



Análise morfométrica do meato acústico interno e suas implicações clínico-cirúrgicas

Morphometric analysis of the internal auditory canal and its clinical-surgical implications



Fernando Augusto Pacífico¹  Bárbara Belijane Adriano Leonel¹ 
Bruno Peixoto Gonçalves¹  Juliana Natalie Rodrigues Marques¹ 
Darllan Rocha Barros¹  Thiago José Monteiro Borges da Silva Valente¹ 
Ismael Felipe Gonçalves Galvão¹ 

¹ Faculdade de Medicina de Olinda. Olinda, Pernambuco, Brasil.

Resumo

Introdução: O meato acústico interno (MAI) é um canal ósseo curto e estreito próximo a algumas aberturas ósseas, como o forame jugular, e que dá passagem a estruturas importantes. **Objetivo:** Avaliar as medidas morfométricas do MAI em crânios humanos secos, proporcionar uma análise detalhada da microanatomia da região e elucidar as implicações clínico-cirúrgicas associadas ao canal. **Métodos:** Trata-se de um estudo transversal e descritivo comparativo no qual foram analisados 30 crânios humanos, sem distinção de sexo, idade e ancestralidade. A análise estatística foi conduzida utilizando o software SPSS. **Resultados:** O diâmetro vertical do MAI foi $3,5 \pm 0,92$ mm no antímero direito (AD) e $3,7 \pm 0,92$ mm, no antímero esquerdo (AE). O diâmetro horizontal do MAI foi $4,8 \pm 1,01$ mm no AD e $4,6 \pm 1,20$ mm no AE. O comprimento superior do MAI foi $10,3 \pm 1,76$ mm no AD e $10,4 \pm 1,56$ mm no AE. O comprimento inferior do MAI foi $9,1 \pm 1,72$ mm no AD e $9,6 \pm 1,54$ mm no AE. **Conclusões:** Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os lados direito e esquerdo em três variáveis específicas: o comprimento superior do MAI, a distância da borda lateral ou externa do MAI até o seio do sulco sigmoide e a distância da borda lateral ou externa do MAI até a abertura externa do aqueduto vestibular.

Como citar: Pacífico FA, Leonel BBA, Gonçalves BP, Marques JNR, Barros DR, Valente TJMS, et al. Análise morfométrica do meato acústico interno e suas implicações clínico-cirúrgicas. An Fac Med Olinda 2024; 1(12):35 doi: <https://doi.org/10.56102/afmo.2024.352>

Autor correspondente:

Fernando Augusto Pacífico

E-mail: fapacifico@outlook.com

Fontes de financiamento: Não se aplica.

Parecer CEP: nº 5689062
Recebido em 23/02/2024
Aprovado em 02/09/2024

Palavras-chave: Anatomia, Antropometria, Meato acústico; Osso temporal.

Abstract

Introduction: The internal auditory canal (IAC) is a short and narrow bone canal close to some bone openings, such as the jugular foramen, allowing the passage of important structures. **Objective:** To assess the morphometric measures of the IAC in human skulls, analyse its micro-anatomy, and elucidate clinical-surgical implications associated with this canal. **Methods:** This cross-sectional, descriptive, and comparative study analysed 30 human skulls regardless of sex, age, or ancestry. Statistical analysis was conducted using SPSS software. **Results:** The vertical diameter of the IAC was 3.5 ± 0.92 mm in the right antimer (RA) and 3.7 ± 0.92 mm in the left antimer (LA), while the horizontal diameter was 4.8 ± 1.01 mm in the RA and 4.6 ± 1.20 mm in the LA. The upper length of the IAC was 10.3 ± 1.76 mm in the RA and 10.40 ± 1.56 mm in the LA, while the lower length was 9.1 ± 1.72 mm in the RA and 9.6 ± 1.54 mm in the LA. **Conclusions:** The right and left antimeres showed significant differences in three specific variables: upper length of the IAC, distance from the lateral or external edge of the IAC to the groove of the sigmoid sinus, and distance from the lateral or external edge of the IAC to the external opening of the vestibular aqueduct.

Keywords: Anatomy; Anthropometry; Ear canal; Temporal bone.

INTRODUÇÃO

O meato acústico interno (MAI) é um canal ósseo curto e estreito localizado a aproximadamente 1 cm da parte interna do osso temporal e fechado por uma fina lâmina óssea perfurada que o separa da orelha interna¹. O MAI fica próximo de algumas aberturas ósseas, como o forame jugular, além de, por ele passarem estruturas importantes, como os nervos facial (VII par) e vestibular (VIII par), a artéria labiríntica e o gânglio vestibular, cujos papéis são cruciais no sistema auditivo e vestibular^{1, 2}.

O VII par, através de uma raiz motora, que é o nervo facial propriamente dito, inerva a musculatura da mímica facial, além dos músculos estapédio, estilo-hióideo e ventre posterior do digástrico. Sua raiz sensitiva e visceral, o nervo intermédio (de *Wrisberg*), é responsável pela inervação das glândulas lacrimais, submandibulares e sublinguais, controlando a produção de lágrimas e de saliva, transmitindo a gustação dos 2/3 anteriores da língua e proporcionando sensibilidade de parte do pavilhão auditivo, do meato acústico externo e de parte da área posterior das fossas nasais e do palato mole^{3, 4}.

O VIII par, na porção vestibular, tem influência nos movimentos oculares e cefálicos, mús-

culos dos troncos e membros, contribuindo para a manutenção do equilíbrio. Já sua porção coclear é responsável pela sensibilidade auditiva^{3, 4}. O MAI tem relevância clínica por ser uma estrutura na qual ocorrem angiomas cavernosos, neuromas, malformações ou cavernomas, podendo influenciar os papéis dos nervos cranianos relacionados^{3, 4}.

Com os avanços da cirurgia endoscópica e da microcirurgia, o estudo topográfico da relação dos nervos cranianos com o MAI tem desempenhado um papel fundamental no entendimento das possíveis variações anatômicas e suas implicações clínicas^{5, 6}. Em alguns estudos, foram observadas variações nas dimensões de comprimento, largura e forma do conduto, que pode ser em funil, cilíndrica ou redonda. Também é importante destacar a relevância desses parâmetros para a segurança e a eficácia de procedimentos cirúrgicos que envolvem a região^{5, 6}.

Entretanto, a literatura carece de dados de avaliação morfométrica do MAI em crânios humanos e de suas distâncias em relação às estruturas adjacentes. Portanto, o presente estudo visa avaliar as medidas morfométricas do MAI em crânios humanos, fornecer uma análise detalhada da microanatomia da região e elucidar as implicações clínico-cirúrgicas associadas ao canal.

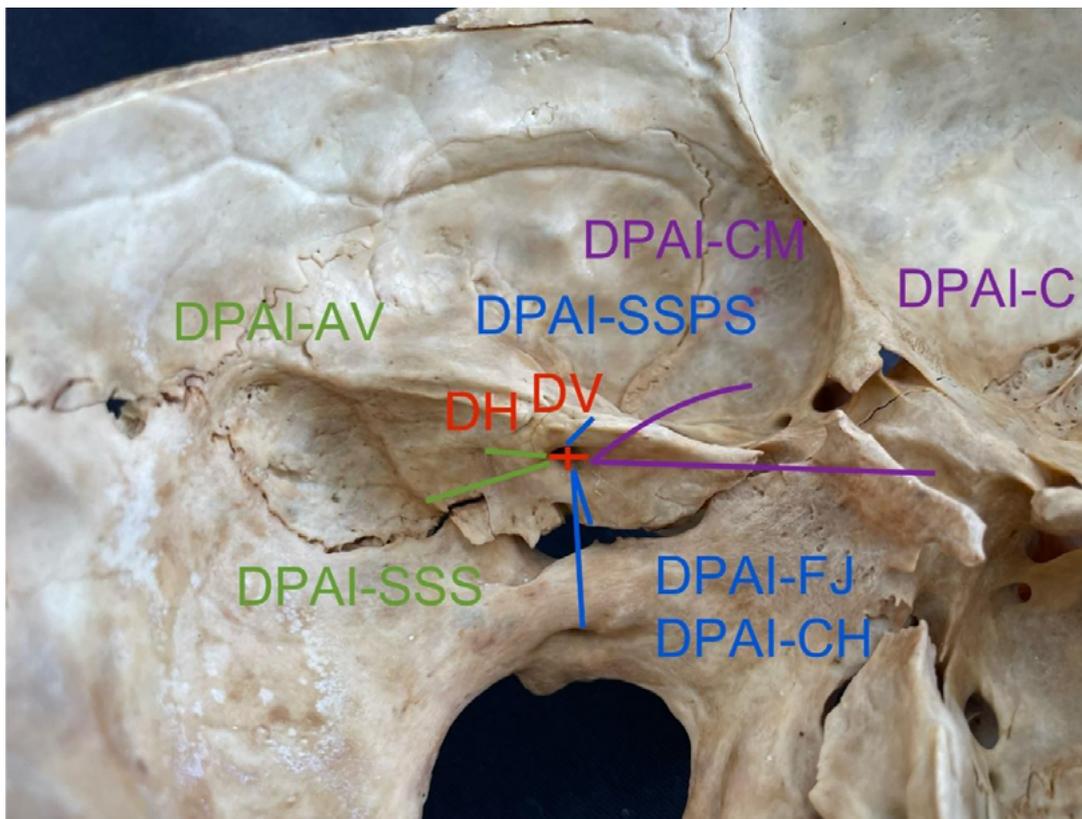
MÉTODO

Trata-se de um estudo do tipo transversal e descritivo comparativo, com amostragem não probabilística por conveniência, no qual foram analisados 30 crânios humanos secos (60 antímeros), sem distinção de sexo, idade e ancestralidade, tirados do acervo de peças cadavéricas de uma instituição de ensino superior. Todos os crânios danificados foram excluídos do estudo. Ambos os lados do crânio foram analisados para a mensuração das variáveis.

O presente estudo foi planejado em duas etapas: classificação morfológica e medidas morfométricas.

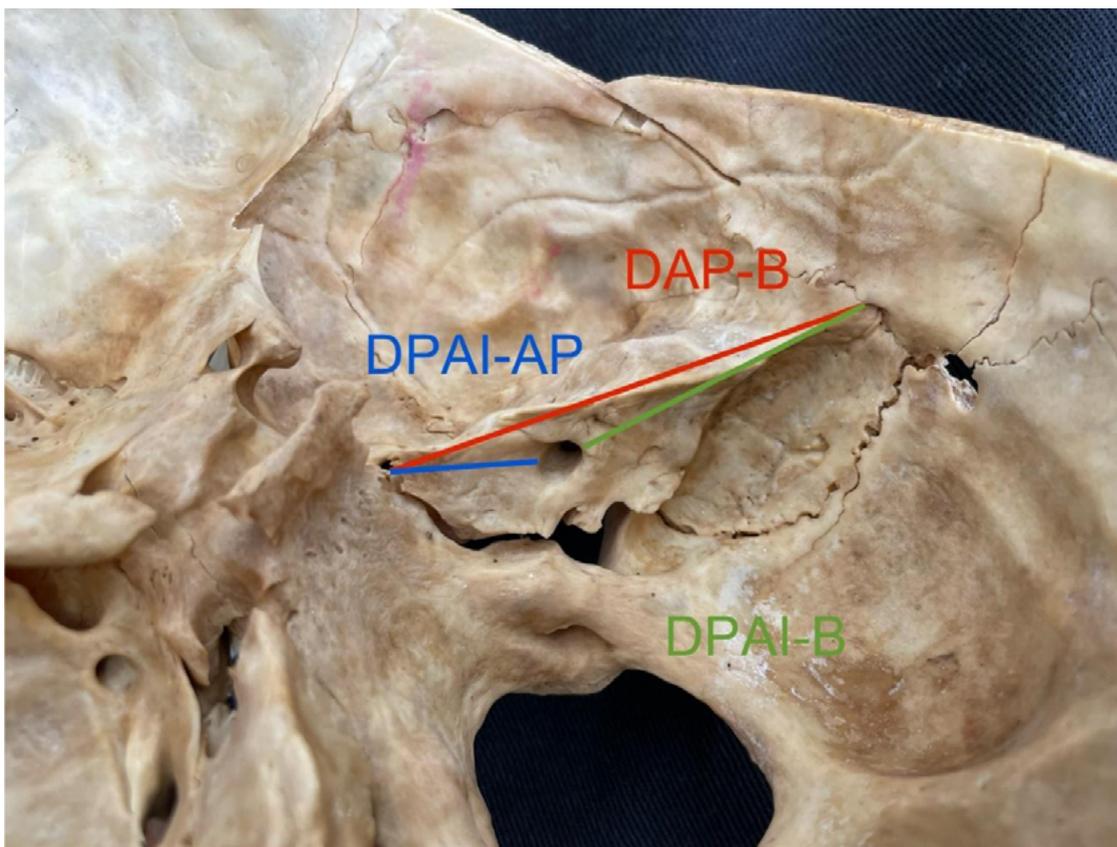
Quanto às medidas morfométricas, os seguintes parâmetros nos lados direito e esquerdo (Figuras 1 e 2) foram obtidos com o auxílio de um compasso de ponta seca curva do tipo *Castroviejo* e um paquímetro:

Figura 1. Vista superomedial do osso temporal esquerdo mostrando as medições morfométricas.



- Legenda:** diâmetro vertical do MAI (DV); diâmetro horizontal do MAI (DH); distância entre o MAI e o forame jugular (DPAl-FJ); distância entre o MAI e o canal do hipoglosso (DPAl-CH); distância entre o PAI e o sulco do seio petroso superior (DPAl-SSPS); distância entre o PAI e o sulco do seio sigmoide (DPAl-SSS); distância entre o PAI e o Aqueduto Vestibular (DPAl-AV); distância entre o PAI e o clivus (DPAl-C); distância entre o PAI e o cavum de Meckel (DPAl-CM).
1. DV: diâmetro vertical (supero-inferior ou dorsoventral) do poro acústico interno (PAI);
 2. DH: diâmetro horizontal (anteroposterior ou rostral caudal) do PAI;
 3. Comprimento superior do MAI: distância da margem superior do PAI até o ponto mais lateral do fundo na região da lâmina crivosa para o nervo vestibular superior;
 4. Comprimento inferior do MAI: distância da margem inferior do poro até o ponto mais lateral do fundo na área da lâmina crivosa para o nervo vestibular inferior;
 5. DPAl-FJ: distância entre a borda inferior do PAI e o forame jugular (incisura jugular do osso temporal);
 6. DPAl-CH: distância da borda inferior do PAI até o canal do hipoglosso;
 7. DPAl-SSPS: distância da borda superior do PAI até o sulco para o seio petroso superior (borda superior do triângulo petroso);
 8. DPAl-SSS: distância da borda lateral ou externa do PAI até o seio do sulco sigmoide (S);
 9. DPAl-AV: distância da borda lateral ou externa do PAI até a abertura externa do aqueduto vestibular;
 10. DPAl-C: distância da borda medial ou interna do PAI até o clivus;
 11. DPAl-CM: distância da borda medial ou interna do PAI até o cavum de Meckel;
 12. DAP-B: distância do ápice petroso até a base da porção petrosa do osso temporal;
 13. DPAl-AP: distância da borda medial ou interna do PAI até o ápice petroso;
 14. DPAl-B: distância da borda lateral ou externa do MAI até a base da porção petrosa intracraniana.

Figura 2. Vista superomedial do osso temporal direito mostrando medições morfométricas.



Legenda: distância entre o ápice petroso e a base da porção petrosa do osso temporal (DAP-B); distância entre o PAI e o ápice petroso (DPAI-AP); e distância entre o PAI e a base da porção petrosa (DPAI-B).

O parâmetro não morfométrico observado foi a forma do PAI, que, segundo Unur *et al.* (2007), pode ser classificado do tipo I ao tipo VI, como descrito abaixo:

- Tipo 1: redondo
- Tipo 2: oval
- Tipo 3: em forma de U
- Tipo 4: fissura
- Tipo 5: irregular
- Tipo 6: em forma de V

A análise estatística foi conduzida utilizando o software SPSS® (IBM, Chicago, EUA). A comparação das médias foi realizada com o teste t de *Student* pareado. Em todos os testes, o nível de significância adotado foi $p < 0,05$, indicando diferença estatisticamente significativa, se presente.

RESULTADOS

Os dados descritos a seguir estão apresentados na Tabela 1, que facilita a visualização das medições e variações observadas.

O diâmetro vertical do PAI variou de 1,5 a 5,5 mm ($3,5 \pm 0,92$ mm) no lado direito e de 2,5 a 5,5 mm ($3,7 \pm 0,92$ mm) no lado esquerdo. O diâmetro horizontal do PAI variou de 3,0 a 7,5 mm ($4,8 \pm 1,01$ mm) no lado direito e de 2,0 a 8,5 mm ($4,6 \pm 1,2$ mm) no lado esquerdo.

O comprimento superior do MAI variou de 8,0 a 15,0 mm ($10,3 \pm 1,76$ mm) no lado direito e de 8,0 a 14,0 mm ($10,4 \pm 1,56$ mm) no lado esquerdo. O comprimento inferior do MAI variou de 6,0 a 13,0 mm ($9,1 \pm 1,72$ mm) no lado direito e de 7,0 a 12,0 mm ($9,6 \pm 1,54$ mm) no lado esquerdo.

Tabela 1. Comparação dos diâmetros, comprimentos e distâncias do MAI nos lados direito e esquerdo.

Medidas	Lado Direito (Média ± DP)	Lado Esquerdo (Média ± DP)	Estatística t ^a	Valor p
DV	3,5 ± 0,92	3,7 ± 0,92	-1,507	0,143
DH	4,8 ± 1,01	4,6 ± 1,20	1,718	0,097
CSMAI	10,3 ± 1,76	10,4 ± 1,56	-0,571	0,573
CIMAE	9,1 ± 1,72	9,6 ± 1,54	-2,151	0,040*
DPAI-FJ	6,2 ± 1,36	6,5 ± 1,36	-1,730	0,094
DPAI-CH	19,7 ± 2,38	19,5 ± 2,42	1,101	0,280
DPAI-SSPS	4,8 ± 0,90	4,6 ± 1,03	1,087	0,286
DPAI-SSS	22,1 ± 2,46	23,4 ± 2,46	-3,060	0,005*
DPAI-AV	10,2 ± 2,49	11,3 ± 2,55	-2,488	0,019*
DPAI-C	35,8 ± 2,96	35,1 ± 2,78	1,287	0,208
DPAI-CM	32,5 ± 3,39	31,9 ± 2,66	1,357	0,185
DAP-B	57,0 ± 4,02	56,1 ± 4,20	1,766	0,088
DPAI-AP	19,2 ± 2,93	18,7 ± 2,68	1,438	0,161
DPAI-B	35,9 ± 3,23	34,8 ± 3,91	1,994	0,056

* Valores significativos ($p < 0,05$).

^a teste t de Student

Legenda: diâmetro vertical do PAI (DV); diâmetro horizontal do PAI (DH); comprimento superior do MAI (CSMAI); comprimento inferior do MAI (CIMAI); distância entre o MAI e o forame jugular (DPAI-FJ); distância entre o PAI e o canal do hipoglosso (DPAI-CH); distância entre o PAI e o sulco do seio petroso superior (DPAI-SSPS); distância entre o PAI e o sulco do seio sigmoide (DPAI-SSS); distância entre o PAI e o AV (DPAI-AV); distância entre o PAI e o clivus (DPAI-C); distância entre o PAI e o cavum de Meckel (DPAI-CM); distância entre o ápice petroso e a base da porção petrosa do osso temporal (DAP-B); distância entre PAI e o ápice petroso (DPAI-AP); e distância entre o PAI e a base da porção petrosa (DPAI-B).

A distância do PAI até o forame jugular variou de 4,0 a 9,5 mm ($6,2 \pm 1,36$ mm) no lado direito e de 4,0 a 9,5 mm ($6,5 \pm 1,36$ mm) no lado esquerdo.

A distância da borda medial ou interna do PAI até o clivus variou de 29,5 a 41,5 mm ($35,8 \pm 2,96$ mm) no lado direito e de 30,0 a 40,5 mm ($35,1 \pm 2,78$ mm) no lado esquerdo. A distância da borda medial ou interna do PAI até o cavum de Meckel variou de 25,0 a 37,5 mm ($32,5 \pm 3,39$ mm) no lado direito e de 28,0 a 37,0 mm ($31,9 \pm 2,66$ mm) no lado esquerdo.

A distância do ápice petroso até a base da porção petrosa do osso temporal variou de 46,0 a 66,0 mm ($57,0 \pm 4,02$ mm) no lado direito e de 48,0 a 64,0 mm ($56,1 \pm 4,20$ mm) no lado esquerdo.

A distância da borda medial ou interna do PAI até o ápice petroso variou de 12,0 a 24,5 mm ($19,2 \pm 2,93$ mm) no lado direito e de 11,0 a 23,0 mm ($18,7 \pm 2,68$ mm) no lado esquerdo.

A distância da borda lateral ou externa do MAI à base da porção petrosa intracraniana variou de 27,0 a 42,0 mm ($35,9 \pm 3,23$ mm) no lado direito e de 25,5 a 42,0 mm ($34,8 \pm 3,91$ mm) no lado esquerdo.

Foi realizada uma análise comparativa dos diâmetros, comprimentos e distâncias, nos lados direito e esquerdo. Para cada uma dessas medidas, aplicamos o teste t de Student para amostras pareadas. Os resultados dessa análise são apresentados na tabela 1, que inclui as médias acompanhadas dos desvios-padrão (DP), a estatística t e o valor p correspondentes a cada comparação. Esses resultados indicam diferenças estatisticamente significativas entre os lados direito e esquerdo em três variáveis específicas: o comprimento superior do MAI, a distância da borda lateral ou externa do PAI até o seio do sulco sigmoide e a distância da borda lateral ou externa do PAI até a abertura externa do aqueduto vestibular.

Em todos os ossos temporais, o tipo mais comum de PAI foi a forma oval, presente em 22 casos (36,6% dos ossos), seguida pela forma redonda, encontrada em 18 casos (30%). No PAI direito, a forma oval foi a mais comum, correspondendo a 44,3% dos casos ($n = 13$), enquanto no PAI esquerdo as formas oval e redonda tiveram a mesma frequência, com 30% cada ($n = 9$). É interessante observar que nenhum osso temporal apresentou o tipo menos comum, ou seja, a forma irregular.

DISCUSSÃO

Do ponto de vista embriológico, o MAI se desenvolve a partir da condrificação e posterior ossificação do folheto mesodérmico que circunda os VII e VIII pares de nervos cranianos, especificamente na porção petrosa do osso temporal na fossa posterior^{2,7}. Além disso, alonga-se conforme o crânio aumenta de volume, até cerca dos 10 anos de idade, porém o diâmetro da abertura medial sofre apenas um ligeiro aumento no 1º ano de vida².

Apesar de a maioria dos indivíduos possuir apenas um canal, a literatura descreve cerca de 21 casos raros nos quais foi demonstrada duplicação do MAI associada a malformações do ouvido interno e frequentemente relacionada à estenose da região⁷.

Considerando isso, é relevante haver uma adequada avaliação morfométrica do MAI para a criação de uma base de dados relacionada à anatomia de patologias intracranianas. Isso também atuaria em auxílio às técnicas microcirúrgicas de abordagem do ângulo cerebelopontino e do neurinoma do acústico, aumentando a proteção das estruturas relacionadas ao canal, como o ouvido interno e os nervos vestibulococlear e facial⁸. Além disso, a avaliação dos padrões anatômicos do MAI é essencial para determinar a necessidade de abordagem cirúrgica⁸ em determinadas condições, como anormalidades congênitas, trauma craniano, patologias de nervos periféricos e patologias da orelha.

As mensurações do MAI também podem ser indicadores de patologias como tumores ou estenose da região, reiterando a relevância da morfometria em ambos os lados do canal⁸. Somando a isso, a literatura descreve diferenças morfométricas do MAI derivadas de aspectos regionais e raciais e de variações entre os antímeros⁸.

Em um estudo realizado com tomografia computadorizada em alta resolução de 128 pacientes, 83 com malformações no ouvido interno e 45 sem alterações, demonstrou-se o diâmetro médio do MAI por volta de 5,5 mm, corroborando os achados do presente estudo para os valores desse parâmetro no lado esquerdo, mas maior que os valores para o direito⁹.

A partir disso, destaca-se que um diâmetro menor que 2 mm indica um canal estreito, relacionado à aplasia da porção coclear do VIII par e hipoacusia neurossensorial congênita, uma vez que se considera adequada uma medida de cerca de 2 mm de largura para o feixe neurovascular. Estudos relatam que uma diferença superior a 2mm no diâmetro do MAI de cada antímetro pode ser um marcador tumoral^{1, 6, 9}. Em consonância com os achados acerca do maior diâmetro horizontal esquerdo (de 8,5 mm) encontrado neste estudo, a literatura indica que um diâmetro maior que 8 mm é considerado alargado e pode estar associado a tumores como neuromas acústicos e, menos comumente, neuromas faciais^{6, 10}.

Um estudo retrospectivo realizado com 142 pacientes saudáveis, cuja idade variava de 18 a 60 anos, revelou alguns aspectos importantes da morfometria do MAI. O comprimento médio foi de 9,71 mm para o antímetro direito e 9,92 mm para o esquerdo, valores semelhantes aos encontrados no presente estudo. A largura ou diâmetro desse forame no estudo citado foi de 3,97 mm para o antímetro direito e 3,95 mm para o esquerdo, semelhante aos achados do presente estudo. Diferenças na morfometria dessa estrutura podem derivar de diferenças étnicas e de região e também de diferenças em relação à lateralidade da estrutura. Alguns estudos relatam uma diferença relacionada ao sexo, ainda controversa¹.

Devido à sua proximidade com o ângulo cerebello-pontino, os dados morfométricos relacionados ao MAI são relevantes na avaliação de pacientes com patologias que envolvam o canal, como os schwannomas vestibulares, os tumores de ocorrência mais comum no local². Apesar de benignos, podem exercer uma compressão microvascular nos nervos que passam pelo MAI, como o facial e o vestibulococlear, o que pode causar zumbido, vertigem e espasmo hemifacial. Além disso, esses tumores possuem alto potencial de expansão para o ângulo cerebellopontino^{2, 11}. Nesses casos, a abordagem de escolha é a retromastóidea, mas o desconhecimento da morfometria do MAI e das estruturas relacionadas pode ocasionar lesões da artéria cerebelar anterior inferior e dos pares cranianos VII, IX e X⁸.

O conhecimento dos parâmetros do MAI e sua orientação e posição na porção petrosa do osso temporal também são importantes para procedimentos translabirínticos, uma vez que o desconhecimento desses dados pode levar à lesão do nervo facial¹². O diâmetro e o comprimento também são relevantes para abordagens mais recentes, como a transpromontorial transcanal minimamente invasiva através do conduto auditivo externo¹³. Além disso, em pacientes pediátricos, a morfometria do MAI é essencial para o entendimento do processo de maturação dessa estrutura, assegurando a realização de procedimentos que o envolvam¹².

A avaliação dos dados morfométricos do MAI é tão relevante que a atenção dedicada ao tópico tem aumentado cada vez mais a segurança dos procedimentos envolvendo o canal, sobretudo, devido ao avanço dos exames de imagem associados às técnicas endoscópicas, especialmente via fossa craniana média pela técnica de Fisch, realizada e aprimorada desde 1970¹⁴.

CONCLUSÃO

Neste estudo, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os lados direito e esquerdo em três variáveis específicas: o comprimento superior médio do MAI, de 10,3 mm no lado direito e 10,4 mm no lado esquerdo; a distância da borda lateral ou externa do PAI até o seio do sulco sigmoide, de 22,1 mm no lado direito e 23,4 mm no lado esquerdo; e a distância da borda lateral ou externa do PAI até a abertura externa do aqueduto vestibular, de 10,2 mm no lado direito e 11,3 mm no lado esquerdo. Esses achados destacam nuances importantes nas características anatômicas entre os lados, enfatizando a necessidade de considerar essas discrepâncias ao interpretar resultados e planejar intervenções clínicas.

CONFLITO DE INTERESSES

Nada a declarar

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

FAP - Conceptualização, Curadoria de dados, investigação, Metodologia, Administração

do projeto, Recursos, Supervisão e Redação – redação original, Redação – revisão e edição; **BBAL** - investigação, Redação – redação original e; Redação – revisão e edição; **BPG** - investigação, Redação – redação original; **JNRM** - Curadoria de dados, investigação; Redação – redação original, Redação – revisão e edição; **DRB** - investigação, Redação – redação original e; Redação – revisão e edição; **TJMBSV** - Redação – redação original, Supervisão e Redação – revisão e edição; **IFGG** - Redação – redação original; Supervisão e Redação – revisão e edição. Todos os autores aprovaram a versão final a ser publicada.

REFERÊNCIAS

1. Özandaç Polat S, Uygur AG, Öksüzler FY, Öksüzler M, Yücel AH. Morphometric measurements of the internal acoustic meatus. *Cukurova Med J.* 2019;44:419-26. <https://doi.org/10.17826/cumj.565954>
2. Panara K, Hoffer M. Anatomy, Head and Neck, Ear Internal Auditory Canal (Internal Auditory Meatus, Internal Acoustic Canal). In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Aug 29. PMID: 31335008. Available in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK544288/>
3. Neto AH, Olivieri BV, Nascimento PA, Henrique S, Tucunduva MJA. Avaliação das Dimensões do Meato Acústico Interno em Tomografia Computadorizada Helicoidal. *Science in Health*, jan-abr 2016; 7(1)16-21. Disponível em: https://arquivos.cruzeirosuleducacional.edu.br/principal/new/revista_scienceinhealth/19_jan_abr_2016/Science_07_01_16-21.pdf
4. Hovland N, Phuong A, Lu GN. Anatomy of the facial nerve. *Operative Techniques in Otolaryngology-Head and Neck Surgery.* 2021 Dec;32(4):190-6. <https://doi.org/10.1016/j.otot.2021.10.009>
5. Mandato Ferragut J, Azevedo Randi B, Américo Lourenço E, José Caldeira E, , Minatel E. Avaliação anatômica do diâmetro do poro acústico interno e suas correlações clínicas. *Perspectivas Médicas [Internet].* 2008;19(2):16-18. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=243217620005>
6. Mntungwa N, Human-Baron R, Hanekom T. Morphology of the internal auditory canal: Deriving parameters from computer tomography scans. An observational STROBE-MR study. *Ear Nose Throat J.* 2022 Aug 13;1455613221116196. <https://doi.org/10.1177/01455613221116196>
7. Manchanda S, Bhalla AS, Kumar R, Kairo AK. Duplication Anomalies of the Internal Auditory Canal: Varied Spectrum. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2019 Sep;71(3):294-298. doi: <https://doi.org/10.1007/s12070-017-1087-4>
8. Akın-Saygin D, Nur-Türkoglu F, Aydin-Kabakçı AD, Alpa S. Internal Acoustic Opening: Different Osseous Landmarks and their Clinical Implications. *Int J Morphol.* 2022;40(5):1368-75. doi: <https://doi.org/10.4067/S0717-95022022000501368> .

9. Bächinger D, Breitsprecher TM, Pscheidl A, Dhanasingh A, Mlynski R, Dazert S, Langner S, Weiss NM. Internal auditory canal volume in normal and malformed inner ears. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2023 May;280(5):2149-2154. doi: <https://doi.org/10.1007/s00405-022-07676-1> . Epub 2022 Oct 9. PMID: 36210370; PMCID: PMC10066105.
10. Stimmer H, Niedermeyer HP, Kehl V, Rummeny EJ. Nontumorous Enlargement of the Internal Auditory Canal: A Risk Factor for Sensorineural Hearing Loss? A High Resolution CT-Study. *Rofo.* 2015 Jun;187(6):450-8. doi: <https://doi.org/10.1055/s-0034-1399009> . Epub 2015 Apr 23. PMID: 25905691.
11. Ramly NA, Roslenda AR, Suraya A, Asma A. Vascular loop in the cerebellopontine angle causing pulsatile tinnitus and headache: a case report. *EXCLI J.* 2014 Feb 27;13:192-6. PMID: 26417253; PMCID: PMC4464511. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4464511/>
12. Rennert RC, Brandel MG, Steinberg JA, Friedman RA, Couldwell WT, Fukushima T, Day JD, Khalessi AA, Levy ML. Maturation of the internal auditory canal and posterior petrous bone with relevance to lateral and posterolateral skull base approaches. *Sci Rep.* 2022 Mar 3;12(1):3489. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07343-9> . PMID: 35241717; PMCID: PMC8894491.
13. Presutti L, et al. Expanded transcanal transpromontorial approach to the internal auditory canal: Pilot clinical experience. *Laryngoscope.* 2017;127:2608–2614. doi: <https://doi.org/10.1002/lary.26559>
14. Guo Y, Li M, Cheng K, Li Y, Ma Q. Three-dimensional imaging for the localization of related anatomical structures during surgery on the internal auditory canal. *BMC Surg.* 2022 Mar 2;22(1):74. doi: <https://doi.org/10.1186/s12893-022-01527-w>