



# Brazilian Journal of OTORHINOLARYNGOLOGY

[www.bjorl.org](http://www.bjorl.org)



## ARTIGO ORIGINAL

# Timpanoplastia tipo III com próteses de titânio *versus* columela do estribo: um estudo prospectivo comparativo<sup>☆</sup>

Fayez Bahmad Jr <sup>a,b,\*</sup> e Andréa Gonçalves Perdigão <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Hospital Universitário de Brasília, Brasília, DF, Brasil

<sup>b</sup> Universidade de Brasília (UnB), Faculdade de Ciências de Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Brasília, DF, Brasil

<sup>c</sup> Universidade de Brasília (UnB), Faculdade de Medicina, Brasília, DF, Brasil

Recebido em 16 de março de 2020; aceito em 28 de julho de 2020

## PALAVRAS-CHAVE

Timpanoplastia;  
Próteses;  
Estribo;  
Otitis Média

## Resumo

**Introdução:** A timpanoplastia é um procedimento cirúrgico que visa reconstruir os mecanismos de transmissão do som na orelha média.

**Objetivo:** Analisar, do ponto de vista audiológico, pacientes com otite média crônica submetidos à timpanoplastia tipo 3 com columela maior, com prótese de reconstituição ossicular total de titânio, ou com columela de estribo com enxerto de cartilagem.

**Métodos:** Estudo prospectivo analítico, feito no ambulatório de otorrinolaringologia de um hospital terciário, por meio da avaliação de 26 pacientes com otite média crônica submetidos à timpanoplastia com diferentes materiais para reabilitação auditiva, como próteses de titânio ou autoenxertos de cartilagem.

**Resultados:** Não houve associação estatisticamente significativa entre os fatores de grupo (reconstrução com cartilagem ou titânio) e variáveis pré-operatórias. Não houve associação estatisticamente significativa entre as características pós-operatórias dos pacientes e o tipo de reconstrução; nem melhoria subjetiva (melhoria auditiva) ou perfuração residual foram associadas a um tipo de material. O fator *via* foi o único que demonstrou diferença estatisticamente significativa, uma vez que a condução por via aérea apresentou maior melhoria do que a condução por via óssea, reduziu o *gap* aéreo-ósseo.

DOI se refere ao artigo: <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2020.07.014>

<sup>☆</sup> Como citar este artigo: Bahmad Jr F, Perdigão AG. Titanium prostheses versus stapes columella type 3 tympanoplasty: a comparative prospective study. Braz J Otorhinolaryngol. 2022;88:562–69.

\* Autor para correspondência.

E-mail: [fayezbjr@gmail.com](mailto:fayezbjr@gmail.com) (F. Bahmad Jr).

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

**Conclusão:** Não houve diferença estatística entre os dois grupos em relação à melhoria audiométrica. Houve melhoria auditiva em ambos os grupos. Mais estudos com seguimento mais longo devem ser feitos para uma melhor avaliação da evolução.

© 2022 Publicado por Elsevier Editora Ltda. em nome de Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

## Introdução

A timpanoplastia é um procedimento cirúrgico desenvolvido para reconstruir os mecanismos de transmissão do som na orelha média. A nova era da timpanoplastia começou em 1950 com o trabalho pioneiro de Wüllstein<sup>1</sup> e Zollner.<sup>2</sup> Muitos outros otologistas desde então contribuíram para o desenvolvimento e refinamento das técnicas de timpanoplastia. Wüllstein classificou as técnicas de operação do tipo I até o tipo V e adotamos uma versão modificada de sua classificação, proposta por Merchant em 2003 (tabela 1).<sup>1-5</sup>

Em pacientes com otite média crônica (OMC), existem três objetivos principais a serem alcançados na timpanomastoidectomia: 1) Erradicar a doença para manter a orelha arejada e seca; 2) Modificar a estrutura para evitar doenças recorrentes e melhorar o monitoramento; 3) Restaurar a estrutura da orelha média para restabelecer o processo auditivo. Embora este artigo esteja focado no terceiro objetivo, devemos enfatizar que a técnica empregada considerou os dois primeiros objetivos ao ser escolhida.<sup>5-7</sup>

Em uma orelha saudável, as ondas sonoras recebidas do ar movem a membrana timpânica (MT). Essa energia acústica flui por toda a cadeia ossicular, concentra a energia de uma superfície maior, a MT, para uma menor, a janela oval. Quando esse mecanismo está prejudicado, optamos por fazer uma timpanoplastia, que visa religar a MT e a cadeia ossicular, para que seja móvel e capaz de restabelecer a pressão sonora na membrana da janela oval. A melhoria é mais significativa nas frequências entre 250 e 1000 Hz, variando em torno de 20 dB.<sup>1-7</sup>

Este artigo tem como objetivo analisar, do ponto de vista audiológico, pacientes com OMC divididos em dois grupos: G1, com pacientes submetidos à timpanoplastia *major* tipo III com prótese de substituição ossicular total (TORP, do inglês *Total Ossicular Replacement Prosthesis*) de titânio; e grupo G2, com pacientes submetidos à reconstrução da columela do estribo com enxerto de cartilagem autóloga. Os testes de audiometria de tons puros foram feitos 6 meses antes e depois da cirurgia em ambos os grupos e o período de acompanhamento foi de 6 meses.<sup>1-7</sup>

## Método

Estudo prospectivo analítico feito com 26 pacientes com OMC atendidos em um centro de referência, submetidos à timpanoplastia do tipo canal *wall down* (CWD) e mastoidectomia com o uso de diferentes materiais e métodos de reabilitação auditiva, divididos em dois grupos: G1, com pacientes submetidos à timpanoplastia tipo 3 com TORP

de titânio (columela *major*), e G2, com pacientes submetidos à reconstrução com cartilagem autóloga (columela do estribo).<sup>6-8</sup>

Os critérios de inclusão foram pacientes com OMC submetidos à timpanoplastia tipo 3 com columela *major* ou columela do estribo que mantiveram a cavidade timpânica seca e aerada após exame cuidadoso do pesquisador. E os critérios de exclusão foram pacientes que abandonaram o acompanhamento ambulatorial em até 6 meses após a cirurgia. Todos os pacientes incluídos concordaram em assinar o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), que reafirma o caráter voluntário da participação e esclarece todos os procedimentos e sua segurança ao participante.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Faculdade de Ciências da Saúde. Por se tratar de uma pesquisa que envolveu seres humanos, os aspectos éticos estipulados pela resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde garantiram aos participantes todas as informações sobre o objetivo da pesquisa, o anonimato, o TCLE e a liberdade para desistir da participação em qualquer etapa da pesquisa. O TCLE foi oferecido para assinatura dos participantes, que tiveram seus direitos garantidos. Os participantes tinham conhecimento de que os parâmetros audiológicos pré e pós-operatórios seriam analisados, estavam, portanto, livres de riscos durante a pesquisa. O pesquisador é responsável pelo sigilo das informações do paciente.

Os instrumentos da pesquisa foram questionários previamente testados e validados, os quais foram aplicados antes e após os pacientes serem submetidos à timpanoplastia para reabilitação auditiva. Todos os exames de audiometria de tons puros foram feitos no serviço de otorrinolaringologia do centro de referência. Foram registrados os dados audiométricos pré e pós-operatórios, os achados intraoperatórios e o tipo de prótese usado. As seguintes frequências foram avaliadas nos testes pré e pós-operatórios: 500, 1000, 2000 e 3000 Hz. A média de tom puro (PTA, do inglês *pure tone average*) foi calculada com as frequências 500, 1000, 2000, e 3000 Hz.

Após a coleta de todos os dados por meio do questionário, esses foram processados com o *software* excel para Windows. A análise estatística foi feita com o *software* SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*, Chicago, IL, EUA) versão 13 para Windows. As possíveis associações entre o grupo e as variáveis pré- e pós-operatórias foram avaliadas pelo teste qui-quadrado.

As possíveis associações entre o grupo e as variáveis pré e pós-operatórias foram avaliadas pelo teste do qui-quadrado. A correção do nível de significância estatística em todas as tabelas de contingência  $2 \times 2$  foi feita com o teste exato de Fisher.

**Tabela 1** Wüllstein modificada pela classificação de Merchant

| Tipo de timpanoplastia                 | Doença da orelha média                                                                     | Enxerto                                                                                                                            |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Timpanoplastia + Mastoidectomia</b> |                                                                                            |                                                                                                                                    |
| <i>Canal wall-up:</i>                  |                                                                                            |                                                                                                                                    |
| Tipo 1                                 | Perfuração da MT; ossículos intactos e móveis                                              | Enxerto de fásia temporal; pericôndrio; cartilagem                                                                                 |
| Tipo 2                                 | Pequena descontinuidade ossicular (ao longo do processo longo da bigorna e estribo)        | Cartilagem; osso mastoide                                                                                                          |
| Tipo 3: columela menor                 | Martelo e bigorna afetados; estribo intacto e móvel, parede do canal posterior intacta     | Ossículos autólogos, osso cortical de crânio autólogo, hidroxiapatita ou PORP de titânio                                           |
| Tipo III: columela maior               | Superestrutura do estribo ausente, platina móvel                                           | Hidroxiapatita ou TORP de titânio entre a platina e a MT/manúbrio                                                                  |
| <b>Timpanoplastia + Mastoidectomia</b> |                                                                                            |                                                                                                                                    |
| <i>Canal wall-down:</i>                |                                                                                            |                                                                                                                                    |
| Tipo 3: columela do estribo            | Estribo intacto e móvel                                                                    | Disco de cartilagem fino + enxerto temporal na cabeça do estribo                                                                   |
| Tipo 3: columela maior                 | Superestrutura do estribo ausente, platina móvel, nicho de janela oval estreita e profunda | Hidroxiapatita ou TORP de titânio + disco de cartilagem fino + enxerto de fásia                                                    |
| Tipo 4                                 | Superestrutura do estribo ausente, platina móvel, nicho de janela oval rasa e larga        | Enxerto de pele fina sobre a platina, cartilagem espessa + fásia temporal para proteger a janela redonda                           |
| Tipo 5                                 | Platina fixa                                                                               | Estapedectomia total de segundo estágio com enxerto de tecido adiposo e fásia de cartilagem espessa para proteger a janela redonda |

MT, Membrana timpânica; TORP, Prótese de substituição ossicular total; PORP, Prótese de substituição ossicular parcial.

Comparações de média de idade, teste de audiometria de tons puros durante a primeira sessão e diferença média no limiar de reconhecimento da fala (LRF) (o nível de som mais baixo em que palavras e sílabas podem ser identificadas) entre os grupos foram feitas com o teste *t* para medidas independentes.

Para eliminar um fator (sessão) na análise de desenho misto, foi calculada a diferença antes-depois para cada uma das frequências, média de tons puros e LRF avaliada na audiometria de tons puros. Essa abordagem também tem a vantagem de permitir comparações diretas entre frequências e vias de condução e eliminar diferenças que possam estar presentes desde o início do estudo.

A análise das diferenças médias (antes-depois) foi feita com o modelo Anova *split-plot* (análise de variância com delineamento em parcelas subdivididas) com os fatores de grupo (reconstrução com titânio ou cartilagem) como variáveis independentes; forma de condução (aéreo e óssea) e fatores de frequência (500, 1000, 2000 e 3000 Hz) como medidas repetidas. Na análise da média dos tons puros, o fator frequência foi retirado.

O método Greenhouse-Geisser foi usado para corrigir os graus de liberdade (esfericidade não assumida), mas os valores originais dos graus de liberdade são apresentados. O procedimento de comparações múltiplas usou o método de Bonferroni para corrigir o nível de significância estatística.

Também testamos se as diferenças médias eram estatisticamente diferentes de 0 com o teste *t* para uma amostra. Os resultados são exibidos como média e erro-padrão. O nível de significância estatística foi estabelecido em 5% ( $p < 0,05$ ).

## Resultados

Não houve associação estatisticamente significativa entre as características pré-operatórias dos pacientes e o material de reconstrução usado. Sexo, lado operado, cirurgia anterior, associação de colesteatoma, erosão do processo longo da bigorna e característica associada de OMC não influenciaram a inclusão no grupo titânio (reconstrução com titânio) ou grupo cartilagem (reconstrução com cartilagem) (tabela 2). Também não houve diferença entre a média de idade dos pacientes submetidos à reconstrução com cartilagem ou titânio ( $38,9 \pm 3,1$  e  $44,0 \pm 4,0$ ;  $p = 0,316$ ) (fig. 1).

Não houve associação estatisticamente significativa entre as características pós-operatórias dos pacientes e o fator do grupo. Apesar do número diferente de pacientes que apresentavam melhora auditiva e perfuração residual entre os grupos, a diferença não foi estatisticamente significativa (tabela 3).

## Resultados de testes audiométricos

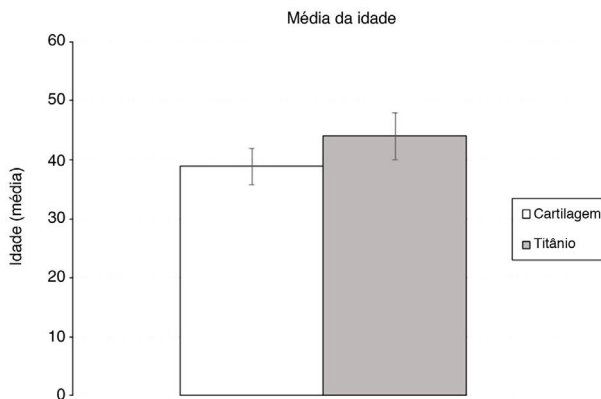
Os resultados da audiometria de tons puros pré-operatória em cada grupo não mostraram associação estatisticamente significativa na maioria das frequências medidas nas duas formas de condução. Apenas uma diferença levemente significativa foi encontrada entre os grupos na frequência de 1000 Hz registrada pela condução óssea (tabela 4).

O teste Anova *split-plot* não encontrou efeito estatisticamente significativo do fator grupo (titânio ou cartilagem) na

**Tabela 2** Resultados da associação entre as características pré-operatórias dos pacientes e o fator grupo (material de reconstrução)

| Variável                                   | Reconstrução<br>n | Cartilagem<br>% | Reconstrução<br>n | Titânio<br>% | X <sup>2</sup> | p-valor |
|--------------------------------------------|-------------------|-----------------|-------------------|--------------|----------------|---------|
| <b>Sexo</b>                                |                   |                 |                   |              |                |         |
| Feminino                                   | 3                 | 23,0            | 6                 | 46,2         | 0,119          | 0,749   |
| Masculino                                  | 10                | 77,0            | 7                 | 53,8         |                |         |
| <b>Lado operado</b>                        |                   |                 |                   |              |                |         |
| Direito                                    | 7                 | 53,8            | 6                 | 46,2         | 0,073          | >0,99   |
| Esquerdo                                   | 6                 | 46,2            | 7                 | 53,8         |                |         |
| <b>Cirurgia anterior</b>                   |                   |                 |                   |              |                |         |
| Não                                        | 11                | 84,6            | 11                | 84,6         | 0,588          | 0,512   |
| Sim                                        | 2                 | 15,4            | 2                 | 15,4         |                |         |
| <b>Colesteatoma</b>                        |                   |                 |                   |              |                |         |
| Não                                        | 7                 | 53,8            | 6                 | 46,2         | 0,029          | >0,99   |
| Sim                                        | 6                 | 46,2            | 7                 | 53,8         |                |         |
| <b>Erosão do processo longo da bigorna</b> |                   |                 |                   |              |                |         |
| Não                                        | 3                 | 23,0            | 0                 | 0,0          | 1,867          | 0,287   |
| Sim                                        | 10                | 77              | 13                | 100,0        |                |         |
| <b>Diagnóstico</b>                         |                   |                 |                   |              |                |         |
| OMC                                        | 0                 | 0,0             | 0                 | 0,0          | 7,667          | 0,105   |
| OMC + colesteatoma                         | 6                 | 46,15           | 7                 | 53,84        |                |         |
| OMC Simples                                | 4                 | 30,76           | 6                 | 41,15        |                |         |
| OMC supurativa                             | 3                 | 23,07           | 0                 | 0,0          |                |         |
| Trauma                                     | 0                 | 0               | 0                 | 0,0          |                |         |

OMC, Otite média crônica; n, número.

**Figura 1** Média da idade dos pacientes submetidos à reconstrução da orelha média com titânio ou cartilagem (grupo 1 ou grupo 2). Não há diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos com base na idade ( $38,9 \pm 3,1$  e  $44,0 \pm 4,3$ ;  $p = 0,316$ ).

média da diferença (antes-depois) dos resultados da audiometria de tons puros ( $F_{1,39} = 0,979$ ,  $p = 0,329$ ). Entretanto, a média da diferença (antes-depois) do limiar de condução aérea é estatisticamente significativa em todas as frequências avaliadas para ambos os materiais, o que indica que é improvável que a hipótese nula – sem melhoria auditiva – ocorra. Houve diferença estatisticamente significativa ao se analisar o fator via (via aérea ou via óssea) ( $F_{1,39} = 28,316$ ,  $p < 0,001$ ) (tabela 5). O procedimento de comparações

múltiplas mostrou que as médias das diferenças do limiar de condução aérea foram significativamente maiores do que as registradas pelo limiar de condução óssea, independentemente do grupo ou frequência avaliada ( $p < 0,01$ ). O fator frequência e as interações via  $\times$  grupo, frequência  $\times$  grupo, via  $\times$  frequência e via  $\times$  frequência  $\times$  grupo não tiveram efeito significativo na diferença média ( $F < 1,665$ ,  $p > 0,188$  em todos os casos) (figs. 2 e 3).

A média de tons puros não apresentou efeito significativo no fator grupo ( $F_{1,39} = 0,979$ ,  $p = 0,329$ ). Porém, com base nos testes de audiometria tonal, o fator via teve efeito significativo sobre a diferença média ( $F_{1,39} = 28,316$ ,  $p < 0,001$ ). O gap aéreo-ósseo (GAO) pré-operatório de  $33,6 \pm 4,7$  foi reduzido para  $24,2 \pm 8,5$  no grupo cartilagem e de  $35,1 \pm 6,7$  para  $20,7 \pm 12,2$  no grupo titânio ( $p < 0,01$ ). O limiar de condução aérea apresentou uma diferença média significativamente maior em comparação com a condução óssea ( $p < 0,001$ ). A interação grupo  $\times$  via não apresentou efeito significativo ( $F_{1,39} = 1,210$ ,  $p = 0,278$ ) (fig. 4).

Não houve diferença significativa entre os grupos na diferença média do limiar de reconhecimento da fala (LRF) ( $t = -0,911$ ,  $p = 0,368$ ) (fig. 5).

## Discussão

### Influência das características pré e pós-operatórias e status da orelha média

Os melhores resultados audiométricos ocorrem quando a orelha média está aerada, seca e segura após a cirurgia, de forma que a cadeia ossicular – ou o material que a

**Tabela 3** Resultados da associação entre o fator grupo e as características pós-operatórias da amostra

| Variável                                                      | N  | %    | $\chi^2$ | p-valor |
|---------------------------------------------------------------|----|------|----------|---------|
| <b>Procedimento</b>                                           |    |      |          |         |
| MT canal <i>wall down</i>                                     | 26 | 100  |          |         |
| MT CWD + Timpanoplastia Tipo 3: columela do estribo           | 13 | 50   |          |         |
| MT CWD + Timpanoplastia Tipo 3: TORP de titânio (Kurz)        | 13 | 50   |          |         |
| <b>Reconstrução</b>                                           |    |      |          |         |
| Cartilagem da concha/estribo                                  | 4  | 15,4 |          |         |
| Cartilagem do trago/estribo                                   | 9  | 34,6 |          |         |
| TORP de titânio (Kurz)                                        | 13 | 50   |          |         |
| <b>Melhoria na Audição</b>                                    |    |      |          |         |
| <i>MT CWD + Timpanoplastia Tipo 3: columela de estribo</i>    |    |      |          |         |
| Sim                                                           | 10 | 77   |          |         |
| Não                                                           | 3  | 23   |          |         |
|                                                               |    |      | 1,202    | 0,388   |
| <i>MT CWD + Timpanoplastia Tipo 3: TORP de titânio (Kurz)</i> |    |      |          |         |
| Sim                                                           | 13 | 100  |          |         |
| Não                                                           | 0  | 0    |          |         |
| <b>Perfuração residual</b>                                    |    |      |          |         |
| <i>MT CWD + Timpanoplastia Tipo 3: columela do estribo</i>    |    |      |          |         |
| Sim                                                           | 2  | 15,4 |          |         |
| Não                                                           | 11 | 84,6 |          |         |
|                                                               |    |      | 0,032    | >0,99   |
| <i>MT CWD + Timpanoplastia Tipo 3: TORP de titânio (Kurz)</i> |    |      |          |         |
| Sim                                                           | 1  | 7,7  |          |         |
| Não                                                           | 12 | 92,3 |          |         |

MT, Membrana timpânica; CWD, Canal *wall down*; TORP, Prótese de substituição ossicular total.

**Tabela 4** Média dos testes de audiometria de tons puros pré-operatória dos pacientes (limiar da condução aérea e condução óssea) em quatro frequências diferentes e a média de tons puros dos dois grupos (cartilagem e titânio). O valor de *p* refere-se à comparação das médias entre os grupos

| Variável            | Cartilagem |     | Titânio |     | p-valor |
|---------------------|------------|-----|---------|-----|---------|
|                     | Média      | EP  | Média   | EP  |         |
| Condução aérea      |            |     |         |     |         |
| 500 Hz              | 52,9       | 2,9 | 51,3    | 4,0 | 0,750   |
| 1000 Hz             | 53,7       | 3,4 | 49,0    | 5,1 | 0,434   |
| 2000 Hz             | 47,3       | 2,1 | 45,0    | 4,8 | 0,664   |
| 3000 Hz             | 49,2       | 2,6 | 44,0    | 4,8 | 0,304   |
| Média de tons puros | 50,8       | 2,4 | 47,3    | 4,4 | 0,502   |
| Condução óssea      |            |     |         |     |         |
| 500 Hz              | 14,0       | 2,1 | 9,0     | 1,6 | 0,102   |
| 1000Hz              | 15,6       | 2,4 | 8,3     | 1,8 | 0,020   |
| 2000 Hz             | 17,7       | 2,3 | 16,0    | 3,4 | 0,673   |
| 3000 Hz             | 21,3       | 3,2 | 15,3    | 3,4 | 0,230   |
| Média de tons puros | 17,2       | 2,3 | 12,2    | 2,3 | 0,156   |
| LRF                 | 51,9       | 2,9 | 50,3    | 5,6 | 0,802   |

LRF, Limiar de reconhecimento da fala; EP, Erro-padrão.

substitui – esteja móvel e estável, como evidenciado por vários outros estudos.<sup>3-5,9,10</sup>

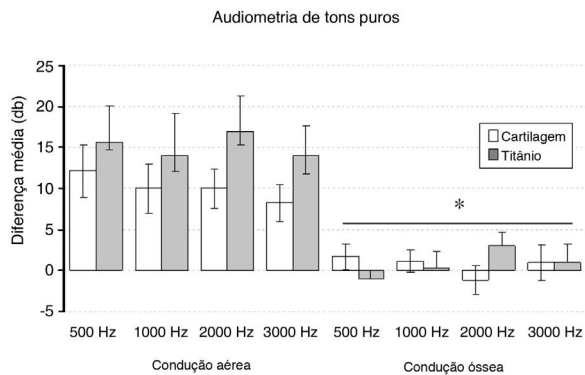
A maioria das características pré-operatórias dos pacientes não influenciou na escolha dos métodos e do material usados na timpanoplastia tipo 3. A escolha foi feita com base

na viabilidade da estrutura do estribo; caso fosse móvel e sem sinais de danos, era mantida e o enxerto de cartilagem era usado. Mas se a estrutura do estribo estivesse danificada e a platina fosse móvel, a prótese de titânio era escolhida.<sup>3-5,8,11</sup>

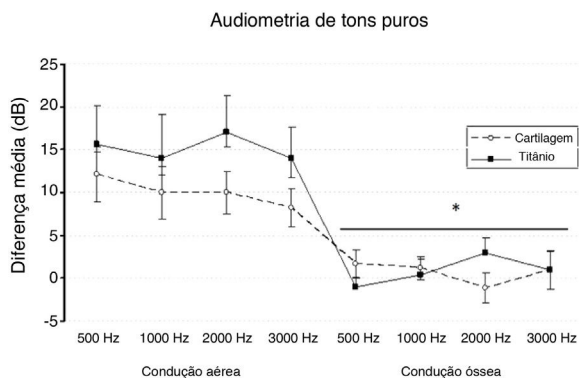
**Tabela 5** Média das diferenças (antes-depois) e erro-padrão do limiar da condução aérea e limiar da condução óssea para as diferentes frequências em ambos os grupos (cartilagem e titânio) e a média de tons puros. O valor de  $p$  refere-se à comparação com o valor 0 (teste  $t$  de uma amostra)

| Diferença média       | Cartilagem |     | p-valor | Titânio |     | p-valor |
|-----------------------|------------|-----|---------|---------|-----|---------|
|                       | Média      | EP  |         | Média   | EP  |         |
| <i>Condução aérea</i> |            |     |         |         |     |         |
| 500 Hz                | 12,1       | 3,1 | 0,001   | 15,7    | 4,4 | 0,003   |
| 1000 Hz               | 10,0       | 3,1 | 0,003   | 14,0    | 5,2 | 0,017   |
| 2000 Hz               | 10,0       | 2,4 | 0,000   | 17,0    | 4,3 | 0,002   |
| 3000 Hz               | 8,3        | 2,2 | 0,001   | 14,0    | 3,6 | 0,002   |
| Média de tons puros   | 10,1       | 2,4 | < 0,001 | 15,2    | 4,1 | 0,002   |
| <i>Condução óssea</i> |            |     |         |         |     |         |
| 500 Hz                | 1,7        | 1,6 | 0,280   | -1,0    | 1,0 | 0,334   |
| 1000 Hz               | 1,2        | 1,4 | 0,407   | 0,3     | 2,0 | 0,869   |
| 2000 Hz               | -1,2       | 1,8 | 0,523   | 3,0     | 1,7 | 0,108   |
| 3000 Hz               | 1,0        | 2,2 | 0,661   | 1,0     | 2,2 | 0,663   |
| Média de tons puros   | 0,7        | 1,4 | 0,635   | 0,8     | 1,4 | 0,006   |
| <i>LRF</i>            | 11,2       | 3,1 | 0,001   | 16,2    | 5,0 | 0,554   |

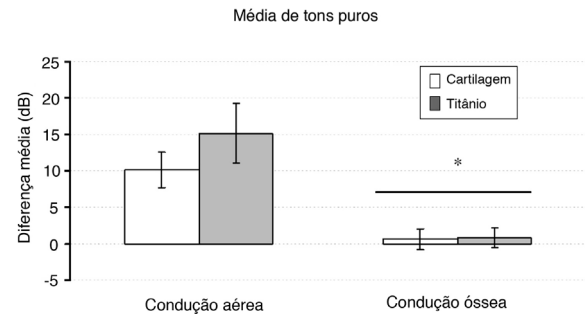
LRF, Limiar de reconhecimento da fala; EP, Erro-padrão.



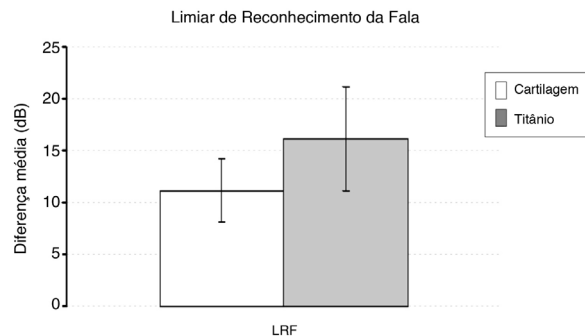
**Figura 2** Média da diferença pré-pós-operatória e erro padrão dos limiares de condução aérea e óssea para cada frequência avaliada pela audiometria de tons puros em ambos os grupos. \* Via óssea < via aérea ( $p < 0,001$ ).



**Figura 3** Média da diferença pré-pós-operatória e erro-padrão dos limiares de condução aérea e óssea para cada frequência avaliada pela audiometria de tons puros em ambos os grupos. \* Via óssea < via aérea ( $p < 0,001$ ).



**Figura 4** Média da diferença antes-depois e erro-padrão da média de tons puros avaliada com base nos limiares de condução aérea e óssea em ambos os grupos. \* Via óssea < via aérea ( $p < 0,001$ ).



**Figura 5** Média da diferença antes-depois e erro padrão do limiar de reconhecimento da fala (LRF) avaliado pela audiometria de tons puros para cada grupo. \* Não estatisticamente significativo;  $p > 0,05$ .

Algumas características pré-operatórias – como a idade do paciente e associação de colesteatoma – intuitivamente nos levam a supor que o enxerto de cartilagem é pior do que a prótese de titânio. Kartush<sup>12</sup> aponta que a

cartilagem, como material biológico, é propensa a se degradar mais rapidamente. Mas, no momento de nosso seguimento, não havia sinal de degradação da cartilagem nos testes audiométricos.<sup>3-9,11-16</sup>

Além disso, a característica pós-operatória não apresentou diferença estatisticamente significativa na variável grupo. Houve uma pequena diferença no número de pacientes com melhoria auditiva no grupo titânio, mas não foi estatisticamente significativa. A variação provavelmente é consequência do número reduzido de casos analisados neste estudo.<sup>10,12,17,18</sup>

## Análise audiométrica

A análise dos resultados da audiometria de tons puros, em diferentes frequências, mostrou melhoria auditiva estatisticamente significativa ao diminuir a média do limiar da condução aérea 6 meses após a cirurgia, mas o fator grupo não influenciou a melhoria, uma vez que é comparável para ambos os métodos.

Os fatores grupo e frequência não indicaram influência significativa na diferença média, mas, na análise do fator via (condução por via aérea e óssea), a média da diferença (antes-depois) mostrou uma maior melhoria na condução aérea do que na condução óssea. Isso é esperado em cirurgias de timpanoplastia do tipo 3, uma vez que ela diminui o *gap* aéreo-ósseo.<sup>6-9,19,20</sup>

Na condução por via aérea, o som é conduzido pelo ar, faz vibrar o enxerto da MT e todas as estruturas da orelha média para transmitir a energia acústica para a janela oval e, conseqüentemente, para a cóclea. Por outro lado, o teste de condução óssea faz vibrar o osso mastoide e o crânio até que a vibração atinja a cóclea, não envolve as estruturas da orelha média para conduzir o som. Assim, a reconstrução da estrutura da orelha média restabelece a passagem do som pela via aérea, corrige a perda auditiva condutiva e resulta em uma melhoria significativa da capacidade auditiva e redução do *gap* aéreo-ósseo.<sup>4-7,19,20</sup>

O *gap* aéreo-ósseo (GAO) é a diferença entre o limiar da condução aérea e da condução óssea na média de tom puro. O GAO é positivo sempre que ocorre uma perda auditiva condutiva, como em nossos pacientes com OMC. O GAO ainda é tolerado no pós-operatório, uma vez que a melhoria auditiva é significativa, mas não completa após a cirurgia com ambos os materiais. A meta de melhoria após a timpanoplastia é um  $\text{GAO} \leq 20 \text{ dB}$ , mas geralmente  $\leq 30 \text{ dB}$  não é um problema para a vida normal do paciente.<sup>19-21</sup>

Múltiplos fatores podem perpetuar o GAO pós-operatório, como Okada et al.<sup>20</sup> ressaltaram: as modificações na estrutura ossicular da orelha média são maciças nos dois métodos, podem ocasionar alguma perda de energia acústica ao longo do novo material, conservam uma perda auditiva parcial. A possível lateralização da MT, formação de tecido fibrótico ao redor do enxerto ou prótese pode enrijecer o sistema, diminui a mobilidade e a vibração, especialmente quando induzida por altas frequências.<sup>20,21</sup>

Isso é apoiado por Nishihara et al.,<sup>9</sup> que testaram diferentes quantidades de massa adicional na MT, estribo e prótese para descobrir que essas massas adicionais diminuiriam a melhoria da audição em algumas frequências, principalmente nas altas.<sup>9</sup>

O titânio tem menos probabilidade de causar um acréscimo significativo de peso, por ser um material leve. Mas a prótese tem chance de extrusão, a qual é pequena e nem sequer ocorreu em alguns estudos com seguimento curto. Como em nosso estudo, não houve caso de extrusão.<sup>22-25</sup>

Um entendimento completo das características que influenciam a melhora da audição e as diferentes complicações pós-operatórias nos levaria a resultados ainda melhores no futuro.

## Conclusão

Neste estudo, os resultados audiométricos dos 26 pacientes submetidos à timpanoplastia tipo 3 com prótese de titânio ou columela do estribo com enxerto de cartilagem não apresentaram diferença estatisticamente significativa, o que indica que em um curto período (6 meses) o material de escolha não influencia a melhoria da audição em pacientes com OMC. Também concluímos que as características pré e pós-operatórias não influenciaram o material escolhido. A escolha do método e do material foi feita com base na viabilidade da estrutura do estribo.

O fator via (condução por via aérea ou óssea) influencia a melhoria da audição, uma vez que a condução aérea mostrou melhores resultados, reduziu o *gap* aéreo-ósseo.<sup>6,9,20</sup>

Porém, mais estudos ainda são necessários sobre esse tópico. Mais pacientes avaliados e um seguimento mais longo poderiam esclarecer algumas dúvidas remanescentes. Mais participantes no estudo poderiam demonstrar uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos de prótese de titânio e enxerto de cartilagem. Um seguimento mais longo poderia demonstrar melhores resultados auditivos em longo prazo para uma ou outra técnica, mesmo se considerarmos as possíveis causas dos maus resultados – retração ou perfuração do enxerto da MT, extrusões de próteses – e desenvolver hipóteses sobre como evitar esses eventos.<sup>10,14,15,19,21</sup>

Mais estudos serão necessários para responder todas essas perguntas e aumentar a chance de resultados ainda melhores.

## Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## Referências

1. Wüllstein H. The restoration of the function of the middle ear, in chronic otitis media. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1956;65:1021-41.
2. Zollner F. The principles of plastic surgery of the sound-conducting apparatus. *J Laryngol Otol.* 1955;69:637-52.
3. Kaylie DM, Jackson CG, Glasscock ME III, Strasnick B. Tympanoplasty – Undersurface Graft Technique: Portauricular Approach. Chapter 11. In: Brackmann D, Shelton C, Arriaga M, editors. *Otologic Surgery. Fourth Edition.* Philadelphia: Elsevier Inc; 2016. p. 123-33.
4. McElveen JT, Sheehy JL. Ossicular Reconstruction. Chapter 12. In: Brackmann D, Shelton C, Arriaga M, editors. *Otologic Surgery. Fourth Edition.* Philadelphia: Elsevier Inc; 2016. p. 134-43.
5. Merchant SN, Rosowski JJ, McKenna MJ. Tympanoplasty. *Oper Tech Otolaryngol Head Neck Surg.* 2003;14:224-36.

6. Merchant SN, McKenna MJ, Mehta RP, Ravicz ME, Rosowski JJ. Middle Ear Mechanics of Type III Tympanoplasty (Stapes Columella): II. Clinical Studies. *Otol Neurotol*. 2003;24:186–94.
7. Mehta RP, Ravicz ME, Rosowski JJ, Merchant SN. Middle-Ear Mechanics of Type III Tympanoplasty (Stapes Columella): I. Experimental Studies. *Otol Neurotol*. 2003;24:176–85.
8. Gu FM, Chi FL. Titanium ossicular chain reconstruction in single stage canal wall down tympanoplasty for chronic otitis media with mucosa defect. *Am J Otolaryngol*. 2019;40:205–8.
9. Nishihara S, Aritomo H, Goode RL. Effect of changes in mass on middle ear function. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1993;109:899–910.
10. Mishiroy Y, Sakagami M, Kitahara T, Kondoh K, Kubo T. Long-term hearing outcomes after ossiculoplasty in comparison to short-term outcomes. *Otol Neurotol*. 2008;29:326–9.
11. Merchant SN, Ravicz ME, Rosowski JJ. Mechanics of type IV tympanoplasty: experimental findings and surgical implications. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1997;106:49–60.
12. Kartush JM. Contemporary ossiculoplastic options. *Curr Opin Otolaryngol. Head Neck Surg*. 2001;9:272–8.
13. Fritsch MH, Gutt JJ, Naumann IC. Magnetic properties of middle ear and stapes implants in a 9.4-T magnetic resonance field. *Otol Neurotol*. 2006;27:1064–9.
14. Monsell EM. (Chairman). Committee on Hearing and Equilibrium Guidelines for the Evaluation of Results of Treatment of Conductive Hearing Loss. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1995;113:186–7.
15. Todd NW. The malleus-stapes offset. *Laryngoscope*. 2008;118:110–5.
16. Malafronte G, Filosa B, Mercone F. A new double-cartilage block ossiculoplasty: Long-term results. *Otol Neurotol*. 2008;29:531–3.
17. Danti S, Stefanini C, D'Alessandro D, Moscato S, Pietrabissa A, Petrini M, et al. Novel biological/biohybrid prostheses for the ossicular chain: fabrication feasibility and preliminary functional characterization. *Biomed Microdevices*. 2009;11:783–93.
18. Takeuchi A, Tsujigiwa H, Murakami J, Kawasaki A, Takeda Y, Fukushima K, et al. Recombinant human bone morphogenetic protein-2/atelocollagen composite as a new material for ossicular reconstruction. *J Biomed Mater Res A*. 2009;89:36–45.
19. Anderson H, Barr B. Conductive high tone hearing loss. *Arch Otolaryngol*. 1971;93:599–605.
20. Okada M, Gyo K, Takagi T, Fujiwara T, Takahashi H, Hakuba N, et al. Air-bone gap in ears with a well-repaired tympanic membrane after Type III and Type IV tympanoplasty. *Auris Nasus Larynx*. 2014;41:153–9.
21. Iñiguez-Cuadra R, Alobid I, Borés-Domenech A, Menéndez-Colino LM, Caballero-Borrego M, Bernal-Sprekelsen M. Type III Tympanoplasty With Titanium Total Ossicular Replacement Prosthesis: Anatomic and Functional Results. *Otol Neurotol*. 2010;31:409–14.
22. Neff BA, Rizer FM, Schuring AG, Lippy WH. Tympano-ossiculoplasty utilizing the Spiggle and Theis titanium total ossicular replacement prosthesis. *Laryngoscope*. 2003;113:1525–9.
23. Dalchow CV, Grün D, Stupp HF. Reconstruction of the ossicular chain with titanium implants. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2001;125:628–30.
24. Maassen MM, Lowenheirn H, Pfister M, Herberhold S, Jorge JR, Baumann I, et al. Surgical-handling properties of the titanium prosthesis in ossiculoplasty. *Ear Nose Throat J*. 2005;84:142–4, 147–9.
25. Zenner HP, Stegmaier A, Lehner R, Baumann I, Zimmermann R. Open Tübingen titanium prostheses for ossiculoplasty: a prospective clinical trial. *Otol Neurotol*. 2001;22:582–9.