



Análise morfométrica do forame mastóideo e suas possíveis implicações clínicas e cirúrgicas

Morphometric analysis of mastoid foramen and possible clinical and surgical implications



Ismael Felipe Gonçalves Galvão¹  Marcelo Moraes Valença² 
Thiago José Monteiro Borges da Silva Valente¹  João Marcos da Silva Dantas¹ 
Aparecida Aylara Isabella Souza Gonçalves¹  Renata Cristinny de Farias Campina² 
Fernando Augusto Pacífico¹ 

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

² Universidade Federal de Pernambuco. Recife, Pernambuco, Brasil.

Resumo

Introdução: O forame mastóideo (FM), uma pequena abertura localizada no processo mastoide, pode apresentar diversas variações. Por ali passam estruturas relevantes, como a veia emissária mastoidea e o ramo meníngeo da artéria occipital. Apesar da importância do FM, há na literatura uma relativa escassez de dados morfológicos e morfométricos sobre essa estrutura. **Objetivos:** investigar os aspectos morfométricos e morfológicos do FM, bem como suas repercussões clínico-cirúrgicas. **Método:** Trata-se de um estudo observacional e transversal. Foram incluídos 78 crânios humanos no estudo, que analisou, em relação ao FM, a presença, a quantidade, a localização em relação à sutura occipitomastoidea, os diâmetros, a posição em relação ao plano de Frankfurt e as distâncias até pontos anatômicos específicos. **Resultados:** Dentre os achados do estudo, destaca-se a prevalência do forame, observado em pelo menos um dos lados de todos os crânios analisados. Em 7,69% observou-se a ausência da estrutura em um dos lados. O forame estava presente no lado direito em 98,72%. No lado esquerdo, estava presente em 93,59%. O padrão encontrado com mais frequência foi de quatro forames, independentemente do lado, em 23,08% dos crânios. Não foram

Autor correspondente:
Ismael Felipe Gonçalves Galvão

E-mail:
ismaelgalvaosesi@gmail.com

Fontes de financiamento: Não se aplica.

Parecer CEP: nº 5689062

Recebido em 02/10/2024

Aprovado em 17/10/2024

Como citar: Galvão IFG, Valença MM, Valente TJMBS, Dantas JMS, Gonçalves AAIS, Campina RCF, et al. Análise morfométrica do forame mastóideo e suas possíveis implicações clínicas e cirúrgicas. An Fac Med Olinda 2024; 1(12):46 doi: <https://doi.org/10.56102/afmo.2024.365>

identificadas diferenças estatisticamente significativas em todas as variáveis estudadas. **Conclusão:** O estudo descreve importantes parâmetros morfométricos e morfológicos do FM. Devido à relevância das estruturas que o percorrem, é essencial ter um conhecimento adequado da morfometria e da morfologia do FM.

Palavras-chaves: Anatomia; Forame mastóideo; Neurocirurgia; Relevância clínica.

Abstract

Introduction: The mastoid foramen (MF) is a narrow fissure in the mastoid process and exhibits considerable anatomical variability. The mastoid emissary vein and the meningeal branch of the occipital artery are important structures that pass through the MF. Despite its anatomical importance, morphological and morphometric analyses of the MF remain scarce. **Objectives:** To investigate the morphological and morphometric aspects of the MF. **Method:** This observational cross-sectional study analyzed 78 cadaver skulls. Measured variables included the diameter of the MF, the presence, number, and the location of MF in relation to the occipitomastoid suture, the position of MF in relation to the Frankfurt plane, and the distances between MF and specific anatomical points. **Results:** All skulls presented at least one MF. However, in 7.69% of the specimens, the MF was absent on one side. MF was present on the right side in 98.72% of specimens and on the left side in 93.59%. The MF pattern most frequently observed was four foramina, independent of laterality, in 23.08% of the skulls. No statistically significant differences were identified across the variables studied. **Conclusion:** This study described relevant morphometric and morphological parameters of the MF. Given the importance of the structures passing through this foramen, understanding its anatomic variations and measurements is essential.

Keywords: Anatomy; Mastoid foramen; Clinical relevance; Neurosurgery.

INTRODUÇÃO

O osso temporal (OT), em comparação a outros ossos cranianos, possui alta complexidade morfológica devido aos seus diversos acidentes ósseos, com relatos de várias anomalias e variações de desenvolvimento¹. Dentre essas estruturas, destaca-se o forame mastóideo (FM), uma pequena abertura que pode ou não estar presente, em ocorrência única ou múltipla¹, no processo mastoide do OT ou através da sutura occipitomastoidea.

A partir do desenvolvimento do OT, o FM pode apresentar diversas variações em relação à incidência, lateralidade, sexo, idade, quantidade, localização e diâmetro². Isso se dá devido às estruturas que passam por essa abertura, como a veia emissária mastoidea (VEM) e o ramo meníngeo da artéria occipital. O conhecimento acerca das localidades dessas estruturas é essencial, sobretudo do ponto de vista neurocirúrgico, pois podem ser fonte de sangramento em procedimentos feitos através do PM, como a craniotomia retrosigmoide^{2,3}.

Mesmo diante dessa importância anatômica e apesar dos avanços tecnológicos, o conhecimento aprofundado sobre o FM e as estruturas que por ali passam permanece inexplorado. Na literatura, há relativa escassez de dados morfológicos e morfométricos, além de suas possíveis implicações clínico-cirúrgicas^{1, 4-6}.

Diante do exposto, o objetivo do estudo foi analisar em crânios humanos os aspectos morfológicos e morfométricos do FM em função da lateralidade e avaliar suas implicações clínico-cirúrgicas.

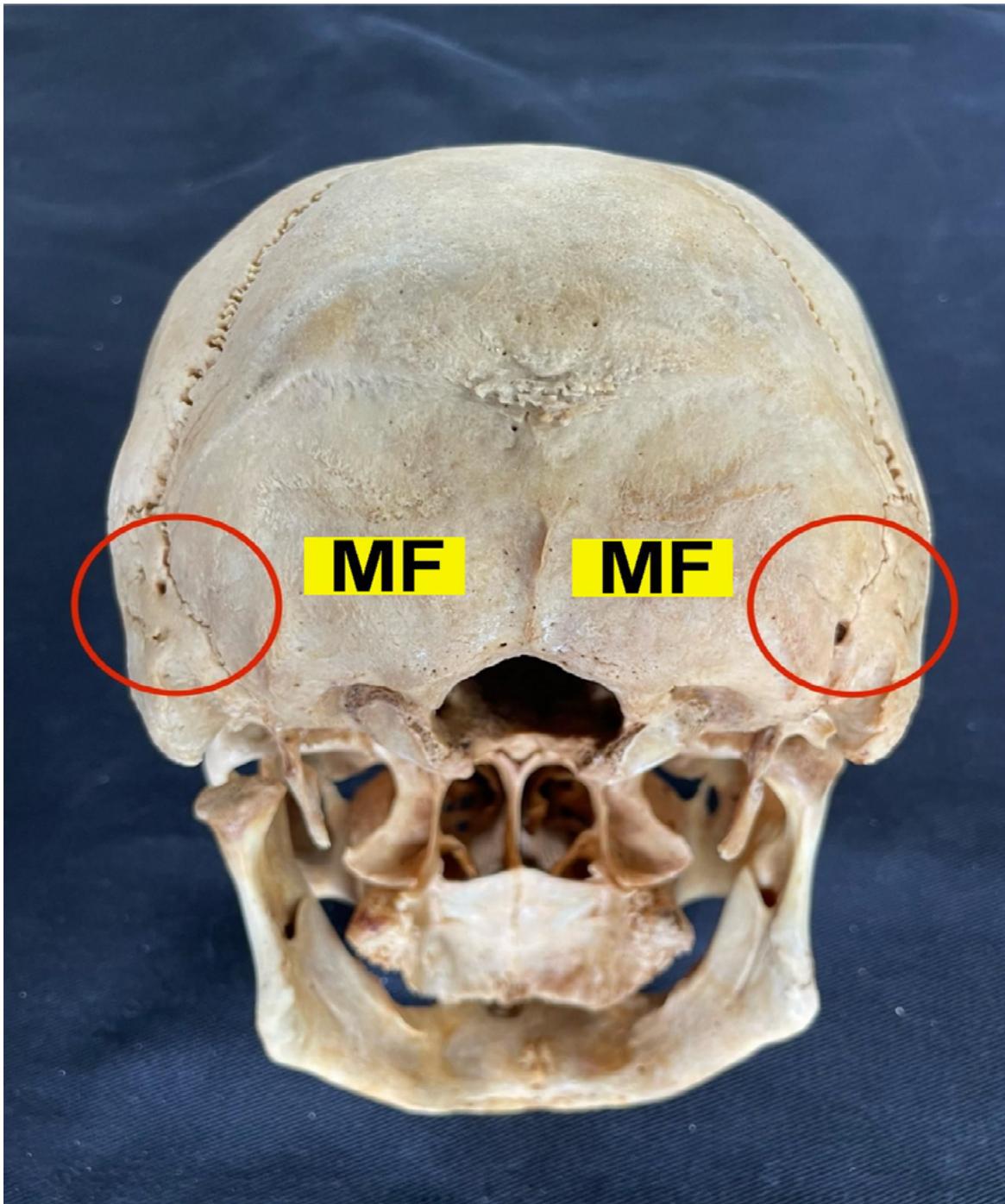
MÉTODO

Cem crânios humanos articulados e desarticulados do laboratório de anatomia de uma instituição de ensino superior foram incluídos para análise da morfologia e morfometria por atenderem ao critério de inclusão: crânios catalogados com informação do sexo do indivíduo. Desse, apenas 78 foram selecionados; os demais crânios foram excluídos com base nos seguintes critérios: 1) não permitiam visualização bilateral adequada das estruturas e 2) não conservavam os aspectos morfológicos, tendo perdido integridade devido ao desgaste do processo de decomposição.

Para a realização da análise morfométrica, foram utilizados um compasso de espessura, um compasso de ponta seca curva do tipo *Castroviejo* e um paquímetro digital.

Foram analisadas as seguintes variáveis do FM: a presença, a quantidade, a localização em relação à sutura occipitomastoidea, os diâmetros, a posição em relação ao plano aurículo-orbital (plano de Frankfurt) e as distâncias até os seguintes pontos anatômicos: o ápice do PM, o forame magno e o astério. Todas as variáveis foram analisadas em função da lateralidade (Figuras 1 e 2).

Figura 1. Vista posteroinferior da cabeça óssea mostrando os FMs direito e esquerdo.



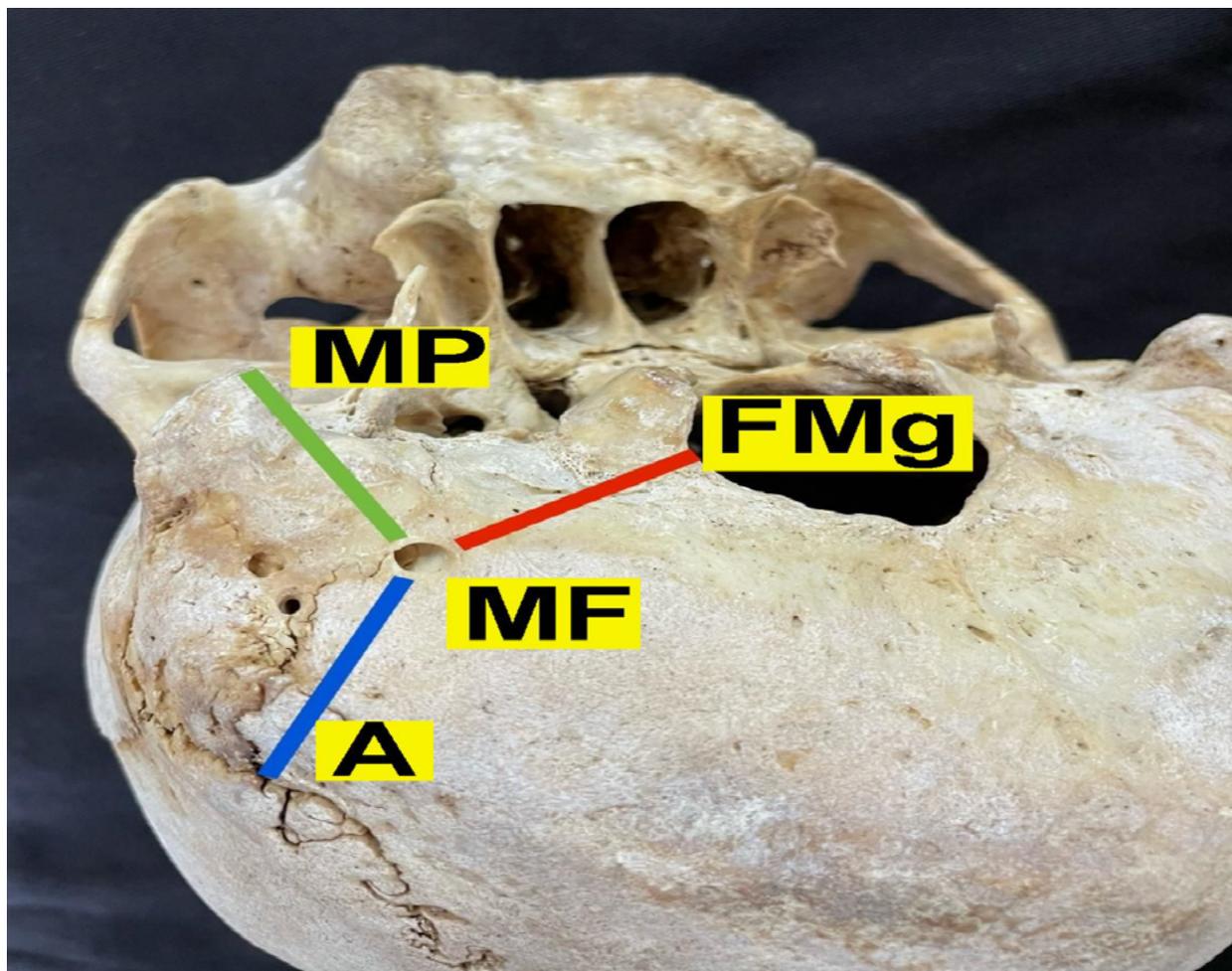
Legenda: FM: forame mastóideo

Os dados foram tabulados, depois processados e analisados estatisticamente através do programa SPSS® (IBM, Chicago, EUA). Foi aplicado o teste Kolmogorov-Smirnov para avaliação de normalidade e homogeneidade dos dados. Os dados não normais foram apresentados pelas medidas de tendência central (média, mínima e máxima) e de dispersão (desvio padrão). O nível

de precisão estabelecido foi de 5%, com nível de confiança de 95% e variabilidade máxima de 0,5.

Na presente pesquisa, foi utilizado o teste qui-quadrado de independência para avaliar possíveis associações entre variáveis categóricas, como a presença do FM nos lados direito e esquerdo e as diferenças na sua localização em relação à sutura mastoidea e ao plano aurículo-orbital, que varia de acordo com a antimeria. Também foi empregado o teste de Wilcoxon pareado para investigar diferenças na quantidade de forames entre os lados direito e esquerdo, bem como em seus diâmetros e distâncias.

Figura 2. Marcos superficiais definidos e suas distâncias do FM: verde, ápice do PM-FM; vermelho, forame magno-FMg; azul, astério-FM.



Legenda: astério (A); forame magno (FMg) forame mastóideo (FM); e processo mastóideo (PM).

RESULTADOS

Em relação à presença do FM, destaca-se que sua ocorrência foi observada em pelo menos um dos lados em todos os crânios analisados ($n=78$). No entanto, em 7,69% ($n = 6$) dos crânios, observou-se a ausência do FM em um dos lados. No lado direito, a abertura estava presente em 98,72% ($n = 77$), com ausência observada em apenas 1,28% ($n = 1$). No lado esquerdo, a presença foi em 93,59% ($n = 73$), com ausência observada em 6,41% ($n = 5$). Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa na presença do FM entre o lado direito e o esquerdo ($p = 0,105$).

Em relação ao número de FMs nos crânios analisados, observou-se que o padrão mais frequente foi de quatro ocorrências, independentemente do lado, abrangendo 23,08% ($n = 18$) dos crânios. Quanto à lateralidade, tanto no lado direito quanto no esquerdo, o padrão mais frequente foi de dois forames. No lado direito, essa quantidade foi encontrada em 38,46% ($n = 30$) dos crânios; no esquerdo, em 34,62% ($n = 27$). Os achados proporcionam uma compreensão mais aprofundada da variabilidade desse aspecto morfológico do FM, destacando os padrões mais comuns identificados neste estudo. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na quantidade de FMs entre os lados direito e esquerdo ($p = 0,534$).

Quanto à localização do FM em relação à sutura occipitomastoidea, nos crânios analisados observou-se que, no lado direito, 55,84% ($n = 43$) apresentaram o FM localizado lateralmente à sutura, e 14,29% ($n = 11$), medialmente, enquanto 29,87% ($n = 23$) apresentaram o FM na sutura. No lado esquerdo, 57,53% ($n = 42$) dos crânios tinham o FM localizado lateralmente à sutura, e 8,22% ($n = 6$), medialmente, enquanto 34,25% ($n = 25$) apresentaram o FM na sutura. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na localização do FM em relação à sutura occipitomastoidea entre os lados direito e esquerdo ($p = 0,482$).

Os diâmetros do FM foram mensurados nos lados direito e esquerdo. No direito, a média do diâmetro súpero-inferior (DSI) foi de 0,23 cm ($DP \pm 0,23$), e a do diâmetro látero-lateral (DLL) foi de 0,18 cm ($DP \pm 0,12$). No esquerdo, a média do DSI foi de 0,25 cm ($DP \pm 0,24$), enquanto o DLL registrou média de 0,22 cm ($DP \pm 0,16$). Os resultados indicam que o DSI foi ligeiramente menor no lado direito, em comparação com o esquerdo, enquanto o DLL mostrou média um pouco mais alta no lado esquerdo. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nos DSI ($p = 0,310$) e DLL ($p = 0,155$) do FM entre os lados direito e esquerdo.

Quanto à posição do canal em relação ao plano aurículo-orbital (plano de Frankfurt), foi identificado se o FM estava localizado abaixo, sobre ou acima. Os resultados indicaram predominância do FM na posição inferior, evidenciada em 94,8% ($n = 73$) dos casos no lado direito e em 97,3% ($n = 72$) no lado esquerdo. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na posição do FM em relação ao plano aurículo-orbital entre os lados direito e esquerdo.

($p = 0,192$).

Quanto às distâncias entre a estrutura e pontos anatômicos específicos, foi observada a distância entre o FM e o ápice do PM (FM-PM), com médias de 3,05 cm (DP \pm 0,52 cm) à direita e 3,03 cm (DP \pm 0,59 cm) à esquerda. Quanto à distância entre o FM e o forame magno (FM - FMg), foi observada a média de 4,02 cm (DP \pm 0,60 cm) à direita e de 4,00 cm (DP \pm 0,52 cm) à esquerda. A análise da distância entre o FM e o astério (FM-AA) revelou médias de 2,01 cm (DP \pm 0,53 cm) à direita e 2,02 cm (DP \pm 0,60 cm) à esquerda. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nas distâncias entre o FM e o PM ($p = 0,533$), entre o FM e o forame magno ($p = 0,584$), e entre o FM e o astério ($p = 0,781$).

DISCUSSÃO

O FM, quando presente, é em geral encontrado no PM do OT, mas, de acordo com Patel et al., em 40% dos casos, localiza-se na sutura occipitomastoidea⁷. Além disso, nesse mesmo estudo, dos 100 crânios humanos analisados, notou-se a presença de dois FM em 2% no lado direito e 16% no esquerdo, sendo encontrado um único FM no lado esquerdo de 26% dos crânios e em 16% no esquerdo⁸. Em contrapartida, em outro estudo, com amostra de 96 crânios humanos, foram encontrados três FM em 6,2% dos casos⁹. Em um caso descrito por Sehmi S., foram encontrados quatro FM no lado direito¹⁰.

Tsutsumi et al. demonstraram, por análise de imagens de ressonâncias magnéticas do crânio de 96 pacientes, que o FM se localiza a uma distância média de 21,44 mm do astério e 33,65 mm do ápice do PM⁶. Quanto ao diâmetro, em uma amostra de 103 crânios humanos, foi mensurado o valor médio de 1,2 mm, sendo os mais largos em ossos masculinos, em comparação com os do sexo feminino¹¹.

Ademais, salienta-se que o FM pode ser classificado em 5 tipos, graduados de 0 a IV, diferenciados pelo número de aberturas externas: tipo I com uma abertura, tipo II com duas, tipo III com três, tipo IV com quatro e tipo 0 com nenhuma. Em uma análise de 22 crânios humanos desenvolvida por Chaiyamoorn *et al.*¹², o tipo I foi o mais prevalente (50%)¹². Em contrapartida, Hampl *et al.*, em uma análise de 295 crânios humanos, encontraram maior frequência do tipo II (41,2%)⁷.

Apesar de estudos passados¹² relatarem diferenças na prevalência desses tipos de FM entre os lados direito e esquerdo, com aparente prevalência dos tipos I, II, III e IV à direita, e ausência significativamente mais comum à esquerda, ainda é necessário buscar maior elucidação quanto aos motivos para essas diferenças. Alguns autores sugerem que fatores como a lateralidade e o sexo do indivíduo estão relacionados com diferentes prevalências dos tipos de FM¹².

Através do FM, passa o ramo meníngeo da artéria occipital até a dura-máter e a VEM até o seio sigmoide, que o conecta ao plexo venoso suboccipital e se estende posteriormente até o

PM^{13,14}. Vale destacar que o seio sigmoide é responsável pela drenagem para o plexo vertebral em ortostase e pela veia jugular interna na posição supina. Além disso, destaca-se que o seio sigmoide responsável pela drenagem para o plexo vertebral, em ortostase, e veia jugular interna na posição supina¹⁴. Entretanto, mesmo com a função de drenagem, a VEM se estende até o seio sigmoide, promovendo a ausência de estruturas valvares, com um lento fluxo sanguíneo. A dilatação da VEM amplia essa drenagem em pacientes com hipertensão intracraniana e aplasia ou hipoplasia da veia jugular interna, desenvolvendo, nas conexões venosas, malformações vasculares de alto fluxo que, em certos procedimentos, podem se tornar uma grande fonte hemorrágica.¹⁴

Além disso, a VEM é responsável pela drenagem sanguínea da fossa craniana posterior, sobretudo em procedimentos otológicos e neurológicos, como mastoidectomia, epitimpanectomia e a craniotomia retrosigmoidea^{7, 14, 15}. Ademais, veias desse tipo são fonte de sangramento durante cirurgias otológicas e operações da base do crânio, especialmente nas abordagens lateral e retrosigmoide.¹⁶ Também tem sido relatado que esses procedimentos podem levar a trombose e embolização por conta do fluxo bidirecional próximo ao seio sigmoide¹⁶.

Considerando isso, é preciso enfatizar que a compreensão completa da VEM evitará complicações. Esse conhecimento também é importante em cirurgias craniofaciais, como na craniossinostose, em que a VEM pode ser a única via de drenagem do cérebro¹⁶. O volume do sangramento em lesões na VEM depende de seu diâmetro; conseqüentemente, do diâmetro do FM, sendo pequeno em diâmetros menores e grande nos maiores¹⁴. Em casos de dimensões menores, o sangramento pode ser resolvido por eletrocoagulação elétrica ou cera de osso. Já nos de dimensões maiores, é difícil controlar o fluxo de sangue, e há possibilidade de rompimento do seio sigmoide, além de choque, infecção e trombose⁵. Ademais, é frequente encontrar um diâmetro maior na VEM em casos de otite e displasia labiríntica, sobretudo devido a malformações vasculares na veia jugular interna e no seio sigmoide¹⁵.

Portanto, um estudo detalhado da morfologia e da morfometria do FM no período pré-operatório de alguns procedimentos reduz o risco de lesões das estruturas que por ali passam e, conseqüentemente, de intercorrências mais graves.

CONCLUSÃO

O presente estudo descreve importantes parâmetros morfométricos e morfológicos do FM. Devido à relevância das estruturas que percorrem esse forame, é essencial ter conhecimento adequado sobre sua morfologia e morfometria, o que aumenta as chances de eventuais melhores desfechos em procedimentos, como abordagens cirúrgicas, minimizando as complicações perioperatórias e pós-operatórias.

CONFLITO DE INTERESSES

Nada a declarar

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

IFGG - Conceptualização, Investigação, Redação – redação original e Redação – revisão e edição; **MMV** - Redação – revisão e edição; **TJMBSV** - Conceptualização, Investigação, Redação – redação original e Redação – revisão e edição; **JMSD** - Redação – revisão e edição; **AAISG** - Redação – revisão e edição; **RCFC** - Recursos, Redação – revisão e edição; **FAP** - Conceptualização, Curadoria de dados, Investigação, Metodologia, Administração do projeto, Recursos, Redação – redação original, Supervisão e Redação – revisão e edição. Todos os autores aprovaram a versão final a ser publicada.

REFERÊNCIAS

1. Syed AZ et al. Incidental occurrence of an unusually large mastoid foramen on cone-beam computed tomography and review of the literature. *Imaging Sci Dent*. 2016 Mar; 46(1): 39-45. <https://doi.org/10.5624/isd.2016.46.1.39>
2. Hampl M et al. Mastoid foramen, mastoid emissary vein and clinical implications in neurosurgery. *Acta Neurochir (Wien)*. 2018 Jul; 160(7): 1473-1482. <https://doi.org/10.1007/s00701-018-3564-2>
3. Wang C, et al. Comprehensive review o the mastoid foramen. *Neurosurg Rev*. 2021 Jun; 44(3): 1255-1258. <https://doi.org/10.1007/s10143-020-01329-9>
4. Yurdabakan ZZ et al. The morphometric analysis of the mastoid foramen and mastoid emissary canal on cone-beam computed tomography (CBCT). *Surg Radiol Anatl*. 2023 Mar; 45(3): 303-314. <https://doi.org/10.1007/s00276-023-03089-9>
5. Kim LK et al. Mastoid emissary vein: anatomy and clinical relevance in plastic & reconstructive surgery. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2014 Jun; 67(6): 775-80. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2014.03.002>
6. Tsutsumi S et al. The mastoid emmissary vein: an anatomic study with magnetic resonance imaging. *Surg Radiol Anat*. 2017 Apr; 39(4): 351-356. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2014.03.002>
7. Onyango M, Njoroge E, Kibet K, Saidi H. Mastoid emissary foramina and their surgical relevance: an African osteological study. *East Afr J Neurol Sci*. 2023 Feb 27;2(1):4-9. Available from: <https://theejns.org/index.php/eajns/article/view/34>
8. Patel DS et al. A Study of Different Position of Mastoid Foramen Related of Skull Bone. *Int Editorial Advis Board*. 2014;8(2):94.
9. Temiz M et al. Morphometric and morphological evaluation of mastoid emissary canal using

- cone-beam computed tomography. *Sci Prog.* 2023 Apr-Jun;106(2):368504231178382. <https://doi.org/10.1177/00368504231178382>.
10. Sehmi S. Bilateral Multiple Mastoid Foramina Along With a Unilateral Occipito Mastoid Canal in an Adult Skull of North Indian Origin-A Rare Variation. *Acad Anat Int.* 2012 Jan- -Jun;4(1):11-13. doi: 10.21276/aanat.2018.4.1.4. Available in: <https://aijournals.com/index.php/aanat/article/view/108>
 11. Eisová S et al. Normal craniovascular variation in two modern European adult populations. *J Anat.* 2019 Oct;235(4):765-782. <https://doi.org/10.1111/joa.13019>.
 12. Chaiyamoorn A et al. Anatomical study of the mastoid foramina and mastoid emissary veins: classification and application to localizing the sigmoid sinus. *Neurosurg Rev.* 2024;47:16. <https://doi.org/10.1007/s10143-023-02229-4>.
 13. Shaik HS et al. Study of Mastoid canals and grooves in South Indian skulls. *Int J Med Health Sci.* 2012 Apr;1(1):32-33.
 14. Zhou W et al. Clinical applications of the mastoid emissary vein. *Surg Radiol Anat.* 2023 Jan;45(1):55-63. <https://doi.org/10.1007/s00276-022-03060-0>.
 15. Singh R. Prevalence, morphology, morphometry and associated clinical implications of mastoid emissary veins: narrative review. *J Vasc Bras.* 2023 Jul 17;22; e20230036. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.202300362>
 16. Murlimanju BV et al. Mastoid emissary foramina: an anatomical morphological study with discussion on their evolutionary and clinical implications. *Anat Cell Biol.* 2014 Sep;47(3):202-6. <https://doi.org/10.5115/acb.2014.47.3.202>.