

Resultados auditivos na ossiculoplastia: comparação entre materiais com o *Ear Environment Risk Score*

Artigo Original

Autores

Diogo Cunha-Cabral

Serviço de Otorrinolaringologia, Hospital Pedro Hispano –
Unidade Local de Saúde de Matosinhos, Portugal

José Pedro Pereira

Serviço de Otorrinolaringologia, Hospital Pedro Hispano –
Unidade Local de Saúde de Matosinhos, Portugal

Gustavo Lopes

Serviço de Otorrinolaringologia, Hospital Pedro Hispano –
Unidade Local de Saúde de Matosinhos, Portugal

José Ferreira Penêda

Serviço de Otorrinolaringologia, Hospital Pedro Hispano –
Unidade Local de Saúde de Matosinhos, Portugal

Correspondência:

Diogo Cunha-Cabral
diogo.cabral08@outlook.com

Artigo recebido a 15 de Março de 2026.
Aceite para publicação a 9 de Junho de 2026.

Resumo

Introdução: A otite média crónica cursa frequentemente com a destruição da cadeia ossicular, condicionando uma interrupção da condução entre a membrana timpânica e a janela oval. A ossiculoplastia procura reestabelecer a transmissão do som entre estas duas estruturas.

A avaliação dos resultados auditivos das ossiculoplastias é dificultada pela heterogeneidade do ambiente do ouvido médio. O *Ear Environment Risk* (EER) score foi desenvolvido para estratificar este risco e permitir uma comparação mais objetiva dos resultados cirúrgicos.

Objetivos: Com este trabalho pretendemos avaliar o impacto que os materiais de reconstrução (autólogos vs titânio) têm nos resultados funcionais da ossiculoplastia utilizando uma abordagem ajustada ao EER.

Métodos: Foi realizado um estudo de coorte retrospectivo com doentes submetidos a ossiculoplastia entre 2014 e 2024.

O **outcome** primário foi a obtenção de um resultado auditivo tardio dentro do intervalo esperado segundo o EER, definido operacionalmente como um GAOM pós-operatório igual ou inferior ao Q3 reportado na coorte original de validação do EER para o respetivo grupo de risco. As comparações entre os materiais de reconstrução foram realizadas utilizando os testes qui-quadrado (χ^2) ou exato de Fisher. Foi realizada uma regressão logística multivariável para avaliar a associação independente entre o material de reconstrução e o resultado, com ajuste para o tipo de ossiculoplastia (PORP vs TORP) e para a realização de mastoidectomia *canal-wall down*. Um modelo de sensibilidade secundário incluiu um ajuste adicional para a presença de colesteatoma.

Análises secundárias avaliaram os resultados precoces (<6 meses) versus tardios (>6 meses) e a estabilidade dos resultados ao longo do tempo por meio de uma análise de transição.

Resultados: Foram incluídos 120 ouvidos, dos quais 102 (85,0%) apresentavam audiograma pós-operatório tardio (≥ 6 meses). Em 76,5% dos casos foi obtido um resultado funcional dentro do esperado, sem diferença significativa entre reconstruções autóloga (71,2%) e de titânio (82,2%;

p=0.197). Estes achados foram consistentes na análise por subgrupos. Na análise multivariável, o material de reconstrução não se associou de forma independente ao resultado funcional ajustado ao EER (OR ajustado 1,44; IC 95% 0,54–3,81). Os resultados mantiveram-se mesmo quando ajustados para o tipo de ossiculoplastia (PORP ou TORP) ou para a presença de uma cavidade de mastoidectomia radical. O ajuste adicional para a presença de colesteatoma não alterou significativamente os resultados. Os resultados funcionais precoces (em T1) baseados no EER não diferiram significativamente entre os materiais. A análise de transição nos 96 ouvidos com seguimento completo mostrou que 61,5% mantiveram resultados funcionais dentro do esperado no período pós-operatório precoce e o tardio. A distribuição global das transições de resultado funcional não diferiu significativamente entre os materiais (p=0,234).

Conclusões: A avaliação dos resultados auditivos através de uma abordagem ajustada ao EER revelou resultados comparáveis entre materiais autólogos e próteses de titânio.

Palavras-Chave: Ossiculoplastia; Otite média crónica

Introdução

O objetivo da ossiculoplastia é o restabelecimento duradouro dos mecanismos de condução do som no ouvido médio ¹. Apesar dos inúmeros avanços verificados ao longo do tempo, este procedimento continua a apresentar resultados funcionais variáveis ². Na tentativa de otimizar estes mesmos resultados, os cirurgiões otológicos são frequentemente confrontados com escolhas entre as técnicas cirúrgicas e tipos de próteses que têm ao seu dispor. Perante estas situações impõe-se a existência de literatura robusta que permita uma comparação mais o realista e fidedigna possível entre elas.

Para além destes fatores de natureza técnica, sabe-se hoje que o sucesso funcional de uma ossiculoplastia é altamente determinado pelo ambiente do ouvido médio ³. Desta forma, impõe-se que qualquer comparação de resultados de ossiculoplastia seja ajustada para os fatores ambientais do ouvido médio, de forma a aferir o real impacto que uma determinada intervenção tem nestes resultados ⁴. Para responder a esta

necessidade, foi criado o *Ear Environment Risk* (EER) score, uma ferramenta de estratificação do risco do ouvido médio construída com base em fatores prognósticos associados de forma independente aos resultados auditivos pós-operatórios e ponderados de acordo com o seu impacto cumulativo negativo no sucesso da ossiculoplastia ⁵. A aplicação do EER permite que os resultados da ossiculoplastia sejam interpretados dentro dos intervalos de valores expectáveis para cada categoria de risco, promovendo comparações mais equitativas entre diferentes estratégias de reconstrução ossicular. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo comparar os resultados funcionais da ossiculoplastia realizada com materiais autólogos e com próteses de titânio, utilizando uma abordagem ajustada ao risco baseada no EER.

Materiais e métodos

Foi realizado um estudo de coorte retrospectivo com doentes com otite média crónica submetidos a ossiculoplastia no nosso serviço entre janeiro de 2014 e dezembro de 2024.

Os procedimentos foram realizados sob anestesia geral e intubação orotraqueal sob visão microscópica (*Carl Zeiss OPMI Sensera S7*) por diferentes cirurgiões com experiência em cirurgia otológica. Foram incluídos doentes submetidos a qualquer tipo de ossiculoplastia, exceto estapedotomias ou estapedectomias. Foram excluídos doentes sem audiograma pré-operatório ou sem pelo menos um audiograma pós-operatório. Doentes com seguimento clínico pós-operatório inferior a 1 ano também foram excluídos.

A unidade de análise do estudo foi o ouvido operado. Foram analisados os processos clínicos eletrónicos de cada um dos casos selecionados e foi recolhida informação sobre diversas variáveis de interesse relacionadas com a cirurgia e com a doença.

Para cada ouvido operado foram avaliados o audiograma pré-operatório mais próximo da cirurgia, o primeiro audiograma pós-operatório realizado nos primeiros 6 meses após a cirurgia (T1) e/ou o audiograma pós-

operatório mais recente após os primeiros 6 meses (T2). O gap aéreo-ósseo médio (GAOm), foi calculado em cada um dos audiogramas como a média aritmética dos gaps aéreo-ósseos aos 500, 1000, 2000 e 3000 Hz. Quando os limiares dos 3000 Hz não se encontravam assinalados no audiograma, estes foram estimados pela média dos limiares dos 2000Hz e 4000 Hz. Foram também registados os valores do *speech reception threshold* (SRT) e *word recognition score* (WRS) obtidos em cada um dos audiogramas vocais.

Para cada ouvido operado foi calculado o *Ear Environment Risk* (EER), utilizando a descrição original (Tabela 1), tendo sido posteriormente categorizados de acordo com os grupos de risco pré-definidos (0 - favorável, 1 a 4 - baixo risco, 5 a 8 - risco intermédio e 9 a 16 - alto risco) (Tabela 2) ⁵.

O outcome primário do estudo foi a obtenção de um resultado auditivo tardio dentro do intervalo esperado segundo o EER, avaliado no audiograma pós-operatório realizado >6 meses após a cirurgia (T2). Uma vez que o EER permite contextualizar o GAOm pós-operatório de acordo com o risco basal do ouvido médio, mas não propõe formalmente uma definição dicotómica de sucesso ou falência funcional, foi adotada no presente estudo uma definição

operacional para classificar os resultados como estando dentro ou acima do intervalo esperado para o respetivo grupo de risco. Considerou-se que o resultado auditivo se encontrava dentro do intervalo esperado segundo o EER quando o GAOm pós-operatório tardio foi igual ou inferior ao quartil superior (Q3) reportado na coorte original de validação do EER para o respetivo grupo de risco. O Q3 foi escolhido por corresponder ao limite superior pragmático dos resultados esperados em cada categoria de risco, permitindo identificar como resultados acima do esperado/desfavoráveis apenas os casos situados no quartil com piores resultados auditivos da distribuição correspondente. Optou-se por não utilizar o Q1 ou a mediana (Q2), uma vez que estes limiares seriam demasiado restritivos para esta classificação: o Q1 selecionaria apenas o quartil de melhores resultados, enquanto a mediana classificaria aproximadamente metade dos casos da coorte original como estando fora do intervalo esperado, apesar de muitos desses resultados ainda se situarem dentro da distribuição esperada para o respetivo grupo EER.

A análise primária do estudo consistiu na comparação da proporção de ouvidos com resultado auditivo tardio dentro do intervalo

Tabela 1 Ear Environment Risk Score		
Fator de risco		Pontos
Revisão (cirurgia prévia)	Não	0
	Sim, 1.ª revisão	1
	Sim, múltiplas revisões	5
Cavidade de mastoidectomia canal <i>wall down</i>	Sim	2
	Não	0
Idade	Pediátrico (<18 anos)	1
	Adulto	0
Martelo	Presente	0
	Ausente ou danificado	2
Supraestrutura do estribo	Presente	0
	Ausente ou danificada	1
Otorreia (classificação de Bellucci)	Seco ou otorreia ocasional	0
	Otorreia >50% do tempo ou otorreia com fenda palatina	1
Membrana timpânica	Lateralizada	4
	Não lateralizada	0

Tabela 2

Definição operacional de resultado auditivo dentro do intervalo esperado segundo o EER

Grupo de risco EER	Intervalo EER	Q3 do GAOm pós-operatório (dB)	Resultado dentro do intervalo esperado segundo o EER
Favorável	0	20.0 dB	GAOm $\leq$ 20 dB
Baixo risco	1–4	26.3 dB	GAOm $\leq$ 26.3 dB
Risco intermédio	5–8	32.5 dB	GAOm $\leq$ 32.5 dB
Alto risco	≥ 9	42.2 dB	GAOm $\leq$ 42.2 dB

EER - Ear Environment Risk; GAOm – Gap aéreo-ósseo médio.

Nota: Os limiares apresentados foram derivados pelos autores deste estudo a partir dos valores de Q3 do GAOm pós-operatório reportados por Gluth et al. para cada grupo de risco EER. Esta categorização constitui uma operacionalização própria para identificar resultados auditivos dentro do intervalo esperado segundo o EER, não correspondendo a uma definição formal de sucesso funcional proposta no artigo original.

esperado segundo o EER entre os diferentes materiais de ossiculoplastia (autólogos vs titânio). Os casos de ossiculoplastia com material autólogo foram agrupados independentemente do tipo de material utilizado (osso cortical, ossículo moldado ou cartilagem). Foram realizadas análises exploratórias de subgrupos de acordo com o tipo de ossiculoplastia (PORP vs TORP). Nestas análises foram utilizados os testes Qui-quadrado ou exato de Fisher, conforme apropriado. Foi realizada uma regressão logística multivariada para avaliar a associação independente entre o material utilizado na ossiculoplastia e a obtenção de um resultado auditivo tardio dentro do intervalo esperado segundo o EER. O modelo primário foi ajustado para o tipo de ossiculoplastia (PORP vs TORP) e para a presença de cavidade de mastoidectomia canal wall down. Um modelo de sensibilidade secundário incluiu ajuste adicional para a presença de colesteatoma. Com exceção da realização de mastoidectomia canal *wall down*, as variáveis incluídas no EER não foram incluídas nos modelos de regressão de forma a evitar colinearidade. Optou-se pela manutenção da mastoidectomia porque se considerou que esta podia influenciar de forma independente o resultado da ossiculoplastia. O tipo de enxerto utilizado para a reconstrução da membrana timpânica não foi incluído como covariável na análise de sensibilidade, uma vez que o uso de cartilagem estava amplamente associado ao

material de reconstrução (usada em todos os doentes com reconstrução ossicular com próteses de titânio) e a sua inclusão resultaria em colinearidade e sobreajuste do modelo.

Como análise de sensibilidade, foi realizada uma regressão linear múltipla utilizando o GAOm pós-operatório tardio (T2) como variável dependente contínua, de forma a avaliar a associação entre o material de reconstrução e o resultado audiométrico independentemente da categorização dicotómica baseada no Q3 do EER. O modelo incluiu como variáveis independentes o material de reconstrução, a pontuação total do EER e o tipo de ossiculoplastia (PORP vs TORP). As restantes análises secundárias avaliaram os resultados auditivos precoces (T1), assim como a estabilidade dos resultados ao longo do tempo por meio de uma análise de transição. Os resultados precoces e tardios foram comparados de forma descritiva. A análise de transição foi realizada nos casos em que ambos os audiogramas pós-operatórios estavam disponíveis, tendo sido as transições categorizadas como “dentro do esperado” → “dentro do esperado”, “dentro do esperado” → “pior do que esperado”, “pior do que esperado” → “dentro do esperado” ou “pior do que esperado” → “pior do que esperado”, de acordo com os limiares definidos pelo EER para cada grupo de risco. Estas análises foram realizadas com recurso aos testes Qui-quadrado ou exato de Fisher, conforme apropriado.

A existência de viés de seguimento foi avaliada

através da comparação da distribuição do EER basal e de diversas variáveis de interesse entre ouvidos operados com e sem audiograma tardio usando os testes Qui-quadrado ou Exato de Fisher. A análise estatística foi realizada com o software *IBM SPSS Statistics* (versão 29.0.1.1). Foram considerados significativos valores de $p < 0.05$.

Resultados

Foram inicialmente selecionados 171 casos. Após aplicação dos critérios de exclusão, a nossa amostra final contou com um total de 120 ouvidos operados (correspondentes a 114 doentes) igualmente distribuídos pelos grupos de reconstrução ossicular com materiais autólogos e com próteses de titânio (60 cada).

As características da coorte global e de cada um dos grupos em análise podem ser observadas na tabela 3. Ambos os grupos foram comparáveis em termos de idade, distribuição por sexo, número de casos pediátricos e disponibilidade de audiogramas pós-operatórios precoces e tardios. As proporções de ossiculoplastia PORP ou TORP eram semelhantes entre os dois grupos, assim como o período mediano de seguimento pós-operatório. Verificaram-se diferenças significativas na distribuição dos componentes do EER entre os dois grupos. A presença de uma cavidade de mastoidectomia canal *wall down* (realizada previamente ou no mesmo tempo cirúrgico) foi mais frequente no grupo de reconstrução com materiais autólogos ($p=0.003$). Também o estado do martelo foi diferente entre os dois grupos, estando este mais frequentemente ausente ou danificado no grupo autólogo ($p=0.028$). O EER mediano foi significativamente superior no grupo autólogo ($p=0.041$), contudo a distribuição pelas categorias de risco do EER foi semelhante entre os dois grupos, com a maioria dos casos a serem classificados como de baixo risco. Os resultados audiométricos pré-operatórios eram comparáveis entre os dois grupos, embora se tenha verificado uma tendência não significativa para GAOM superiores no grupo de materiais autólogos.

A comparação entre os ouvidos com e sem audiograma pós-operatório tardio (T2) não revelou diferenças significativas entre os grupos, sugerindo baixo risco de viés de seguimento. No seguimento tardio (T2), 78 dos 102 ouvidos com audiograma disponível (76,5%) apresentaram um resultado auditivo dentro do intervalo esperado segundo o EER. Não se verificaram diferenças significativas entre os grupos de reconstrução com materiais autólogos e próteses de titânio (71,2% vs 82,2%, respetivamente; $p=0,197$). Quando estratificados de acordo com o tipo de ossiculoplastia, também não se observaram diferenças significativas entre os materiais nas proporções de resultados auditivos dentro do intervalo esperado segundo o EER (Tabela 4). O modelo de regressão logística multivariável primário foi ajustado para o tipo de ossiculoplastia e para a presença de uma cavidade de mastoidectomia canal *wall down*, não se tendo verificado uma associação independente entre o tipo de material usado na ossiculoplastia e o resultado funcional tardio ajustado ao EER ($p=0.459$). Este resultado manteve-se num modelo secundário ajustado para a presença de colesteatoma (tabela 5). Relativamente às análises secundárias, quando o resultado auditivo tardio foi avaliado de forma contínua, o GAOM na coorte global foi de 17,9 dB (DIQ 16,3), tendo sido superior no grupo de materiais autólogos comparativamente ao grupo titânio [21,9 dB (DIQ 40,0) vs 14,4 dB (DIQ 25,0), respetivamente; $p=0,041$]. Para avaliar se esta diferença se mantinha após ajuste para potenciais confundidores, foi realizada uma regressão linear múltipla utilizando o GAOM tardio como variável dependente contínua. Neste modelo, o material de reconstrução não se associou de forma independente ao GAOM pós-operatório tardio ($B=-2,87$; $p=0,133$) (tabela 6). As restantes análises secundárias foram realizadas apenas nos casos em que ambos os audiogramas pós-operatórios (em T1 e em T2) estavam disponíveis (96 ouvidos).

Na amostra global, 71 ouvidos (73.9%) obtiveram resultado funcional dentro do esperado em T1. Tal como aconteceu em T2,

Tabela 3
Caracterização da coorte do estudo

	Coorte (n=120)	Materiais Autólogos (n=60)	Próteses de titânio (n=60)	Valor de p
A. Características demográficas e seguimento				
Idade, anos, mediana (DIQ)	51 (25,8)	52 (25)	48.5 (27)	0.581
Sexo masculino, n (%)	49 (40.8)	28 (46.7)	21 (35.0)	0.194
Sexo feminino, n (%)	71 (59.2)	32 (53.3)	39 (65.0)	
Audiograma precoce (T1) disponível, n (%)	114 (95.0)	56 (93.3)	58 (96.7)	0.679
Audiograma tardio (T2) disponível, n (%)	102 (85.0)	52 (86.7)	50 (83.3)	0.609
Duração do seguimento, mediana (DIQ)	58.5 (58.5)	60.0 (58)	53.5 (63)	0.508
B. Tipo de Ossiculoplastia				
PORP, n (%)	84 (70.0)	43 (71.7)	41 (68.3)	0.690
TORP, n (%)	36 (30.0)	17 (28.3)	19 (31.7)	0.690
C. Componentes do EER				
Cirurgia de revisão, n (%)	25 (20.8)	13 (21.7)	12 (20.0)	0.822
Mastoidectomia Canal wall down, n (%)	9 (7.5)	9 (15.0)	0 (0.0)	0.003
Ouvidos pediátricos, anos, n (%)	8 (6.7)	3 (5.0)	5 (8.3)	0.717
Martelo ausente ou danificado, n (%)	64 (53.3)	38 (63.3)	26 (43.3)	0.028
Supraestrutura do estribo ausente ou danificada, n (%)	39 (32.5)	19 (31.7)	20 (33.3)	0.845
Otorreia frequente (Bellucci III-IV), n (%)	37 (30.8)	23 (38.3)	14 (23.3)	0.075
Membrana lateralizada, n (%)	2 (1.7)	1 (1.7)	1 (1.7)	0.879
D. Ear Environment Risk (EER)				
EER score, mediana (DIQ)	2 (7)	2 (7)	1 (7)	0.041
Favorável (EER = 0), n (%)	33 (27.5)	15 (25.0)	18 (30.0)	
Baixo risco (EER 1-4), n (%)	75 (62.5)	36 (60.0)	39 (65.0)	0.183
Risco intermédio (EER 5-8), n (%)	12 (10.0)	9 (15.0)	3 (5.0)	
Risco alto (EER ≥9), n (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
E. Resultados audiométricos basais				
GAOm pré-operatório (dB), mediana (DIQ)	28.7 (47.5)	27.5 (45.6)	31.8 (45.6)	0.055
WRS pré-operatório (%), median (DIQ)	100 (40)	100 (40)	100 (25)	0.526
SRT pré-operatório (dB), median (DIQ)	60 (85)	60 (85)	60 (80)	0.665

Caracterização da amostra: global e de acordo com o material de ossiculoplastia utilizado (autólogo vs heterólogo). Os dados estão apresentados como média (desvio padrão), mediana (distância inter-quartil) ou frequência (percentagem), de acordo com o adequado. As comparações entre grupos foram feitas com Mann-Whitney U test para variáveis contínuas e testes de Qui-Quadrado ou Exato de Fisher para variáveis categóricas. EER: Ear Environment Risk; GAOm: gap aéreo-ósseo médio; WRS: word recognition score; SRT: speech reception threshold.

Tabela 4
Resultados auditivos tardios (em T2) ajustados ao risco de acordo com o material usado na ossiculoplastia

	Coorte (n=120)	Materiais Autólogos (n=60)	Próteses de titânio (n=60)	Valor de p
Global				
Resultado dentro do esperado, n (%)	78 (76.5)	37 (71.2)	41 (82.2)	0.197
Ajustado ao tipo de ossiculoplastia				
- PORP Resultado dentro do esperado, n (%)	55 (79.7)	27 (75.0)	28 (84.8)	0.310
- TORP Resultado dentro do esperado, n (%)	23 (69.7)	10 (62.5)	13 (76.5)	0.465

Nota: Nesta análise são comparados os resultados funcionais no seguimento tardio (T2), pelo que apenas foram incluídos os ouvidos operados com audiograma tardio disponível (102 ouvidos). Os dados estão apresentados como frequência (percentagem). Foi utilizado o teste Qui-quadrado ou exato de Fisher para comparação entre os dois grupos.

Tabela 5
Modelos de regressão logística multivariada (em T2)

Variável	Modelo 1			Modelo 2		
	OR Ajustado	95% IC	Valor de p	OR Ajustado	95% IC	Valor de p
Material (Autólogo vs titânio)	1.44	0.540-3.814	0.469	1.59	0.59-4.32	0.360
Tipo de ossiculoplastia (TORP vs PORP)	0.79	0.292-2.135	0.642	0.68	0.24-1.90	0.460
Mastoidectomia Canal wall down (sim vs não)	0.30	0.063-1.375	0.120	0.21	0.04-1.08	0.061
Colesteatoma (sim vs não) [Apenas no modelo 2]				2.29	0.79-6.66	0.129

Tabela 6
Regressão linear múltipla para o GAOm pós-operatório tardio

Variável	B	Valor de p
EER	2.01	0.003
Tipo de ossiculoplastia (TORP vs PORP)	4.10	0.104
Material de reconstrução (Autólogo vs titânio)	-2.87	0.133

Tabela 7
Análise de transição de resultados entre T1 e T2

Categoria de transição	Global (n= 96)	Autólogo (n=48)	Titânio (n= 48)	Valor de p
Dentro do esperado → Dentro do esperado	59 (61.5)	25 (52.1)	34 (70.8)	0.234
Dentro do esperado → Pior do que esperado	12 (12.5)	7 (14.5)	5 (10.4)	
Pior do que esperado → Dentro do esperado	14 (14.6)	8 (16.7)	6 (12.5)	
Pior do que esperado → Pior do que esperado	11 (11.4)	8 (16.7)	3 (6.3)	

não se verificaram diferenças significativas na proporção de ouvidos com resultado auditivo precoce dentro do intervalo esperado segundo o EER entre os grupos de reconstrução com materiais autólogos e próteses de titânio (66.7% e 81.3%, respetivamente; $p=0.104$).

Os resultados da análise de transição estão representados na tabela 7. Esta análise mostrou que, na maioria dos casos, a classificação do resultado auditivo segundo o EER se manteve estável ao longo do tempo, com transições bidirecionais limitadas entre T1 e T2. Ainda que numericamente se tenha verificado maior estabilidade no grupo de reconstrução com titânio, a distribuição geral da transição dos resultados funcionais não diferiu significativamente entre os dois grupos ($p=0.234$).

Discussão

A otite média crónica cursa frequentemente com fenómenos de osteíte, necrose e reabsorção óssea que podem afetar os diferentes componentes da cadeia ossicular, condicionando a normal transmissão do som entre a membrana timpânica e a janela oval^{6,7}. A ossiculoplastia visa a reconstituição da transmissão de energia entre estas estruturas através da reconstrução, substituição ou *bypass* do(s) ossículo(s) afetado(s)².

Desde a sua descrição inicial na década de 1950, a ossiculoplastia tem beneficiado de múltiplas inovações, tanto ao nível das técnicas cirúrgicas como dos materiais e do desenho das próteses disponíveis². Se por um lado esta maior variedade de recursos a que um cirurgião otológico tem acesso pode dotá-lo de mais ferramentas para responder

aos desafios da reconstrução ossicular por outro, pode tornar-se difícil fazer uma escolha entre elas. Muitos dos estudos previamente publicados a comparar diferentes materiais e desenhos de próteses ignoraram um fator determinante para o resultado funcional de uma ossiculoplastia: o ambiente do ouvido operado⁴. De facto, as condições do ouvido médio podem ser bastante heterogéneas e condicionar fortemente os resultados auditivos de uma ossiculoplastia³. Deste modo, estes devem ser ajustados ao ambiente do ouvido médio de forma a podermos ter uma comparação mais realista e fidedigna entre diferentes tipos de próteses e estratégias de reconstrução⁴. O EER foi desenvolvido para responder a esta necessidade. Ao estratificar os ouvidos operados de acordo com fatores de risco independentes e ponderados (identificados numa grande coorte multicêntrica), o EER permite que os resultados auditivos de uma ossiculoplastia, neste caso os GAOm, sejam interpretados dentro daquilo que são os intervalos de valores expectáveis para cada categoria de risco⁵. Importa salientar que o EER não foi desenvolvido como uma escala dicotómica de sucesso ou falência cirúrgica, mas como ferramenta de estratificação prognóstica e contextualização dos resultados auditivos após ossiculoplastia. No presente estudo, os valores de Q3 reportados na coorte original foram utilizados para criar uma definição operacional que identifica os resultados auditivos situados dentro do intervalo esperado para o respetivo grupo de risco EER. Esta abordagem permitiu comparar os resultados de diferentes materiais de reconstrução ossicular utilizando limiares dependentes do risco basal do ouvido médio, evitando a aplicação de um cut-off absoluto uniforme a grupos com ambientes otológicos potencialmente distintos.

Os materiais autólogos tipicamente usados na reconstrução ossicular são o osso (osso cortical ou ossículos moldados) e a cartilagem. Estes têm a vantagem de serem gratuitos e amplamente disponíveis. Para além disso, a sua biocompatibilidade assegura baixas taxas

de extrusão². Na nossa amostra optámos por agrupar os diferentes subtipos de materiais autólogos, evitando subgrupos pequenos, de forma a preservar o poder estatístico e a estabilidade dos modelos analíticos. Quanto aos materiais heterólogos, existem diversas opções sintéticas disponíveis, tais como próteses de hidroxiapatite, derivados de plástico e titânio. Estas tipicamente oferecem maior estabilidade estrutural e durabilidade⁸. No presente estudo, apenas foram incluídas próteses de titânio, refletindo a prática clínica da instituição durante o período analisado.

O tipo de material utilizado para a reconstrução ossicular não se associou de forma independente à obtenção de um resultado auditivo tardio dentro do intervalo esperado segundo o EER. Na análise não ajustada do GAOm tardio como variável contínua, observou-se um GAOm superior no grupo de reconstrução com materiais autólogos comparativamente ao grupo de próteses de titânio. No entanto, esta associação deixou de se verificar na regressão linear múltipla após ajuste para a pontuação do EER e para o tipo de ossiculoplastia, reforçando a importância de interpretar os resultados audiométricos tendo em consideração risco basal do ouvido médio. Estes achados sugerem que a diferença observada na análise não ajustada poderá refletir, pelo menos em parte, a distribuição desigual de fatores prognósticos entre os grupos, e não necessariamente um efeito independente do material utilizado. Ainda que exploratórias e limitadas pelo tamanho amostral, as análises de subgrupo por tipo de ossiculoplastia também não revelaram diferenças significativas entre os materiais.

Na literatura existem resultados discrepantes no que diz respeito à comparação dos resultados funcionais das ossiculoplastias com materiais autólogos e com próteses de titânio⁸⁻¹⁴. Estas inconsistências refletem, em grande medida, a marcada heterogeneidade metodológica e a ausência de um ajustamento uniforme ao ambiente do ouvido médio na maioria dos estudos, o que dificulta a comparação e interpretação do real impacto

que os diferentes tipos de materiais têm nos resultados auditivos da ossiculoplastia. No presente estudo, a aplicação do EER permitiu contextualizar os resultados de acordo com o risco basal do ouvido médio. Este aspeto foi particularmente evidente na análise contínua do GAOm tardio: embora a comparação não ajustada favorecesse numericamente as próteses de titânio, essa diferença deixou de ser significativa após ajuste pelo EER e pelo tipo de ossiculoplastia.

Parte das análises secundárias realizadas avaliaram os resultados funcionais precoces e as transições de resultado ao longo do tempo. Nos primeiros 6 meses pós-operatórios também não se verificou uma associação significativa entre os resultados auditivos e o tipo de material usado na reconstrução ossicular.

Uma das principais preocupações na ossiculoplastia prende-se com a durabilidade dos resultados a longo prazo. Uma das vantagens apontadas ao uso das próteses de titânio é a sua maior resistência e integridade estrutural em relação aos materiais autólogos que teoricamente podem sofrer fenómenos de reabsorção e atrofia ao longo do tempo ^{2, 15}. De forma a avaliar a estabilidade temporal dos resultados de cada tipo de material foi realizada uma análise de transição. Esta revelou que a maioria dos ouvidos classificados como estando dentro do intervalo esperado em T1 manteve essa classificação em T2. Numericamente, o grupo reconstruído com próteses de titânio apresentou maior proporção de manutenção dentro do intervalo esperado; contudo, os padrões de transição não diferiram significativamente entre materiais, indicando estabilidade comparável ao longo do tempo.

Este trabalho apresenta algumas limitações que devem ser referidas. Em primeiro lugar trata-se de um estudo retrospectivo que pelo seu desenho, tem inerente o risco de viés de seleção. Por outro lado, o tamanho amostral relativamente pequeno limita a realização e o poder de algumas análises de subgrupo. Outra limitação metodológica resulta do

facto de a categorização “resultado dentro do intervalo esperado segundo o EER” constituir uma definição operacional adotada pelos autores do presente estudo. Embora esta definição se baseie nos quartis reportados na coorte original de validação do EER, o artigo original não propôs formalmente um limiar dicotómico para classificar os resultados auditivos. Além disso, a dicotomização de uma variável contínua como o GAOm pode implicar perda de informação e dependência do limiar escolhido. Para mitigar esta limitação, foi realizada uma análise de sensibilidade utilizando o GAOm tardio como variável contínua. Acresce outra limitação relacionada com a heterogeneidade temporal do seguimento audiométrico. Embora o seguimento tardio tenha sido definido como >6 meses e a mediana de seguimento pós-operatório tenha sido de 58,5 meses, os audiogramas tardios não foram realizados de forma protocolada no mesmo intervalo temporal para todos os doentes. Na maioria dos casos, o audiograma tardio analisado correspondeu ao exame mais próximo da última avaliação clínica disponível. Ainda assim, esta variabilidade pode limitar a comparação direta da estabilidade funcional a longo prazo entre os grupos. Finalmente, trata-se de um estudo unicêntrico, o que pode limitar a generalização dos resultados.

Conclusão

Quando ajustados para o EER, não se verificaram diferenças entre os resultados auditivos de ossiculoplastias realizadas com materiais autólogos ou com próteses de titânio.

Conflito de Interesses

Os autores declaram que não têm qualquer conflito de interesse relativo a este artigo.

Confidencialidade dos dados

Os dados foram tratados de forma anónima, tendo sido garantida a confidencialidade dos mesmos.

Financiamento

Este trabalho não recebeu qualquer contribuição, financiamento ou bolsa de estudos.

Disponibilidade dos Dados científicos

Não existem conjuntos de dados disponíveis publicamente relacionados com este trabalho.

Declaração de IA generativa e tecnologias assistidas por IA no processo de redação

Durante a preparação deste trabalho, os autores utilizaram a plataforma de inteligência artificial OpenEvidence para pesquisa bibliográfica. Após a utilização desta ferramenta/serviço, os autores reviram e editaram o conteúdo conforme necessário, assumindo a total responsabilidade pelo conteúdo da publicação.

Referências

1. Ahmed A; Khan D A; Sharma S C. Ossiculoplasty outcome parameter staging index as a prognostic factor in ossiculoplasty. *Indian Journal of Otology* 28(3):p 198-203, Jul-Sep 2022. DOI: 10.4103/indianjotol.indianjotol_122_21
2. Walker DD, Babu SC. History of ossicular chain reconstruction. *Curr Otorhinolaryngol Rep*. 2020; 8(1): 61-64. doi: 10.1007/s40136-020-00259-w
3. Demir UL, Karaca S, Ozmen OA, Kasapoglu F, Coskun HH, Basut O. Is it the middle ear disease or the reconstruction material that determines the functional outcome in ossicular chain reconstruction? *Otol Neurotol*. 2012 Jun;33(4):580-5. doi: 10.1097/MAO.0b013e31824b774c.
4. Judd RT, Imbery TE, Gluth MB. The utility of numeric grading scales of middle ear risk in predicting ossiculoplasty hearing outcomes. *Otol Neurotol*. 2020 Dec;41(10):1369-1378. doi: 10.1097/MAO.0000000000002776.
5. Gluth MB, Judd RT, Gurgel RK, Dornhoffer JL, Kutz W, Carlson ML. et al. A multi-center study of ossiculoplasty hearing outcomes and a grading scale of ear environment risk. *Laryngoscope*. 2025 Apr;135 Suppl 2(Suppl 2):S1-S11. doi: 10.1002/lary.31965.
6. Meyerhoff WL, Kim CS, Paparella MM. Pathology of chronic otitis media. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1978 Nov-Dec;87(6 Pt 1):749-60. doi: 10.1177/000348947808700602.
7. Kayaalp C, Pauna HF, Monsanto RC, Sajjadi H, Paparella MM, Cureoglu S. Ossicular pathology in chronic otitis media. In: Goycoolea MV, Selaimen da Costa S, de Souza C, Paparella MM. (eds) *Textbook of Otitis Media: The Basics and Beyond*. Springer, 2023. p:389-394.
8. Abbasi MAU, Khan FA, Hameed AUR, Musani A, Jawed I, Malik M. et al. Comparative efficacy of prostheses in hearing restoration: a systematic review and network meta-analysis. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2025 Aug;77(8):3296-3307. doi: 10.1007/s12070-025-05605-2.
9. Amith N, Rs M. Autologous incus versus titanium partial ossicular replacement prosthesis in reconstruction of Austin type A ossicular defects: a prospective randomised clinical trial. *J Laryngol Otol*. 2017 May;131(5):391-398. doi: 10.1017/S0022215117000251.
10. Olaison S, Berglund M, Taj T, Knutsson J, Westman E, Eriksson PO. et al. Hearing outcomes after ossiculoplasty with bone or titanium prostheses—a nationwide register-based study. *Clin Otolaryngol*. 2024 Sep;49(5):660-669. doi: 10.1111/coa.14191.
11. Fong JC, Michael P, Raut V. Titanium versus autograft ossiculoplasty. *Acta Otolaryngol*. 2010 May;130(5):554-8. doi: 10.3109/00016480903338131.
12. Órfão T, Júlio S, Ramos JF, Dias CC, Silveira H, Santos M. Audiometric outcome comparison between titanium prosthesis and molded autologous material. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2014 Aug;151(2):315-20. doi: 10.1177/0194599814533074
13. Zakzouk A, Bonmardion N, Bouchetemple P, Lerosey Y, Marie JP. Titanium prosthesis or autologous incus for total ossicular reconstruction in the absence of the stapes suprastructure and presence of mobile footplate. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2015 Oct;272(10):2653-7. doi: 10.1007/s00405-014-3212-2.
14. Lamba GK, Sohal BS, Goyal JP. Ossiculoplasty: a prospective study on 50 patients using various graft materials. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2019 Nov;71(Suppl 2):1140-1146. doi: 10.1007/s12070-018-01571-0.
15. Pulec JL, Sheehy JL. Symposium on tympanoplasty. III. tympanoplasty: ossicular chain reconstruction. *Laryngoscope*. 1973 Apr;83(4):448-65. doi: 10.1288/00005537-197304000-00002.