

ANGIOARQUITETURA DA ARTÉRIA MENÍNGEA MÉDIA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA

Angioarchitecture of the middle meningeal artery: an integrative literature review

Ismael Felipe Gonçalves Galvão¹; Fernando Augusto Pacífico²

¹ Discente Faculdade de Medicina de Olinda – FMO ; ² Docente da Faculdade de Medicina de Olinda – FMO

Recebido: 22.abril.2022 | Aprovado: 25.mai.2022

RESUMO

Introdução: A artéria meníngea média, uma das mais importantes artérias da dura máter, possui uma complexa origem embriológica. O conhecimento de sua anatomia, aspectos morfométricos e variações anatômicas é de grande valia em situações cirúrgicas e no entendimento de condições clínicas. O presente artigo visa revisar de maneira integrativa a organização anatômica, as variações e os aspectos morfométricos da artéria meníngea média. **Objetivo:** Revisar de maneira integrativa a angioarquitetura da artéria meníngea média. **Métodos:** Trata-se de uma revisão integrativa da literatura redigida conforme às recomendações do PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyzes), a qual analisou estudos publicados na língua inglesa tendo como referência as bases de dados PUBMED (Public Medline or Publisher Medline), BVS (Biblioteca Virtual em Saúde) e MEDLINE empregando os seguintes descritores: middle meningeal artery, anatomical variations, anatomy. **Resultados:** Dos 89 estudos identificados após a remoção de duplicatas, 10 atingiram os critérios de elegibilidade e foram incluídos na síntese. **Conclusões:** Observou-se uma grande relação entre os aspectos desse segmento arterial e uma variedade de condições clínicas, sendo as variações anatômicas as condições mais bem documentadas na literatura. Por outro lado, existe uma escassez de informações, no que diz respeito às informações sobre dados morfométricos desse vaso sanguíneo, fato que reitera a importância da promoção de estudos direcionados ao entendimento desse vaso.

Palavras chaves: Artéria meníngea média, anatomia, variações, aspectos morfométricos.

ABSTRACT

Introduction: The middle meningeal artery, one of the most important arteries of the dura mater, has a complex embryological origin, resulting in numerous anatomical variations. Knowledge of its anatomy, morphometric aspects, and anatomical variations is of great value in surgical situations and understanding clinical conditions. This article aims to integratively review the anatomical organization, variations, and morphometric aspects of the middle meningeal artery. **Objective:** To review in an integrative way the Angioarchitecture of the middle meningeal artery. **Methods:** This is an integrative literature review written in accordance with the PRISMA recommendations (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyzes), which analyzed studies published in English using as reference the databases PUBMED (Public Medline or Publisher Medline), BVS (Virtual Health Library), and MEDLINE using the following descriptors: Middle Meningeal Artery, Anatomical Variations, Anatomy. **Results:** Of the 89 studies identified after removing duplicates, 10 met the eligibility criteria and were included in the synthesis. **Conclusion:** A strong relationship was observed between the aspects of this arterial segment and a variety of clinical conditions, with anatomical variations being the conditions best documented in the literature. On the other hand, information is scarce concerning the information on morphometric data of this blood vessel, a fact that reiterates the importance of promoting studies aimed at understanding this vessel.

Key words: Middle meningeal artery, anatomy, variations, morphometric aspects.

INTRODUÇÃO

A artéria meníngea média é uma das artérias durais mais importantes uma vez que irriga mais de dois terços da dura mater craniana. Originada, na grande maioria das vezes, da artéria maxilar interna, um dos maiores ramos da carótida externa. Esse segmento arterial possui notórias relevâncias clínicas e cirúrgicas, devido sua íntima relação com o crânio.^{1,2}

Ao adentrar no assoalho da fossa craniana, através do forame espinhoso, a artéria meníngea média atravessa lateralmente através da crista óssea e curva anteriormente acima da asa superior do esfenoide, onde então se bifurca em ramos anterior e posterior. Um de seus principais aspectos é sua complexa origem embriológica, a qual ocorre através de uma artéria presente no início do desenvolvimento embriológico, a artéria estapedial. O caráter complexo desse desenvolvimento dá a oportunidade para o aparecimento de uma grande variedade de variações anatômicas e anastomoses.²

As variações morfológicas são de importância clínica como, por exemplo, em fraturas da base do crânio, hematomas epidurais, bem como durante intervenções endovasculares e cirúrgicas.³ O presente estudo visa sumarizar as informações contidas na literatura sobre a organização anatômica da artéria meníngea, suas variações e seus aspectos morfométricos, devido à grande importância clínica e cirúrgica dessas informações.⁴

MÉTODO

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura que revisa minuciosamente e combina estudos com diversas metodologias, analisando a prevalência de variações anatômicas da artéria meníngea média, bem como seus aspectos anatômicos e morfométricos. O principal objetivo desta revisão foi: sumarizar os aspectos morfométricos e anatômicos da artéria meníngea média, bem como sua relação com a prática clínica e cirúrgica.

A revisão de informações da literatura foi elaborada e redigida conforme às recomendações do PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses).⁵ A busca pelos artigos foi realizada em novembro de 2021 nas seguintes bases de dados: PUBMED, BVS e MEDLINE COMPLETE, utilizando os seguintes unitermos: “Middle meningeal artery”, “anatomical variations”, “anatomy”. A busca foi realizada unindo os descritores com o operador booleano “AND”.

A pesquisa obedeceu aos seguintes critérios de inclusão: 1) artigos 2) estar disponível em texto completo de forma gratuita; 3) estudos que abordavam a temática específica sobre aspectos anatômicos, morfométricos e variações da artéria meníngea média; 4) estudos disponíveis no idioma inglês. Foram desconsiderados os textos que não abordaram a questão norteadora da pesquisa ou apresentaram duplicatas em mais de uma base de dados segundo o fluxograma da Figura 1.

Identificação de estudos via datas-bases

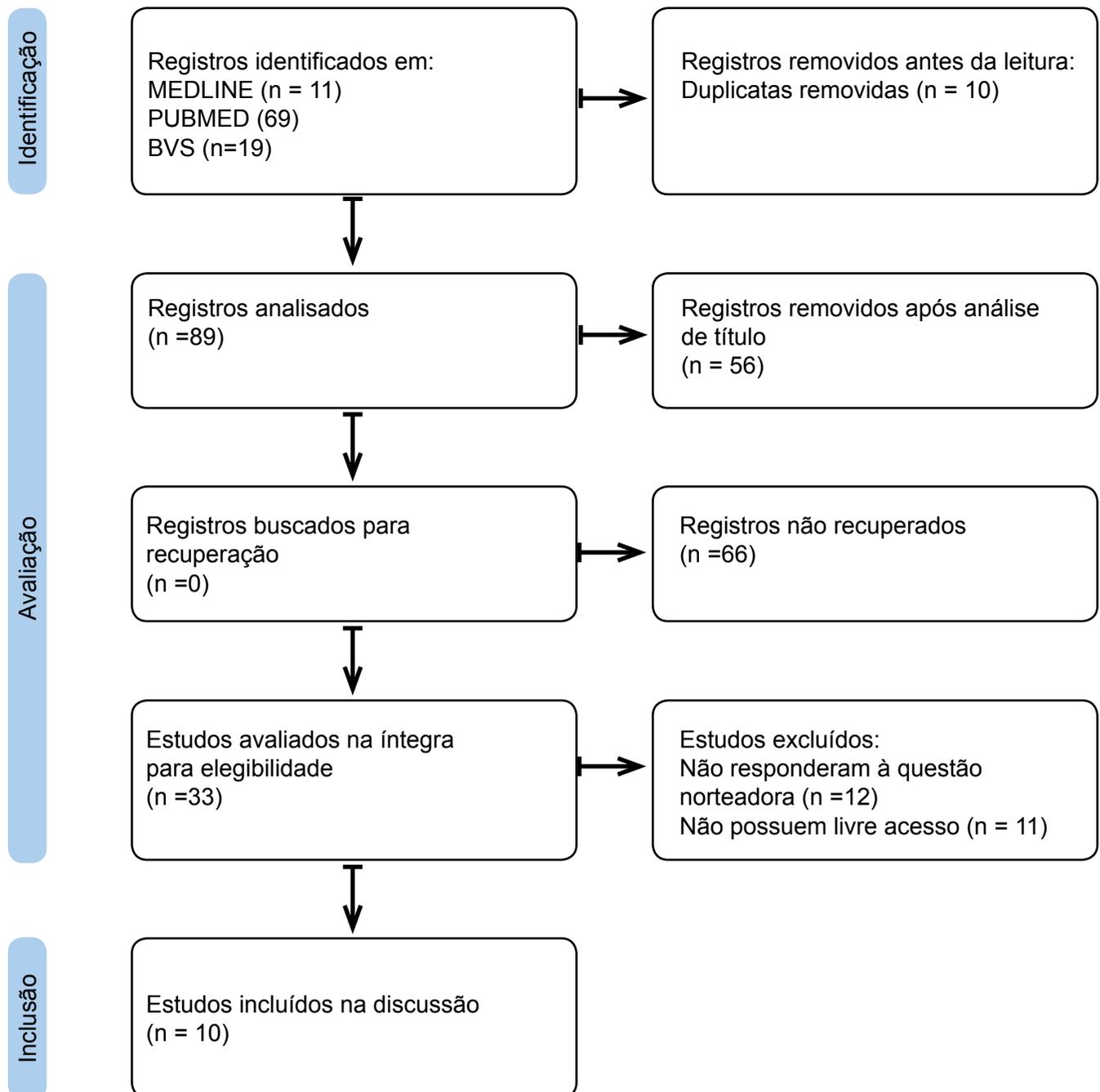


Figura 1. Fluxograma PRISMA de seleção dos estudos.

RESULTADOS

Tabela 1. Artigos resultantes do refinamento da busca

	Título	Autor	Objetivos	Conclusões
1º	Middle Meningeal Artery: Anatomy and Variations.	Bonasia, et al. (2020)	Revisar e analisar os aspectos anatômicos da artéria meníngea média, bem como suas variações. ¹	A artéria meníngea média possui uma numerosa quantidade de variações anatômicas devido a sua complexa origem embriológica. ¹
2º	Neuroanatomy, Middle Meningeal Arteries.	Natali, et al. (2020)	Revisar a neuroanatomia das artérias meníngeas médias, citando repercussões clínicas relacionadas com esse segmento arterial. ²	O entendimento da anatomia vascular dessa artéria é importante na prática clínica, tanto para neuro radiologistas, quanto para neurocirurgiões devido à relação da artéria meníngea média com patologias como hematomas epidurais crônicos e Meningiomas. ²
3º	Abnormality of the Foramen Spinosum due to a Variation in the Trajectory of the Middle Meningeal Artery: A Case Report in Human.	Ellwanger, et al. (2013)	Relatar a ocorrência de uma anormalidade anatômica do forame espinhoso devido a variações na trajetória da artéria meníngea média, bem como revisar aspectos da artéria meníngea média. ³	Observou-se um elevado número de origens anômalas da artéria meníngea média na literatura. No caso estudado, fora uma forma incomum do forame espinhoso, descobriu-se que o forame oval direito era significativamente maior que o esquerdo. Tal diferença pode ser explicada pela possibilidade da artéria meníngea média, em ocasiões específicas, alargar o forame oval. ³
4º	Morphometric analysis of the middle meningeal artery organization in humans-embryological considerations.	Harthmann, et al. (2013)	Analisar aspectos morfométricos da artéria meníngea média e citar considerações embriológicas através da análise dos dados. ⁴	Evidenciou-se importantes parâmetros morfométricos da artéria meníngea média, dentre eles, destaca-se a diferença encontrada entre o lado direito e esquerdo do comprimento do ramo parietal da artéria meníngea média. ⁴
5º	Morphometry of organization of middle meningeal artery through the analysis of bony canal in human's skull: A clinico-anatomical and embryological insight.	Honnegowda et al. (2019)	Identificar o percurso dos canais ósseos da artéria meníngea média, seus aspectos morfométricos e estruturais, a fim de permitir explorações mais seguras durante cirurgias. ⁶	Identificou-se uma diferença significativa entre o comprimento lado direito (12.8 ± 4.5 mm) e esquerdo (13.7 ± 9.3 mm) do canal ósseo produzido pela artéria meníngea média, bem como constatou que o canal ósseo sempre se localizava ao redor do ptério, posterior à sutura coronal e inferior à linha temporal. ⁶

ARTIGOS REVISÃO

6º	Middle meningeal artery arising from the basilar artery: report of a case and its probable embryological mechanism.	Kumar S et al (2014)	Reportar e descrever um caso de origem anômala da artéria meníngea média. ⁷	Apesar da raridade da origem aberrante da artéria meníngea média a partir da artéria basilar, essas variações demonstram a importância crucial do planejamento de qualquer procedimento neurovascular, para reduzir riscos de complicações. ⁷
7º	Bony Tunnel Formation Associated with the Distal Segment of the Frontal Branch of the Middle Meningeal Artery.	de Campos D et al (2019)	Investigar a incidência de um túnel ósseo originado pelo segmento distal do ramo frontal da artéria meníngea média em crânios de adultos. ⁸	Identificou-se uma prevalência maior do túnel ósseo formado pelo segmento distal da artéria meníngea média no lado esquerdo do crânio (cerca de 5.88%) em comparação com o lado direito (cerca de 1.18%). ⁸
8º	Variations of the ophthalmic and middle meningeal arteries: relation to the embryonic stapedia artery.	Dilenge D et al (1980)	Analisar a relação entre a artéria embrionária estapedial e o desenvolvimento de variações das artérias oftálmicas e meníngea média. ⁹	Foram identificadas diversas anomalias tanto na artéria meníngea média quanto na artéria oftálmica, fato que prova a importância do conhecimento dessas estruturas para a prática médica. ⁹
9º	Normal craniovascular variation in two modern European adult populations.	Eisová, S et al (2019)	Analisar o conjunto de impressões craniovasculares em duas populações de crânios secos europeus com diferentes características morfológicas. ¹⁰	Algumas características macroanatômicas como a distribuição vascular anteroposterior podem ser influenciadas por fatores geográficos e genéticos, os forames endocranianos são influenciados pela morfologia. Dentre as aplicações funcionais dessas variações, destaca-se o envolvimento com a regulação térmica endocraniana. ¹⁰
10º	The foramen spinosum: a landmark in middle fossa surgery.	Krayenbühl N et al (2008)	Analisar as relações anatômicas e vasculares do forame espinhoso, bem como definir um marco externo para a identificação precoce do mesmo. ¹¹	O forame espinhoso, por onde cursa a artéria meníngea média, as veias meníngeas médias, entre outras estruturas, é um marco importante para cirurgias da fossa craniana. O conhecimento das variações anatômicas desse local pode ajudar a identificar e preservar estruturas neurovasculares importantes durante tais procedimentos. ¹¹

Fonte: os autores

DISCUSSÃO

Diante dos resultados obtidos, percebe-se que muitos autores buscam evidenciar a importância clínica do entendimento da anatomia da artéria meníngea média, bem como suas variações e dados morfométricos.^{2,3,4} Os estudos trazem diversas perspectivas, desde a abordagem de suas relações com estruturas próximas como o forame espinhoso quanto sua complexa origem embriológica, a qual é bastante discutida na literatura.^{3,11}

Natali, et al, afirmou a importância do conhecimento da angioarquitetura desse vaso para procedimentos como o tratamento de patologias da dura máter e no acesso em cirurgias otorrinolaringológicas. Origens anômalas da artéria meníngea média, tais como a origem a partir da artéria basilar, artéria carótida interna e artéria occipital podem ter implicações clínicas e possuem explicações embriológicas complexas.¹

Após um pequeno percurso desde sua origem a partir da artéria maxilar interna, a artéria meníngea média adentra no assoalho da fossa craniana através do forame espinhoso, atravessa lateralmente através da crista óssea e curva anteriormente acima da asa superior do esfenoide. Antes de se bifurcar em divisões anterior e posterior, a artéria meníngea média emite dois ramos que irrigam a dura máter da fossa temporal. O primeiro, ramo petroso, percorre o ápice petroso e irriga a dura máter dessa região, bem como irriga a parte superior da cavidade timpânica. O segundo, ramo cavernoso, irriga a parede lateral do seio cavernoso. Além disso, a artéria meníngea média supre a maior parte da dura máter da convexidade craniana e suas divisões anterior e posterior ainda contribuem para a vascularização da metade superficial da face do cérebro.¹

Bonasia, et al, em seu estudo, cita a origem da artéria meníngea média, a qual se desenvolve, de maneira semelhante a outros vasos, via angiogênese, sendo influenciada pelo fator de crescimento endotelial vascular e outros fatores de crescimento. Durante seu desenvolvimento, têm íntima relação com o sistema estapedial, presente na fase embrionária e que, geralmente, se degenera na décima semana do desen-

volvimento embrionário. Devido a essa origem complexa, muitas variações anatômicas e anastomoses podem ser observadas. Dentre as considerações cirúrgicas envolvidas com tal artéria destaca-se a formação de hematomas epidurais devido a íntima relação dos vasos meníngeos com a abóbada do crânio, fato que os tornam frágeis em situações de injúria.²

Ellwanger e colaboradores, descreveram um caso de anormalidade morfológica do forame espinhoso decorrente de variações no trajeto da artéria meníngea média. Nele, evidenciou-se a prevalência de variações anatômicas desse vaso sanguíneo. Dentre as repercussões clínicas relevantes relacionadas com a artéria meníngea média, destacam-se o fato que cerca de 85% das fontes de sangramento que causam hematomas epidurais decorrem desse vaso.³

Harthmann da Silva, et al, estudou aspectos morfométricos da artéria meníngea média. Evidenciou-se a escassez de dados morfométricos na literatura. Não foram encontradas diferenças significativas entre as medições morfométricas do lado esquerdo e direito da artéria meníngea média, exceto pelo comprimento do ramo parietal. O estudo afirma a importância da análise estatística desses dados, os quais podem ser utilizados para elucidar abordagens nos ramos da cirurgia e radiologia. Dentre as considerações clínicas, o estudo relata a possibilidade de a artéria meníngea média estar relacionada com o desenvolvimento da dor em crises de migrânea, decorrente ou de inflamação neurogênica, ou de vasodilatação craniana.⁴

Page, et al, analisou a organização morfométrica da artéria meníngea média. Foram identificadas diferenças significantes entre parâmetros do lado esquerdo e direito como o comprimento do ramo frontal, comprimento do ramo parietal e do túnel ósseo. Por outro lado, não foram identificadas diferenças nas medidas do ângulo e comprimento do tronco principal da artéria, bem como diferenças entre o ângulo formado pelo ramo frontal e parietal. Ademais, evidenciou-se no estudo a falta de informações relacionadas à morfometria da artéria meníngea média.⁶

Kumar, et al, relatou um caso de origem anô

mala da artéria meníngea média a partir da artéria basilar. O estudo revelou a importância desse segmento arterial em ocasiões como a desvascularização de uma variedade de processos neoplásicos da dura máter e até mesmo cura de fístulas arteriovenosas durais. Alguns fatores da gênese da artéria meníngea média foram abordados.⁷

A artéria estapedial, que irá originar a artéria meníngea média, possui 3 ramos: mandibular, maxilar e supraorbital, os quais se distribuem em torno das divisões do nervo trigêmeo. A artéria maxilar interna, originada da carótida externa, se comunica com o tronco dos ramos maxilar e mandibular da artéria estapedial, incorporando-a. A parte proximal dessa união forma a raiz da artéria meníngea média. A parte distal, deriva da artéria supraorbitária, citada anteriormente. Com o decorrer do desenvolvimento embriológico, a artéria estapedial regride e seus resquícios contribuem para a formação de outros ramos. Essa origem complexa, predispõe a formação de diversas variações na angioarquitetura da artéria meníngea média. Ademais, a origem anômala a partir da artéria basilar é extremamente rara, por outro lado, o conhecimento dessa variação anatômica é crucial para o planejamento de procedimentos neuro endovasculares.⁷

Campos, et al, relata uma rara formação de um trajeto ósseo relacionado com o segmento distal do ramo frontal da artéria meníngea média. O estudo estatístico revelou uma predominância na formação desse raro túnel ósseo no lado esquerdo, presente em cerca de 5,88% dos crânios estudados, contra apenas 1,18% no lado direito. A falta do conhecimento anatômico sobre esse segmento arterial, o qual é predominantemente periosteal, pode ser um fator dificultador no momento de cirurgias, devido à sua localização e relações anatômicas. De acordo com a literatura, existe uma correlação entre as características morfológicas da artéria meníngea média e o formato do crânio, o que torna o estudo do formato uma possível ferramenta para prever variações na artéria meníngea média. Além disso, foi identificada uma falta de informações na literatura a respeito da variação anatômica estudada.⁸

Dilenge, et al, reafirmou a importância do conhecimento da anatomia de artérias como a artéria meníngea média, artéria oftálmica em estudos angiográficos para resolução de problemas clínicos.⁹

A análise de traços vasculares pode ser útil em áreas como ciência forense, antropologia biológica, estudos evolucionários e medicina. O desenvolvimento da artéria meníngea média aumenta a partir dos 1-2 anos de vida e atinge uma morfologia estável por volta dos 5-6 anos de vida, no entanto, apenas na vida adulta ela se torna completamente funcional. Os ramos principais desses vasos se dividem em ramos menores, aparentemente seguindo padrões geométricos, os quais podem ser parcialmente identificados nas impressões cranianas.¹⁰

Krayenbühl e colaboradores estudaram o forame espinhoso. O forame espinhoso é um importante marco na microcirurgia, o conhecimento de suas variações anatômicas e de áreas que o circundam é importante para a preservação de estruturas neuro vasculares em procedimentos na fossa mediana. Seu tamanho varia bastante e pode ser encontrado ligado ao ligamento esfenomandibular, remanescente do primeiro arco braquial. Variações nesse local podem ser importantes para o suprimento vascular da dura máter, devido a sua íntima relação com a artéria meníngea média. Em casos anômalos, tal artéria pode percorrer diferentes locais.¹¹

CONCLUSÃO

Evidenciou-se a importância do conhecimento sobre a angioarquitetura da artéria meníngea no meio clínico, cirúrgico e científico. Observou-se uma grande relação entre os aspectos desse segmento arterial e uma variedade de condições clínicas, sendo as variações anatômicas as condições mais bem documentadas na literatura. Por outro lado, existe uma escassez de informações, no que diz respeito aos dados morfométricos desse vaso sanguíneo, fator que pode prejudicar o planejamento de intervenções cirúrgicas. Tudo isso, reitera a importância da promoção de estudos direcionados ao entendimento desse vaso, tão importante para irrigação dural.

REFERÊNCIAS

1. Bonasia S, Smajda S, Ciccio G, Robert T. Middle Meningeal Artery: Anatomy and Variations. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2020 Oct;41(10):1777-1785. doi: 10.3174/ajnr. A6739. Epub 2020 Sep 3. PMID: 32883667; PMCID: PMC7661066.
2. Natali AL, Reddy V, Leo JT. Neuroanatomy, Middle Meningeal Arteries. [Updated 2020 Nov 8]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; Jan- 2021.
3. Ellwanger JH, Campos Dd. Abnormality of the Foramen Spinosum due to a Variation in the Trajectory of the Middle Meningeal Artery: A Case Report in Human. *J Neurol Surg Rep*. 2013 Dec;74(2):73-6. doi: 10.1055/s-0033-1347901. Epub 2013 May 23. PMID: 24294564; PMCID: PMC3836884.
4. Harthmann da Silva T, Ellwanger JH, Silva HT, Moraes D, Dotto AC, Viera Vde A, de Campos D. Morphometric analysis of the middle meningeal artery organization in humans-embryological considerations. *J Neurol Surg B Skull Base*. 2013 Apr;74(2):108-12. doi: 10.1055/s-0033-1333615. Epub 2013 Jan 22. PMID: 24436897; PMCID: PMC3699209.
5. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, Shamseer L, Tetzlaff JM, Akl EA, Brennan SE, Chou R, Glanville J, Grimshaw JM, Hróbjartsson A, Lalu MM, Li T, Loder EW, Mayo-Wilson E, McDonald S, McGuinness LA, Stewart LA, Thomas J, Tricco AC, Welch VA, Whiting P, Moher D. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021 Mar 29;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71. PMID: 33782057; PMCID: PMC8005924.
6. Honnegowda TM, Dineshan V, Kumar A. Morphometry of organization of middle meningeal artery through the analysis of bony canal in human's skull: A clinico-anatomical and embryological insight. *J Craniovertebr Junction Spine*. 2019 Apr-Jun;10(2):127-130. doi: 10.4103/jcvjs.JCVJS_45_19. PMID: 31402833; PMCID: PMC6652251.
7. Kumar S, Mishra NK. Middle meningeal artery arising from the basilar artery: report of a case and its probable embryological mechanism. *J Neurointerv Surg*. 2012 Jan 1;4(1):43-4. doi: 10.1136/jnis.2010.004465. Epub 2011 Apr 19. PMID: 21990457.
8. de Campos D, da Silveira CH, Jotz GP, Malysz T. Bony Tunnel Formation Associated with the Distal Segment of the Frontal Branch of the Middle Meningeal Artery. *J Neurol Surg B Skull Base*. 2019 Oct;80(5):480-483. doi: 10.1055/s-0038-1676353. Epub 2018 Dec 3. PMID: 31534889; PMCID: PMC6748847.
9. Dilenge D, Ascherl GF Jr. Variations of the ophthalmic and middle meningeal arteries: relation to the embryonic stapedia artery. *AJNR Am J Neuroradiol*. 1980 Jan-Feb;1(1):45-54. PMID: 6779589; PMCID: PMC8333441.
10. Eisová, S., Pířová, H., Velemínský, P. and Bruner, E. (2019), Normal craniovascular variation in two modern European adult populations. *J. Anat.*, 235: 765-782. <https://doi.org/10.1111/joa.13019>.
11. Krayenbühl N, Isolan GR, Al-Mefty O. The foramen spinosum: a landmark in middle fossa surgery. *Neurosurg Rev*. 2008 Oct;31(4):397-401; discussion 401-2. doi: 10.1007/s10143-008-0152-6. Epub 2008 Aug 2. PMID: 18677523.