

Estudo topográfico e morfométrico do forame de Vesalius em crânios humanos cadavéricos

Carolina Chen Pauris^{1,3*}, Yggor Biloría e Silva^{1,3}, Amilton Iatecola¹, Victor Augusto Ramos Fernandes¹, Cristiano da Rosa², Marcelo César Zanesco², Erivelto Luís Chacon^{1,3}, André Antonio Pelegrine⁴, Vinícius Rodrigues Silva^{1,5}, Beatriz Cavicchioli Fonseca Iatecola⁶, Vinicius Barroso Hirota⁷, Priscila Goulart Lauria Chacon², Marcelo Rodrigues da Cunha^{1,3}

1.Faculdade de Medicina de Jundiaí, FMJ. Jundiaí/SP

2.Universidade de São Francisco, Bragança Paulista, Brasil.

3.Centro Universitário Padre Anchieta (UniAnchieta), Jundiaí, Brasil.

4.Faculdade São Leopoldo Mandic, Departamento de Implantodontia, Campinas, Brasil.

5.Pontifícia Universidade Católica de Campinas, PUC. Campinas/SP

6. Universidade Cidade de São Paulo – Unicid, São Paulo/SP

7. Faculdade de tecnologia de Esportes, Fatec de Esportes, São Paulo/SP

*Autor para Correspondência: Carolina Chen Paulis, email: cpauris18@gmail.com

Todos os autores deste artigo declaram que não há conflitos de interesses.

Artigo original: Morfologia

Resumo

O forame venoso (FV), quando presente, constitui-se em um orifício localizado na asa maior do osso esfenóide, anteromedial ao forame oval (FO) e lateral ao forame redondo (FR). O FV é comumente usado como referência anatômica em procedimentos neurocirúrgicos e de neuroimagem na fossa média do crânio. O presente estudo teve como objetivo analisar as variações e dimensões do FV, correlacionando os achados com as características dos esqueletos humanos. Foram avaliados 30 crânios de esqueletos humanos cadavéricos pertencentes ao Laboratório de Microdissecção Anatômica da Faculdade de Medicina de Jundiaí. Desses, analisou-se os padrões morfológicos do FV, assim como as suas dimensões em relação ao FO e

FR. Para essas mensurações, utilizou-se um microscópio digital Dino-Lite. Após a avaliação morfológica, evidenciou-se a presença de FVs acessórios em dois crânios humanos e a presença de um FV gigante. Quanto às análises morfométricas, as médias de diâmetro e distância do FV entre o FO e FR do sexo feminino apresentaram valores maiores quando comparadas ao sexo masculino. Por fim, o FV é um ponto anatômico importante para as abordagens na fossa média do crânio, uma vez que as intervenções se tornam tecnicamente mais difíceis sem esse conhecimento, possibilitando a ocorrência de complicações aos pacientes.

Palavras-chaves: fossa craniana média; antropometria; variação anatômica.

Topographic and morphometric study of the foramen of Vesalius in human cadaveric skulls

Abstract

The venous foramen (VF), when present, is an opening located on the greater wing of the sphenoid bone, anteromedial to the foramen ovale (FO) and lateral to the foramen rotundum (FR). The VF is commonly used as an anatomical landmark in neurosurgical procedures and neuroimaging of the middle cranial fossa. This study aimed to analyze the variations and dimensions of the VF, correlating the findings with the characteristics of human skeletons. Thirty human cadaveric skulls from the Laboratory of Anatomical Microdissection at the Faculty of Medicine of Jundiaí were examined. The morphological patterns of the VF and its dimensions relative to the FO and FR were analyzed. Measurements were taken using a Dino-Lite digital microscope. Morphological evaluation revealed the presence of accessory VFs in two skulls and one case of a giant VF. Regarding morphometric analysis, the average diameter and the distance between the VF and the FO and FR were greater in females compared to males. In conclusion, the VF is an important anatomical landmark for approaches to the middle cranial fossa, as interventions become technically more difficult without this knowledge, increasing the risk of complications for patients.

Keywords: middle cranial fossa; anthropometry; anatomical variation.

Introdução

O forame venoso (FV), também conhecido como forame emissário esfenoidal ou forame de Vesalius, é uma estrutura inconstante do crânio, sendo descrita em 1543 por Andreas Vesalius, em seu livro *De humani corporis fabrica*^{1,2}. Quando presente, constitui-se em um orifício localizado na asa maior do osso esfenóide, anteromedial ao forame oval (FO) e lateral ao forame redondo (FR)^{3,4}. Através do FV, emerge a veia emissária esfenoidal (VE) e, em alguns casos, há passagem de componentes vasculares e nervosos além da VE, como a artéria meníngea acessória e o nervo esfenoidal lateral^{5,6}.

A VE conecta o seio cavernoso com o plexo pterigoideo, criando uma relação entre a rede vascular intra e extracraniana⁷. Além disso, as veias emissárias apresentam em sua estrutura a ausência de válvulas, o que auxilia na termorregulação do cérebro devido ao fluxo bidirecional do sangue e para o equilíbrio da pressão intracraniana em pacientes vítimas de traumatismos cranioencefálicos, tumores, hematomas intracranianos

e quadros infecciosos^{8,9}.

Todavia, a persistência dessa estrutura pode resultar na propagação de infecções bacterianas (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus species* e bactérias Gram-negativas) e fúngicas (*Aspergillus fumigatus*), que se originam do seio maxilar, células etmoidais, palato, nasofaringe ou da face, podendo atingir o sistema nervoso central através da conexão criada entre o seio cavernoso com o plexo pterigoideo^{10,11}.

Outro cenário clínico possível são as lesões iatrogênicas, ocasionadas por procedimentos neurocirúrgicos, como, por exemplo, o tratamento para a neuralgia do trigêmeo (rizotomia trigeminal por radiofrequência), realizado através do FO, no qual, ao se aproximar dessa estrutura, a agulha para descompressão microvascular pode ser deslocada para o FV devido à proximidade desses dois forames, o que, consequentemente, resultará na lesão da veia emissária, gerando um hematoma epidural ou a formação de fístulas carotídeo-cavernosas¹²⁻¹⁴.

A presença do FV ocorre em cerca de 20% dos crânios, sendo consistentemente simétrica na maioria dos casos¹⁵. Ainda assim, é possível encontrar diferentes padrões morfológicos em seu formato e apresentação. Segundo Natsis et al.¹⁶, o FV pode se dar pela presença de uma abertura unilateral, bilateral ou em confluência com o FO, enquanto seu formato pode variar entre redondo, oval, gota e irregular, como observado por Görürgöz et al.¹⁷. Essa versatilidade morfológica do FV pode ser explicada pela origem embriológica da base do crânio, que ocorre entre 12 e 17 semanas de desenvolvimento. Nesse período, as posições dos vasos pré-existentes são estabelecidas pela ossificação da base do crânio, logo, os forames são posicionados de acordo com a localização de seus vasos¹⁸.

O conhecimento anatômico do FV é essencial para a prática clínica e cirúrgica da fossa média do crânio¹⁹, entretanto, há escassez de dados atualizados sobre sua presença e possíveis variações, bem como de estudos que investiguem a associação de sua morfologia com características individuais, como sexo, etnia e biotipo. A falta de atualização dos profissionais frente às possíveis variações anatômicas podem levar a interpretações imprecisas durante a avaliação clínica e ao manejo incorreto durante o ato cirúrgico, ocasionando um aumento nas iatrogenias^{20,21}.

Dessa forma, observou-se a necessidade de realizar este estudo como forma de complementar os dados já disponíveis, relacionando-os com as características de um país sem afinidade populacional como o Brasil. Portanto, o objetivo da presente pesquisa é

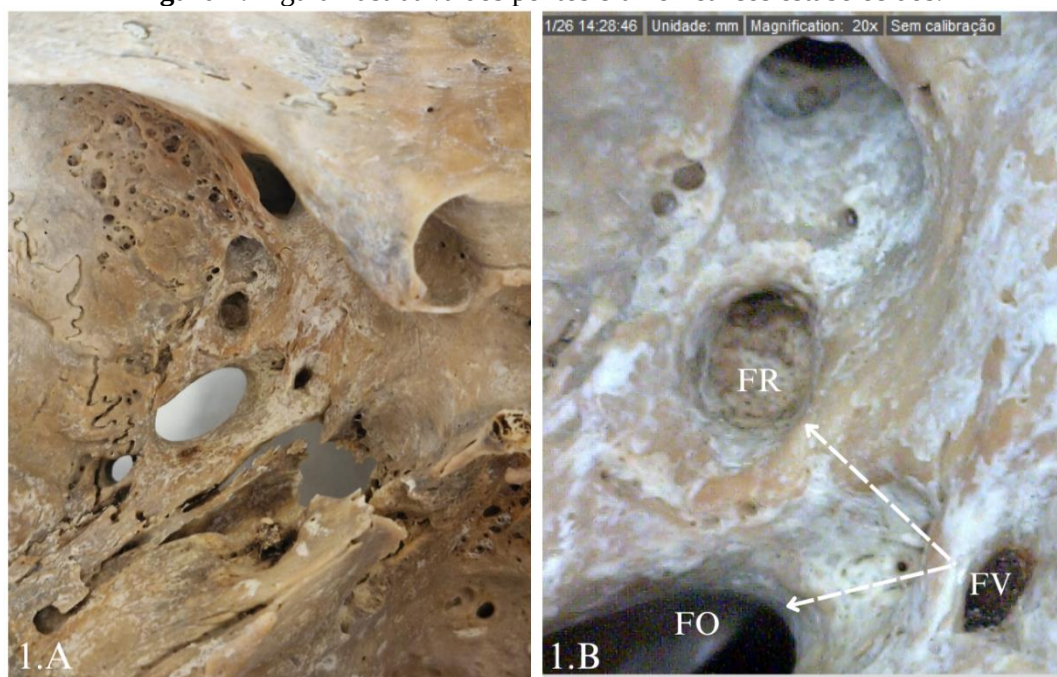
analisar as variações e dimensões do FV, correlacionando os achados com as características dos esqueletos humanos com a prática clínica.

Metodologia

O presente estudo apresenta caráter descritivo transversal, por meio da utilização de 30 crânios de esqueletos humanos cadavéricos, sendo 15 do sexo masculino e 15 do sexo feminino, pertencentes ao Laboratório de Microdissecção Anatômica da Faculdade de Medicina de Jundiaí (FMJ) Jundiaí, São Paulo.

Nesses crânios, foram realizadas análises morfológicas do FV, assim como das suas dimensões em relação ao FO e FR (figura 1). Para essas mensurações, foi utilizado um microscópio digital Dino-Lite com interface USB, modelo AM313T (AnMo Electronics Corporation, New Taipei City, Taiwan), com ampliação de 20x a 200x, definição de 640 x 480 pixels e software DinoCapture 2.0. Dessa forma, foi possível realizar com precisão as tomadas métricas do FV. As medidas do FV foram realizadas no plano transversal, a partir de uma visão inferior da base do crânio como uma imagem 2D, usando um microscópio digital (Dino-Lite®). Quanto à análise estatística, foi utilizado o software Bioestat 5.0, aplicando-se o teste Student, para comparar as diferenças das dimensões entre o sexo masculino e feminino.

Figura 1. Figura ilustrativa dos pontos craniométricos estabelecidos.



1.A: face interna da base do crânio (visão macroscópica); 1.B: face interna da base do crânio

(visão com microscópio digital); setas indicam a distância entre o FV ao FR e FO.

Resultados e discussão

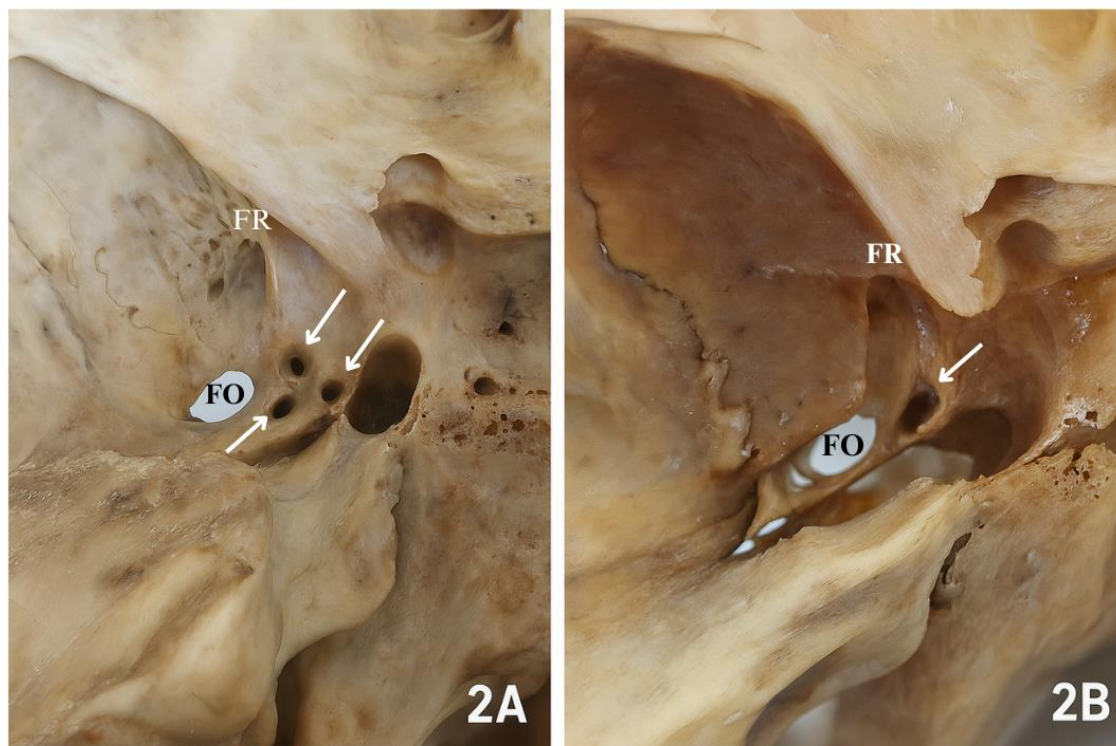
Dos 30 crânios avaliados, seis apresentaram a persistência do FV, representando uma incidência de 2% do número total de amostras. Além disso, três desses crânios pertenciam ao sexo masculino e três do sexo feminino, demonstrando uma paridade na incidência pela variável de sexo. Em comparativo a esses dados, tem-se a pesquisa de Piagkou et al. (2022), que analisou 6.460 indivíduos em 26 estudos²². Desses estudos, cinco apresentaram *n* amostral parecido com esta pesquisa, sendo Dogan et al. (2014)²³ com *n* = 31, Gupta et al. (2005)⁴ *n* = 35, Maletin et al. (2020)²⁴ *n* = 26, Nayak et al. (2018)²⁵ *n* = 30 e Sharma e Garud (2011)²⁶ *n* = 50, sendo o número de casos de FV encontrados de 15, 15, 16, 09 e 31, respectivamente.

Logo, a prevalência de FV observada variou de 30% a 62%, com o índice de heterogeneidade significativo, variando entre os continentes de origem. Dessa forma, observa-se que a predominância encontrada no presente estudo é resultado do baixo *n* amostral disponível, bem como do número de casos observados.

No que tange às análises morfológicas, observou-se que o FV se localizava na asa maior do osso esfenóide, anteromedial ao FO e lateral ao FR. Dos seis crânios avaliados, quatro possuíam a presença bilateral do FV. Além disso, em dois crânios, observou-se a presença de um forame acessório, destacando-se um crânio pertencente ao sexo feminino, com idade do óbito de 52 anos, que possuía três FV no antímero esquerdo. Essas mesmas características foram registradas nos estudos de Pashmashri et al. (2015)²⁷ e Triantafyllou et al. (2025)²⁸, que conseguiram equiparar similaridade na morfologia regional com outros artigos da literatura.

Ademais, outra característica morfológica observada foi a presença de um FV gigante, em um crânio do sexo masculino, com idade do óbito de 68 anos. Essa variação já foi percebida no estudo de Peper et al. (2022)¹⁸, no entanto, foi observada em uma amostra do sexo feminino, com aproximadamente 50 anos de idade. A presença dessa variação foi percebida no antímero esquerdo, tanto no presente estudo, como no achado da literatura (figura 2).

Figura 2. Face interna da base do crânio, demonstrando as variações anatômicas do forame emissário esfenoideal.



2A: três FVs representados pelas setas; 2B: um FV gigante marcado pela seta.

Quanto às mensurações adotadas para esta pesquisa, para o diâmetro do FV e as distâncias entre FV-FO e FV-FR, houve comparação de acordo com o sexo, não apresentando diferença estatisticamente significativa ($P = 0,158$; $P = 0,358$; $P = 0,406$, respectivamente). No entanto, as médias do sexo feminino foram maiores quando comparadas ao sexo masculino (tabela 1). Além disso, nas amostras que apresentaram forame acessório, realizou-se a mensuração das distâncias entre FV-FO e FV-FR, na qual observou-se o valor médio de 4,22 mm e 7,80 mm, respectivamente. As médias dos forames acessórios não foram comparadas entre as características de cada esqueleto (sexo, etnia e idade de óbito) devido ao baixo número de amostras observadas com essa variação.

Tabela 1. Médias dos pontos craniométricos. Sexo	Diâmetro (mm)	Distância FV-FO (mm)	Distância FV-FR (mm)
Masculino D	3,45	6,61	7,94
Masculino E	3,01	2,76	7,4
Feminino D	4,18	3,76	10,31
Feminino E	6,13	3,47	9,27

D: direito; E: esquerdo.Fonte: elaboração própria.

Quanto às análises estatísticas, a comparação entre os sexos mostrou dados similares da pesquisa de Bayrak et al. (2018)¹², na qual avaliaram as características morfológicas e morfométricas do forame emissário esfenoidal, em 317 pacientes, sendo 189 do sexo feminino e 128 do masculino, através de tomografias computadorizadas. Os dados registrados pelos pesquisadores foram: distâncias médias do FV para o FO de $2,30 \pm 1,14$ mm (direita) e $2,46 \pm 0,89$ mm (esquerda), e média do diâmetro do FV de $2,66 \pm 0,76$ mm (direita) e $2,82 \pm 0,96$ mm (esquerda), não havendo diferença estatisticamente significativa quando comparado por sexo ($P > 0,05$).

Ademais, na pesquisa de Palamenghi et al. (2019)²⁹ avaliou-se o diâmetro do FV em 300 tomografias computadorizadas, cujos dados registrados do antímero esquerdo foi de $0,226 \pm 0,634$ mm e do direito foi de $2,290 \pm 0,130$ mm, não apresentando diferença estatística quando comparado por sexo, com o valor de $P > 0,05$.

Por fim, no estudo de Chaisuksunt et al. (2011)³⁰, avaliou-se 377 crânios humanos cadavéricos, registrando-se diâmetro médio de $1,48 \pm 0,65$ mm na fossa craniana média e $1,70 \pm 0,63$ mm na vista extracraniana da base do crânio, não havendo diferença significativa relacionada ao sexo. Todavia, ao comparar a distância média entre o FO e o FV, pela face interna e externa da base do crânio, observou-se que a distância média entre o FO e o FV na vista externa da base do crânio foi de $2,05 \pm 1,09$ mm, enquanto na face interna do crânio foi de $2,78 \pm 1,46$ mm. Esses mesmos resultados apresentaram diferenças estatísticas ao comparar entre os sexos e os lados ($P < 0,05$), diferindo dos dados do presente estudo. Após a comparação dos dados morfométricos, nenhuma das pesquisas citadas anteriormente realizaram a comparação da distância do FV com o FR, mas tais dados podem auxiliar para a melhor compreensão topográfica.

Além disso, estudos sugeriram que, quando o diâmetro do FV é menor que 0,5 mm, a abordagem cirúrgica na fossa craniana média é mais segura, enquanto aberturas maiores que 0,5 mm são altamente arriscadas para tais procedimentos;^{29,30} Ressaltando que o conhecimento das variações anatômicas da base do crânio é de suma importância

para a realização de cirurgias, para evitar iatrogenias.

Conclusão

O FV é um ponto anatômico importante para as abordagens na fossa média do crânio, uma vez que as intervenções se tornam tecnicamente mais difíceis sem esse conhecimento, possibilitando a ocorrência de complicações aos pacientes.

O presente estudo evidenciou alterações morfométricas significativas entre os sexos, além de corroborar com novos dados topográficos, como a distância entre FV-FR. Ademais, esta pesquisa apresentou as características morfológicas do FV quanto à presença dos forames venosos acessórios, além de um caso de FV gigante.

Referências

1. Dauber W. Feneis. Nomenclatura anatômica ilustrada. 6. ed. Madrid: Elsevier; 2021.
2. Berge JK, Bergman RA. Variations in size and in symmetry of foramina of the human skull. Clin Anat. 2001; 14(6):406-13.
3. Gupta N, Yadav A, Thomas RJ, Shrivastava A. Incidence of foramen Vesalius in adult human north Indian crania. J Dent Med Sci. 2014; 13(5):34-8.
4. Gupta N, Ray B, Ghosh S. Anatomic characteristics of foramen Vesalius. Kathmandu Univ Med J. 2005; 3(2):155-8.
5. Toledo Junior JS, Lima MS, Correia MM, Coutinho RR, Torres DFM. Foramen venosum: prevalence, patency and correlation with cephalic index. Int J Morphol. 2016; 34(4):1328-32.
6. Godas AGL, Caldeira JVC, Carvalho GBA, Mateus GBL, Tonelli LB. Evaluation of the Versálius foramen incidence (sphenoidal emissary foramen) in dry skulls from Brazil's midwest region. Braz J Hea Rev. 2020; 3(4): 8475-87.
7. Mortazavi MM, Tubbs RS, Riech S, Verma K, Shoja MM, Zurada A, et al. Anatomy and pathology of the cranial emissary veins: a review with surgical implications. Neurosurgery. 2012; 70(5):1312-8.
8. Louis RG Jr, Loukas M, Wartmann CT, Tubbs RS, Apaydin N, Gupta AA, et al. Clinical anatomy of the mastoid and occipital emissary veins in a large series. Surg Radiol Anat. 2009; 31(2):139-44.
9. Leonel LCPC, Peris-Celda M, Sousa SDG, Haetinger RG, Liberti EA. The sphenoidal emissary foramen and the emissary vein: anatomy and clinical relevance. Clin Anat. 2020; 33(5):767-81.

10. Shinohara AL, Souza Melo CG, Silveira EM, Lauris JR, Andreo JC, Castro Rodrigues A. Incidence, morphology and morphometry of the foramen of Vesalius: complementary study for a safer planning and execution of the trigeminal rhizotomy technique. *Surg Radiol Anat.* 2010; 32(2):159-64.
11. Raval BB, Singh PR, Rajguru J. A morphologic and morphometric study of foramen vesalius in dry adult human skulls of gujarat region. *J Clin Diagn Res.* 2015; 9(2):AC04-7.
12. Bayrak S, Kurşun-Çakmak EŞ, Atakan C, Orhan K. Anatomic study on sphenoidal emissary foramen by using cone-beam computed tomography. *J Craniofac Surg.* 2018; 29(5):e477-80.
13. Liberman AL, Ramchand P, Gannon K, Zager EL, Pukenas B, Bress AL, et al. Internal carotid artery and sphenoidal emissary (Vesalian) vein fistula mimicking a carotid-cavernous sinus fistula. *Neurohospitalist.* 2017; 7(3):NP1-2.
14. Ringer AJ, Salud L, Tomsick TA. Carotid cavernous fistulas: anatomy, classification, and treatment. *Neurosurg Clin N Am.* 2005; 16(2):279-95
15. Standring S. *Gray's Anatomy: the anatomical basis of clinical practice.* 39. ed. Londres: Elsevier; 2004.
16. Natsis K, Piagkou M, Repousi E, Tegos T, Gkioka A, Loukas M. The size of the foramen ovale regarding to the presence and absence of the emissary sphenoidal foramen: is there any relationship between them? *Folia Morphol (Warsz).* 2018; 77(1):90-8.
17. Görürgöz C, Paksoy CS. Morphology and morphometry of the foramen venosum: a radiographic study of CBCT images and literature review. *Surg Radiol Anat.* 2020; 42(7):779-90.
18. Peper C, Iwanaga J, Dumont AS, Tubbs RS. A giant foramen of Vesalius: case report. *Anat Cell Biol.* 2022; 55(3):373-5.
19. Akkoca Kaplan F, Bayrakdar İŞ, Bilgir E. Incidence of anomalous canals in the base of the skull: a retrospective radio-anatomical study using cone-beam computed tomography. *Surg Radiol Anat.* 2020; 42(2):171-7.
20. Porzionato A, Macchi V, Stecco C, Boscolo-Berto R, Loukas M, Tubbs RS, et al. Clinical anatomy and medical malpractice: a narrative review with methodological implications. *Healthcare (Basel).* 2022; 10(10):1915.
21. Pereira ASN, Porto CC, Almeida RJ. Medical error and Iatrogenic potential: a systematic review. *Braz Ap Sci Rev;* 2021; 5(1):190-201.
22. Piagkou M, Kostares M, Duparc F, Papanagiotou P, Politis C, Tsakotos G, et al. The sphenoidal emissary foramina prevalence: a meta-analysis of 6,369 subjects. *Surg Radiol Anat.* 2023; 45:43-53.
23. Dogan N, Fazliogullari Z, Uysal II, Seker M, Karabulut AK. Anatomical

- examination of the foramens of the middle cranial fossa. *Int J Morphol*. 2014; 32:43-8.
24. Maletin M, Vukovic M, Sekulic M, Drljevic-Todic V. Morphological characteristics of foramen Vesalius in dry adult human skulls. *Med Pregl*. 2019; 72:357-61.
 25. Nayak G, Pradhan S, Panda SK, Chinara PK. Anatomical study of foramen Vesalius. *J Evol Med Dent Sci*. 2018; 7:3847-50.
 26. Sharma NA, Garud RS. Morphometric evaluation and a report on the aberrations of the foramina in the intermediate region of the human cranial base: a study of an Indian population. *Eur J Anat*. 2011; 15(3):140-9.
 27. Pathmashri VP, Thenmozhi. Occurrence, hape and size of foramen Vesalius in dry human skulls. 2015; 7:718-9.
 28. Triantafyllou G, Papadopoulos-Manolarakis P, Olewnik Ł, Duparc F, Tsakotos G, Zielinska N, et al. An accessory sphenoidal foramen of the middle cranial fossa detected on computed tomography. *Surg Radiol Anat*. 2025; 47(89).
 29. Palamenghi A, Cellina M, Cè M, Cappella A, Sforza C, Gibelli D. Correlation analysis on anatomical variants of accessory foramina in the sphenoid bone for oncological surgery. *Cancers*. 2023; 15(22):5341.
 30. Chaisuksunt V, Kwathai L, Namonta K, Rungruang T, Apinhasmit W, Chompoopong S. Occurrence of the foramen of Vesalius and its morphometry relevant to clinical consideration. *SciWorld J*. 2012; 2012:817454.