação ao desempenho pós-operatório do implante coclear. Em um estudo em que o implante coclear foi feito em pacientes com surdez pós-lingual, a área da seção transversal do nervo coclear foi correlacionada positivamente com o desempenho auditivo.²¹ Mesmo que o nervo coclear seja hipoplásico, os pacientes podem se beneficiar dos implantes cocleares. A presença de nervo coclear na RM e nenhuma

outra anomalia que acompanhe a perda auditiva foram associadas a melhores resultados auditivos.²²

Portanto, neste estudo, objetivamos medir o diâmetro e a área transversal dos nervos cocleares com aparência normal em pacientes que receberam implantes cocleares e analisar a relação entre o tamanho do nervo coclear e o desempenho pós-operatório, o que pode ajudar a prever os resultados do implante coclear.

Método

Considerações éticas

O estudo foi feito no departamento de otorrinolaringologia após aprovação pelo comitê de ética institucional (número 279851). O consentimento informado foi obtido dos pais de todos os pacientes. Os dados e imagens dos pacientes foram armazenados nos prontuários eletrônicos dos pacientes e analisados retrospectivamente.

Pacientes

Os prontuários médicos de 180 pacientes pediátricos surdos bilaterais pré-linguais que receberam implantes cocleares entre 2011 e 2015 foram revisados retrospectivamente para exames otorrinolaringológicos, exames auditivos pré-operatórios, TC e RM de ossos temporais. Todos os pacientes apresentavam perda auditiva congênita e, no exame pré-operatório de potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE), nenhum dos pacientes apresentou onda bilateral 5 a 90 dB nHL. Foram excluídos pacientes com seguimento inferior a um ano, prontuários incompletos, imagens indisponíveis, anomalia da orelha interna, inserção incompleta de eletrodos e complicações pós-operatórias. Após as exclusões, foram incluídos no estudo 30 pacientes que apresentavam nervos cocleares não hipoplásicos ou aplásicos na RM quando comparados ao nervo facial. Vinte dos pacientes eram do sexo masculino e 10 eram do feminino, com entre 11 e 56 meses no momento do implante, com média de 19,2 meses.

Todos os nossos pacientes foram testados por métodos eletrofisiológicos e comportamentais. Todos os indivíduos foram testados primeiro com emissões otoacústicas por produtos de distorção (EOAPD), seguidos de estímulo *chirp* e *chirp* de banda estreita e testes de PEATE. Os implantes cocleares foram aplicados em pacientes cujas EOAPD não puderam ser obtidas e cujos valores limiares não foram obtidos na intensidade acima de 90 dB NaN no teste PEATE (nenhum limiar foi obtido no PEATE ósseo). Os testes comportamentais foram feitos em pacientes que podiam cooperar, para determinar os limiares auditivos por audiometria de observação comportamental (BOA, do inglês *behavioral observation audiometry*) ou audiometria de reforço visual (VRA, do inglês *visual reinforcement audiometry*) da audiometria lúdica. A decisão sobre o implante coclear foi tomada em pacientes que não demonstraram limiar acima de 90 dB na faixa de 500 a 4.000 Hz nos testes comportamentais. De acordo com os achados audiológicos e a mão dominante dos pacientes, decidiu-se sobre qual orelha a ser operada.

Após avaliação auditiva pré-operatória abrangente e imagens de CT e RM dos ossos temporais, foi tomada a decisão de implante coclear e sob anestesia geral, o implante coclear padrão foi feito sob anestesia geral por mastoidectomia e inserção de janela redonda. A maioria dos pacientes recebeu implante de orelha direita (n = 29, 96,6%). Os implantes cocleares foram Nucleus™ em 11 pacientes, Medel™ em 11 pacientes e Clarion™ em 8 pacientes.

Imagem e medida do nervo coclear

Todos os pacientes foram submetidos a CT e RM do osso temporal no Departamento de Neurorradiologia. O exame convencional do cérebro e do ouvido interno foi feito com um *scanner* 3T MR. Foram adquiridas imagens de alta resolução com uso da sequência 3D CISS (*Constructive Images in Steady State*) de RM do osso temporal. Nessa sequência, os dados foram adquiridos com um campo de visão de 160 mm, espessura de corte de 1,5 mm e uma matriz de imagem de 192 × 512. As imagens da sequência CISS foram transferidas para o *software* Macintosh Osirix™ para análise. Após a identificação do canal acústico interno nas imagens axiais, as imagens reformatadas parassagittais foram criadas pelo modo de reformatação 3D multiplanar (MPR 3D) do programa OsiriX. As imagens reformatadas eram perpendiculares ao eixo longo do conduto auditivo interno (CAI), do ponto de saída do nervo coclear até a cóclea, que demonstrava as imagens axiais reais do nervo. Do ponto de vista axial, os planos sagital e coronal foram movidos sobre o CAI e as imagens foram rotacionadas de modo que o eixo de rotação fosse perpendicular ao CAI. Os cálculos foram feitos no ponto médio do nervo coclear a partir do ponto de saída da cóclea e do ponto de entrada no tronco encefálico, tanto no lado ipsilateral quanto no contralateral. Os diâmetros horizontais do nervo coclear foram medidos nas imagens parassagittais reformatadas e foram usados para calcular a área da seção transversal do nervo por dois radiologistas diferentes, separadamente, e o valor médio das diferentes medidas foi usado.

Avaliação do resultado auditivo

As avaliações auditivas foram feitas um, 3, 6 e 12 meses após a primeira adaptação. Todas as análises foram feitas com a ferramenta EARS® (*Evaluation of Auditory Responses to Speech*), implantada por Dianne J. Allum-Mecklenburg em 1995.²³ A ferramenta de avaliação contém vários testes de fala e questionários e foi adaptada para mais de 20 idiomas desde sua primeira apresentação em 1996. Essa ferramenta é adequada para crianças de um a 18 anos. A partir desta ferramenta de teste, a versão em turco do *monosyllable-trochee-polysyllable test* (MTP) com reconhecimento de palavras com uma, duas ou três sílabas com 6 ou 12 palavras (MTP6 e MTP12 respectivamente) e o *monosyllable closed-set test* feito com palavras dissílabas (BIS12) foram usados.

Monosyllable-Trochee-Polysyllable test (MTP)

Após o ajuste, os pacientes foram avaliados no 1º, 6º e 12º meses. Testes com 3, 6 e 12 figuras foram aplicados no

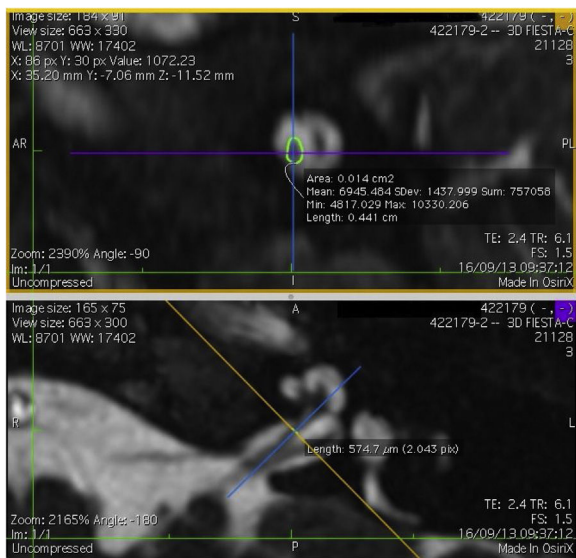


Figura 1 Modo de reformatação 3D multiplanar (MPR 3D) no site OsiriX do diâmetro calculado do nervo coclear.

1°, 6° e 12° meses, respectivamente. Cada palavra foi repetida e avaliada 4 vezes no teste de 3 palavras (total de 12 pontos), 3 vezes no teste de 6 palavras (total de 18 pontos) e 2 vezes no teste de 12 palavras (total de 24 pontos). Para a análise estatística, os pontos foram convertidos em valores percentuais.^{24,25} Os pacientes também foram avaliados como aprovados ou não aprovados, de acordo com a taxa de sucesso de 70% em cada teste.

Monosyllable closed-set test feito com palavras dissílabas (BIS12)

Esse teste, que foi usado pela primeira vez por Schneider et al.,²⁶ foi feito com 12 figuras com palavras dissílabas e avaliado em mais de 24 pontos. Os pontos foram então convertidos em valores percentuais para análise estatística.

Análise estatística

Os dados registrados do diâmetro do nervo coclear e da área de seção transversal foram importados para o pacote estatístico SPSS 22.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL). O teste de Kolmogorov-Smirnov foi usado para comparar as distribuições dos dados com distribuição normal. O teste U de Mann-Whitney foi usado para a análise dos dados quantitativos. O teste de Wilcoxon foi feito para analisar medidas repetidas. A correlação de Spearman foi calculada para determinar a correlação entre o diâmetro do NC, a área da seção transversal e outros parâmetros. Um valor de $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo.

Resultados

Os nervos cocleares de 60 orelhas de 30 pacientes foram medidos com imagens parasagittais reformatadas no *software* OsiriX. As figuras mostram a imagem reformatada e o local do diâmetro calculado do nervo coclear (figs. 1, 2 e 3). Os dados demográficos, média, mediana e desvio-padrão das

medidas do nervo coclear dos lados ipsilateral e contralateral e os resultados do teste EARS são apresentados na [tabela 1](#).

Quando o diâmetro do lado ipsilateral foi comparado ao diâmetro do nervo coclear contralateral, não houve diferença significativa entre as medidas. O diâmetro médio do nervo coclear no lado ipsilateral foi de $699,75 \pm 106,71 \mu\text{m}$ ($504,5\text{-}904,3 \mu\text{m}$) e a média da área da seção transversal foi de $0,015 \text{ cm}^2$ ($0,012\text{-}0,018 \text{ cm}^2$). No lado contralateral, o diâmetro médio do nervo coclear foi de $704,30 \pm 114,18 \mu\text{m}$ ($502,6\text{-}951,4 \mu\text{m}$) e a AST média foi de $0,014 \pm 0,002 \text{ cm}^2$ ($0,011\text{-}0,019 \text{ cm}^2$) ([tabela 2](#)). A correlação entre o diâmetro e a área transversal do nervo coclear ipsilateral e contralateral e a idade no momento do implante não mostrou significância ($p > 0,05$) (diâmetro ipsilateral e contralateral *versus* idade: $p = 0,55$ e $p = 0,98$, respectivamente, $r = 0,13$ e $r = 0,003$, respectivamente).

Nos testes MTP com palavras de uma, duas e três sílabas no 1°, 3°, 6° e 12° meses após o ajuste, os resultados foram os seguintes: escore médio no MTP do 1° mês (MTP1) foi de 0,17 (0,08-0,33), no 6° mês com teste de 6 palavras (6° mês MTP6) foi de 0,72 (0,39-1,0), no 6° mês com teste de 12 palavras (6° mês MTP12) foi de 0,46 (0,17-0,75) e no 12° mês com 12 palavras (12° mês MTP12) foi de 0,73 (0,25-1,0) ([tabela 3](#)). As correlações entre os valores de MTP foram significantes entre MTP1, MTP6, MTP12 no 6° mês e MTP12 no 12° mês ($p = 0,003$, $r = 0,765$, $0,78$, e $0,608$, respectivamente), MTP12 no 6° mês, MTP12 no 6° mês e MTP12 no 12° mês ($p = 0$ e 0 , $r = 0,989$ e $0,779$, respectivamente ([tabela 3](#).) A análise de correlação também detectou que, embora não significantes, os valores do MTP foram correlacionados inversamente com a idade de implantação (quanto melhor o MTP, menor a idade de implantação) (idade de implantação vs. MTP1, MTP6, MTP12 no 6° mês e MTP12 no 12° mês, $p = 0,621$, $0,157$, $0,097$, $0,09$, $r = -0,115$, $-0,32$, $-0,37$, $-0,38$, respectivamente).

Não houve correlação entre os valores de MTP em nenhum momento com o diâmetro do nervo coclear ipsilateral. No entanto, o MTP no 1° mês, o MTP6 no 6° mês e o MTP12 no 12° mês correlacionaram-se com a área transversal do nervo coclear ipsilateral ($p = 0,012$, $0,034$, $0,046$ e $r = 0,53$, $0,46$, $0,43$, respectivamente) ([tabela 4](#)). Embora não tenham se correlacionado significativamente, os resultados do teste BIS12 foram melhores em pacientes com maior AST ($p = 0,066$, $r = 0,4$).

Quando os resultados do teste MTP foram convertidos em não aprovação e aprovação de acordo com a taxa de sucesso de 70%, os valores da MTP6 no 6° mês não diferiram significativamente para o diâmetro do nervo coclear ipsilateral, mas foram significativamente diferentes para a área transversal do nervo coclear ipsilateral ([tabela 5](#)) ($p = 0,32$ e $0,012$, respectivamente). No teste MTP12 no 12° mês, não houve diferença significativa entre os pacientes aprovados e não aprovados, o diâmetro do nervo coclear ipsilateral e a área de seção transversal ([tabela 5](#)) ($p = 0,93$ e $0,26$, respectivamente).

Discussão

O implante coclear é um método de tratamento eficaz para a reabilitação da perda auditiva neurosensorial

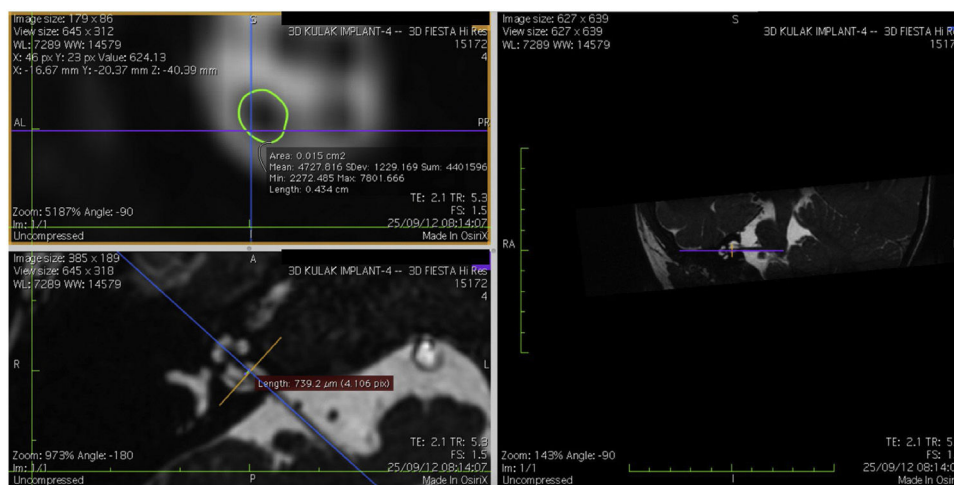


Figura 2 Modo de reformatação 3D multiplanar (MPR 3D) no site OsiriX do diâmetro calculado do nervo coclear.

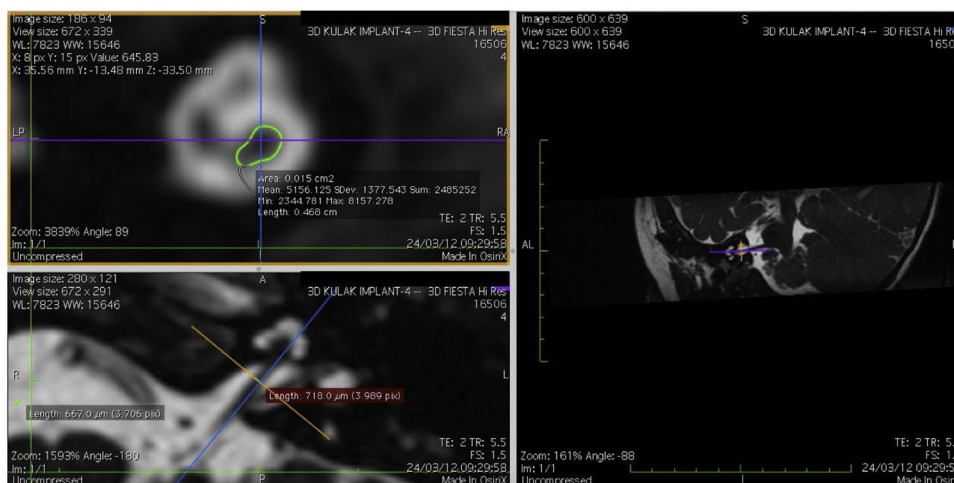


Figura 3 Modo de reformatação 3D multiplanar (MPR 3D) no site OsiriX do diâmetro calculado do nervo coclear.

profunda. Entretanto, os resultados do implante coclear são altamente variáveis e dependem principalmente de fatores médico-cirúrgicos individuais, bem como das perspectivas fonoaudiológicas.³ Entre esses fatores, fatores anatômicos, como malformações do ouvido interno, têm grande impacto no sucesso do implante coclear. É bem conhecido o fato de que a hipoplasia ou aplasia do nervo coclear tem resultados variáveis após o implante e a detecção pré-operatória dessas situações é importante.^{27,28} Embora não seja hipoplásico ou aplásico, o tamanho do nervo coclear pode afetar o processo de reabilitação pós-operatória. Por esse motivo, conduzimos esta investigação para determinar o efeito de pequenas diferenças no tamanho do nervo coclear no sucesso do implante coclear no período pós-operatório.

Antes da cirurgia de implante coclear, é necessária uma avaliação abrangente dos pacientes para prever os resultados. Para avaliação das estruturas da orelha interna, é obrigatória a tomografia computadorizada e a RM do osso temporal. As imagens da tomografia computadorizada fornecem informações muito detalhadas sobre as estruturas ósseas da orelha interna, mas sua capacidade de identificar

nervos dentro do conduto auditivo interno é limitada,²⁹ enquanto a ressonância magnética pode ser muito útil para visualizar nervos e estruturas cerebrais em candidatos a implante coclear. Pacientes com diâmetro normal do conduto auditivo interno em imagens de TC podem ter nervos cocleares ausentes na RM e os médicos não devem confiar apenas nos achados da TC sobre a morfologia da orelha interna.²⁹ Por esses motivos, a morfologia do nervo coclear deve ser analisada na RM por medidas milimétricas ou que comparem o seu tamanho com o tamanho do nervo facial.³⁰

Há vários estudos que usam avaliação radiológica do tamanho do nervo coclear em vários grupos de pacientes e em indivíduos com audição normal. Lou et al. investigaram o tamanho do nervo coclear em 3 pontos de mensuração por RM 3-T e analisaram o efeito da idade no tamanho do nervo coclear em crianças ouvintes normais. Eles verificaram que o maior valor do nervo estava no ponto médio da CAI e o tamanho não mudou com a idade.³¹ Herman et al. mediram a área da seção transversal do nervo coclear em pacientes com audição normal e surdos pós-linguais por RM e concluíram que a ressonância magnética parassagital com

Tabela 1 Dados demográficos, média, mediana e desvio-padrão das medidas do nervo coclear dos lados ipsilateral e contralateral e resultados do teste EARS

	Mín-máx	Mediana	Média ± DP, n (%)
<i>Idade no implante (meses)</i>	11,00–56,00	16	19,10 ± 9,10
<i>Sexo</i>			
Feminino			10 0.33
Masculino			20 0.67
<i>Lado do implante</i>			
Direito			29 0.97
Esquerdo			1 0.03
<i>Teste MTP 1º mês</i>	0,08–0,33	0,17	0,17 ± 0,09
<i>6º</i>			
Falhou			14 0,47
Passou			16 0,53
<i>Teste MTP 6º mês - MTP6</i>	0,39–1,00	0,67	0,72 ± 0,16
<i>Teste MTP 6º mês - MTP12</i>	0,17–0,75	0,38	0,46 ± 0,17
<i>12º</i>			
Falhou			5 0,17
Passou			25 0,83
<i>Teste MTP 12º mês - MTP12</i>	0,25–1,00	0,75	0,73 ± 0,19
<i>Teste BIS12 12º mês</i>	0,13–0,92	0,58	0,57 ± 0,23
<i>Nervo coclear</i>			
<i>Diâmetro ipsilateral (µm)</i>	504,50–904,30	718,4	699,75 ± 106,71
<i>Diâmetro contralateral (µm)</i>	502,60–951,40	714,4	704,30 ± 114,18
<i>Área ipsilateral (cm²)</i>	0,012–0,018	0,015	0,015 ± 0,001
<i>Área contralateral (cm²)</i>	0,011–0,019	0,015	0,014 ± 0,002

Tabela 2 Diâmetro ipsilateral e contralateral e área da seção transversal dos nervos cocleares

Nervo coclear	Mín-Máx	Mediana	Média ± DP	p
Diâmetro ipsilateral (µm)	504,50–904,30	718,4	699,75 ± 106,71	0,79
Diâmetro contralateral (µm)	502,60–951,40	714,4	704,30 ± 114,18	
Área ipsilateral (cm²)	0,012–0,018	0,015	0,015 ± 0,001	0,36
Área contralateral (cm²)	0,011–0,019	0,015	0,014 ± 0,002	

Teste de Wilcoxon.

Tabela 3 Correlações de valores do teste MTP. Valores em negrito são dados significativos

Correlações	MTP no 1º mês	MTP no 6º mês - MTP6	MTP no 6º mês - MTP12	MTP no 12º mês- MTP12
<i>MTP no 1º mês</i>				
r	1	0,765	0,78	0,608
p	,	0	0	0,003
<i>MTP no 6º mês - MTP6</i>				
r	0,765	1	0,989	0,754
p	0	,	0	0
<i>MTP no 6º mês - MTP12</i>				
r	0,78	0,989	1	0,779
p	0	0	,	0
<i>MTP no 12º mês- MTP12</i>				
r	0,608	0,754	0,779	1
p	0,003	0	0	,

seqüência CISS era uma técnica confiável para medir o nervo coclear. Eles verificaram que a AST dos pacientes surdos era significativamente menor do que a dos indivíduos ouvintes normais.³² Russo et al. usaram RM de alta resolução para

avaliar o tamanho do nervo coclear em crianças com perda auditiva neurosensorial e audição normal e descobriram que os nervos cocleares eram levemente hipoplásicos em pacientes com perda auditiva profunda. Eles concluíram que

Tabela 4 Correlações entre os valores dos testes MTP e BIS e diâmetro do nervo coclear ipsilateral e a área de seção transversal. Valores em negrito indicam dados significativos

	Ipsilateral	
	Diâmetro	Área
MTP no 1° mês		
r	0,13	0,53
p	0,55	0,012
MTP no 6° mês - MTP6		
r	0,13	0,46
p	0,56	0,034
MTP no 6° mês - MTP12		
r	0,14	0,43
p	0,54	0,052
MTP no 12° mês - MTP12		
r	0,11	0,43
p	0,61	0,046
BIS12 no 12° mês		
r	0,05	0,4
p	0,81	0,066

medidas precisas do nervo coclear podem ser feitas com RM de alta resolução.¹⁸ Stjernholm e Muren, para determinar os diâmetros do nervo coclear e o tamanho do nervo, usaram a TC dos ossos temporais e mediram o canal do nervo radiologicamente para comparar com as medidas feitas nos modelos dos mesmos ossos temporais. Eles observaram que as medidas nos modelos eram maiores do que as medidas na TC. Eles concluíram que as medidas nas imagens da TC podem não passar exatamente pelo ponto médio do nervo e podem não refletir as medidas reais.³³

Também usamos RM de alta resolução para avaliar o tamanho do nervo coclear. Incluímos pacientes com nervos cocleares de aparência e tamanho normais quando os critérios sugeriam que os nervos cocleares são ligeiramente maiores do que os nervos faciais e isso pode ser usado na determinação de anormalidades do nervo coclear propostas por Miyasaka.³⁰ Em estudos anteriores foi demonstrado que o nervo facial pode ser uma referência para avaliação do nervo coclear em pacientes com perda auditiva.³⁴

Neste estudo, as imagens reformatadas parassagitais foram usadas para visualizar o nervo coclear e as medidas foram feitas nessas imagens. Como as medidas do diâmetro podem não refletir o tamanho real do nervo, pois os nervos cocleares podem não ser circulares e o ponto de medição pode não passar do ponto médio, também calculamos a AST. Nossos achados não revelaram diferença entre o lado implantado e o contralateral. Além disso, não houve diferença no diâmetro do nervo e a AST entre sexo e idade. Na população pediátrica, à medida que o desenvolvimento e o crescimento continuam, aumenta a preocupação com a alteração do tamanho do nervo coclear com a idade. No entanto, com base em estudos embriológicos, o nervo vestibulococlear mostrou-se totalmente desenvolvido na 6ª semana de vida embrionária e não mudou com o desenvolvimento físico.³⁵ Além disso, existem vários trabalhos que investigaram o tamanho do nervo coclear em diferentes faixas etárias, de recém-nascidos a indivíduos idosos. Russo et al., em seu estudo com crianças com audição normal, não encontraram diferença no diâmetro do nervo coclear em diferentes faixas etárias.¹⁸ Lou et al. não demonstraram diferença significativa nos diâmetros dos NCs das crianças com o aumento da idade através de um agrupamento mais detalhado, forneceram evidências de imagem.³¹ Assim, neste estudo, não dividimos os pacientes de acordo com a idade, pois ela não influencia o diâmetro do nervo coclear. Além disso, neste estudo, nossa preocupação não era investigar o efeito da idade no tamanho do nervo, mas estudar se o efeito de pequenas diferenças no tamanho do nervo afeta o resultado auditivo independentemente do fator etário.

Também é lógico considerar se a marca do implante pode afetar os resultados auditivos. Em um estudo feito por Bazon et al., duas estratégias de codificação da fala de diferentes marcas foram comparadas e eles não encontraram diferença significativa na percepção da fala.³⁶ Ainda em outro estudo, Jang et al. trabalharam com duas marcas diferentes de implantes cocleares para investigar o desempenho pós-operatório e verificaram que não havia diferença entre os escores das palavras monossilábicas de grupo aberto, palavras dissilábicas de grupo aberto e sentenças de grupo aberto.³⁷ Portanto, neste estudo, não discriminamos entre as marcas de implantes e acreditamos que o desempenho pós-operatório de cada marca seja semelhante.

Tabela 5 Falhas e sucessos no teste MTP e diâmetro do nervo coclear ipsilateral e área transversal aos 6 e 12 meses. Valores em negrito são dados significativos

Nervo Coclear (ipsilateral)	Falha no 6° mês		Sucesso no 6° mês		p
	Média ± DP	Mediana (Mín-máx)	Média ± DP	Mediana (Mín-máx)	
Diâmetro	680,6 ± 108,3	667 (539,2–904,3)	720,8 ± 106,4	731 (505–867)	0,320
Área	0,014 ± 0,002	0,015 (0,012–0,016)	0,015 ± 0,001	0,016 (0,015–0,018)	0,012
	Falha no 12° mês		Sucesso no 12° mês		p
	Média ± DP	Mediana (Mín-máx)	Média ± DP	Mediana (Mín-máx)	
Diâmetro	702,0 ± 61,6	718 (601–764)	699,1 ± 114,2	693 (504–904)	0,93
Área	0,014 ± 0,001	0,015 (0,012–0,016)	0,015 ± 0,001	0,015 (0,012–0,018)	0,260

Teste U de Mann-Whitney.

A ferramenta de avaliação EARS® avalia o desenvolvimento da percepção auditiva após o implante coclear, fornece informações para o ajuste do dispositivo e fornece um instrumento para a avaliação em longo prazo de crianças com implantes cocleares.³⁸ A ferramenta EARS® foi usada em muitos estudos anteriores para avaliar o desenvolvimento da percepção auditiva no mesmo grupo de pacientes.³⁹ A ferramenta também foi usada para comparar pacientes em diferentes faixas etárias⁴⁰ ou pacientes com a mesma idade, mas diferentes grupos com vários fatores etiológicos para perda auditiva.⁴¹ Embora diferentes faixas etárias e diferentes fatores etiológicos da perda auditiva mostrem diferentes gráficos de melhoria, em geral após o implante e a reabilitação, a percepção auditiva melhora ao longo do tempo e essa melhora ocorre regularmente em intervalos de 6 meses ou um ano.³⁸ Os estudos também demonstraram que, quanto mais cedo o implante é feito, melhores são as respostas auditivas.³⁹ Neste estudo, avaliamos nossos pacientes com a ferramenta de avaliação EARS®. A avaliação foi feita no 1º mês, no 6º e no 12º mês, com diferentes ferramentas, e detectamos que as respostas ao teste MTP aumentaram constantemente ao longo do tempo e os pacientes com escores altos no MTP no 1º mês demonstraram escores altos nos testes seguintes. Além disso, os pacientes implantados com pouca idade tiveram escores altos em todos os testes, embora os resultados não tenham sido estatisticamente significativos.

Embora existam muitos relatos radiológicos sobre o tamanho do nervo coclear, o conhecimento sobre o efeito do tamanho do nervo coclear no sucesso do implante em crianças surdas pré-linguais é limitado. Yamazaki et al. classificaram os pacientes de acordo com a razão entre o nervo facial e o nervo coclear por RM e descobriram que pacientes com nervos cocleares maiores do que os nervos faciais tinham um desempenho melhor após o implante coclear.⁴² Morita et al. avaliaram a relação entre o resultado do implante coclear e o diâmetro do nervo coclear na RM em 20 crianças surdas pré-linguais e descobriram que não houve correlação entre os diâmetros máximos dos nervos e idade, valores do potencial de ação composto eletricamente evocado (ECAP) e escores do IT-MAIS. Eles concluíram que a identificação do nervo coclear na RM era suficiente para esperar melhores efeitos, independentemente dos diâmetros.¹⁴ Kim et al. investigaram a correlação do tamanho do nervo coclear e do desempenho auditivo após o implante coclear em pacientes pós-linguais. Eles avaliaram 68 pacientes e mediram o diâmetro do nervo coclear e AST em imagens de RM. Eles descobriram que a AST era negativamente associada à duração e ao grau de perda auditiva. Eles também detectaram que a AST era positivamente correlacionada com o desempenho auditivo.²¹ Em nosso estudo, incluímos crianças surdas pré-linguais e, como apenas a medida do diâmetro pode não refletir o tamanho real do nervo, calculamos o diâmetro do nervo coclear e a AST do nervo. Em nosso grupo, nenhum dos pacientes apresentava nervos cocleares hipoplásicos ou aplásicos (os nervos cocleares eram maiores do que os nervos faciais). Como esperado, e demonstrado por dois estudos anteriores, o diâmetro dos nervos não se correlacionou significativamente com o desempenho audiológico no pós-operatório. Isso pode ocorrer porque o nervo pode não ter forma circular e as medidas podem não refletir o tamanho real. Entretanto, a

área transversal dos nervos cocleares apresentou correlação significativa com a percepção auditiva pós-operatória. Os pacientes com AST mais alta obtiveram melhores escores nos testes MTP nas avaliações do 1º, 6º e 12º mês. Nadol e Xu mediram os nervos cocleares em cadáveres e descobriram que os cadáveres com nervos pequenos tinham menos células ganglionares espirais residuais.⁴³ A área de seção transversal pode se correlacionar com células ganglionares espirais residuais, o que melhora os resultados do implante coclear.³² Acreditamos que a AST do nervo coclear fornece melhores informações sobre a morfologia do nervo, uma vez que sua forma irregular pode superestimar o diâmetro. Além disso, a AST pode refletir a densidade das células ganglionares espirais, o que explica os melhores resultados. Acreditamos que, embora normal em aparência, pequenas diferenças na AST do nervo coclear podem afetar o desempenho e a medida do tamanho do nervo coclear nas imagens de RM parassagital pode fornecer informações úteis sobre o processo de reabilitação pós-operatória.

Conclusão

Entre os muitos fatores que influenciam os resultados do implante coclear, a presença do nervo coclear pode ser o fator mais importante, embora pequenas alterações consideradas normais no tamanho no diâmetro do nervo possam produzir resultados auditivos diferentes. A medida da AST do nervo coclear de aparência normal pode fornecer dados prognósticos importantes sobre os resultados do implante coclear. Nosso estudo demonstrou que em pacientes com AST maior, o desempenho auditivo foi melhor e mais rápido.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

1. Hawker K, Ramirez-Inscoc J, Bishop DV, Twomey T, O'Donoghue GM, Moore DR. Disproportionate language impairment in children using cochlear implants. *Ear Hear*. 2008;29:467–71.
2. Ching TY, Crowe K, Martin V, Day J, Mahler N, Youn S, et al. Language development and everyday functioning of children with hearing loss assessed at 3 years of age. *Int J Speech Lang Pathol*. 2010;12:124–31.
3. Black J, Hickson L, Black B, Perry C. Prognostic indicators in paediatric cochlear implant surgery: a systematic literature review. *Cochlear Implants Int*. 2011;12:67–93.
4. Boons T, Brokx JP, Dhooge I, Frijns JH, Peeraer L, Vermeulen A, et al. Predictors of spoken language development following pediatric cochlear implantation. *Ear Hear*. 2012;33:617–39.
5. Holt RF, Beer J, Kronenberger WG, Pisoni DB, Lalonde K. Contribution of family environment to pediatric cochlear implant users' speech and language outcomes: some preliminary findings. *J Speech Lang Hear Res*. 2012;55:848–64.
6. Niparko JK, Tobey EA, Thal DJ, Eisenberg LS, Wang NY, Quittner AL, et al. Spoken language development in children following cochlear implantation. *JAMA*. 2010;303(14):1498–506.
7. Cupples L, Ching TY, Crowe K, Seeto M, Leigh G, Street L, et al. Outcomes of 3-year-old children with hearing loss and different types of additional disabilities. *J Deaf Stud Deaf Educ*. 2014;19:20–39.

8. American Academy of Pediatrics, Joint Committee on Infant Hearing. Year 2007 position statement: Principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Pediatrics*. 2007;120:898-921.
9. Black J, Hickson L, Black B, Khan A. Paediatric cochlear implantation: adverse prognostic factors and trends from a review of 174 cases. *Cochlear Implants Int*. 2014;15:62-77.
10. Nicholas JG, Geers AE. Effects of early auditory experience on the spoken language of deaf children at 3 years of age. *Ear Hear*. 2006;27:286-329.
11. Sharma A, Dorman MF, Kral A. The influence of a sensitive period on central auditory development in children with unilateral and bilateral cochlear implants. *Hear Res*. 2005;203:134-43.
12. Sennaroglu L, Bajin MD. Classification and Current Management of Inner Ear Malformations. *Balkan Med J*. 2017;34:397-411.
13. Mylanus EA, Rotteveel LJ, Leeuw RL. Congenital malformation of the inner ear and pediatric cochlear implantation. *Otol Neurotol*. 2004;25:308-17.
14. Morita T, Naito Y, Tsuji J, Nakamura T, Yamaguchi S, Ito J. Relationship between cochlear implant outcome and the diameter of the cochlear nerve depicted on MRI. *Acta Otolaryngol Suppl*. 2004;56-9.
15. Glastonbury CM, Davidson HC, Harnsberger HR, Butler J, Kertesz TR, Shelton C. Imaging findings of cochlear nerve deficiency. *Am J Neuroradiol*. 2002;23:635-43.
16. Naito Y, Honjo I, Takahashi H, Shiomi Y, Naito E, Nishimura K, et al. Surface-coil magnetic resonance imaging of the internal auditory canal and the inner ear. Preliminary report. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1995;104:776-82.
17. Sildiroglu O, Cincik H, Sonmez G, Ozturk E, Mutlu H, Gocgeldi E, et al. E. Evaluation of cochlear nerve size by magnetic resonance imaging in elderly patients with sensorineural hearing loss. *Radiol Med*. 2010;115:483-7.
18. Russo EE, Manolidis S, Morris MC. Cochlear nerve size evaluation in children with sensorineural hearing loss by high-resolution magnetic resonance imaging. *Am J Otolaryngol*. 2006;27:166-72.
19. Chung J, Jang JH, Chang SO, Song JJ, Cho SW, Kim SY, et al. Does the Width of the Bony Cochlear Nerve Canal Predict the Outcomes of Cochlear Implantation? *Biomed Res Int*. 2018;21, 5675848.
20. McClay JE, Booth TN, Parry DA, Johnson R, Roland P. Evaluation of pediatric sensorineural hearing loss with magnetic resonance imaging. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2008;134:945-52.
21. Kim BG, Chung HJ, Park JJ, Park S, Kim SH, Choi JY. Correlation of cochlear nerve size and auditory performance after cochlear implantation in postlingually deaf patients. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*. 2013;139:604-9.
22. Peng KA, Kuan EC, Hagan S, Wilkinson EP, Miller ME. Cochlear Nerve Aplasia and Hypoplasia: Predictors of Cochlear Implant Success. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2017;157:392-400.
23. Allum DJ, Allum JHJ, Baumgartner W, Brockmeier SJ, Dahm M, Esser B, et al. Multi-language international perceptual test battery for comparing performance of children in different countries: Evaluation of auditory responses to speech (EARS). 3rd Eur Symp Pediatr Cochlear Implant, June 6-8, Hannover, Germany. 1996.
24. Flexer C, Richards C. Strategies for facilitating hearing and listening in all children with or without hearing loss. In: Flexer C, editor. *Facilitating Hearing and Listening in Young Children*. 2nd Ed. San Diego, London: Singular Publishing Group; 1999. p. 195-226.
25. Kirk KI, Diefendorf AO, Pisoni DB, Robbins AM. Assessing speech perception in children. In: Danhauser JL, Mendel LM, editors. *Audiologic Evaluation and Management and Speech Perception Assessment*. San Diego, London: Singular Publishing Group Inc; 1997. p. 101-32.
26. Schneider A, Leyrer M, Pilkington MC, Allum D. *Monosyllable Closed Set Test*. Innsbruck: MED-EL. 1996.
27. Birman CS, Powell HR, Gibson WP, Elliott EJ. Cochlear Implant Outcomes in Cochlear Nerve Aplasia and Hypoplasia. *Otol Neurotol*. 2016;37:438-45.
28. Wu CM, Lee LA, Chen CK, Chan KC, Tsou YT, Ng SH. Impact of cochlear nerve deficiency determined using 3-dimensional magnetic resonance imaging on hearing outcome in children with cochlear implants. *Otol Neurotol*. 2015;36:14-21.
29. Adunka OF, Roush PA, Teagle HF, Brown CJ, Zdanski CJ, Jewells V, et al. Internal auditory canal morphology in children with cochlear nerve deficiency. *Otol Neurotol*. 2006;27:793-801.
30. Miyasaka M, Nosaka S, Morimoto N, Taiji H, Masaki H. CT and MR imaging for pediatric cochlear implantation: emphasis on the relationship between the cochlear nerve canal and the cochlear nerve. *Pediatr Radiol*. 2010;40:1509-16.
31. Lou J, Gong WX, Wang GB. Cochlear nerve diameters on multipoint measurements and effects of aging in normal-hearing children using 3.0-T magnetic resonance imaging. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2015;79:1077-80.
32. Herman B, Angeli S. Differences in cochlear nerve cross-sectional area between normal hearing and post linguallly deafened patients on MRI. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2011;144:64-6.
33. Stjernholm C, Muren C. Dimensions of the cochlear nerve canal: a radioanatomic investigation. *Acta Otolaryngol*. 2002;122:43-8.
34. Naguib NNN, Hey C, Shaaban MS, Elabd AM, Hassan HHM, Gruber-Rouh T, et al. Assessment of the cochlear nerve to facial nerve size ratio using MR multiplanar reconstruction of the internal auditory canal in patients presenting with acquired long-standing hearing loss. *Br J Radiol*. 2017;90, 20160870.
35. Larsen WJ. *Human Embryology*. New York:Churchill Livingstone. 1997:385-411.
36. Bazon AC, Mantello EB, Gonçalves AS, Isaac Mde L, Hyppolito MA, Reis AC. Auditory Speech Perception Tests in Relation to the Coding Strategy in Cochlear Implant. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2016;20:254-60.
37. Jang JH, Mun HA, Choo OS, Park HY, Choung YH. The speech perception after cochlear implantation: The hearing gain difference according to the implant systems is important? *Auris Nasus Larynx*. 2019;46:330-4.
38. Esser-Leyding B, Anderson I. EARS® (Evaluation of Auditory Responses to Speech): an internationally validated assessment tool for children provided with cochlear implants. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec*. 2012;74:42-51.
39. May-Mederake B, Shehata-Dieler W. A case study assessing the auditory and speech development of four children implanted with cochlear implants by the chronological age of 12 months. *Case Rep Otolaryngol*. 2013:359218.
40. Allum JH, Greisiger R, Straubhaar S, Carpenter MG. Auditory perception and speech identification in children with cochlear implants tested with the EARS protocol. *Br J Audiol*. 2000;34:293-303.
41. Popov TM, Stancheva I, Kachakova DL, Rangachev J, Konov D, Varbanova S, et al. Auditory outcome after cochlear implantation in patients with congenital nonsyndromic hearing loss: influence of the GJB2 status. *Otol Neurotol*. 2014;35:1361-5.
42. Yamazaki H, Leigh J, Briggs R, Naito Y. Usefulness of MRI and EABR Testing for Predicting CI Outcomes Immediately After Cochlear Implantation in Cases with Cochlear Nerve Deficiency. *Otol Neurotol*. 2015;36:977-84.
43. Nadol JB Jr, Xu WZ. Diameter of the cochlear nerve in deaf humans: implications for cochlear implantation. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1992;101:988-93.