

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.maio.2022

RESUMO

Introdução: A artéria meníngea média, uma das mais importantes artérias da dura mater, possui uma complexa origem embriológica. O conhecimento de sua anatomia, aspectos morfométricos e variações anatômicas são importantes em situações cirúrgicas e no entendimento de condições clínicas. O presente artigo buscou 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:** Tratou-se de uma revisão integrativa da literatura redigida conforme às recomendações do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA), a qual analisou estudos publicados na língua inglesa tendo como referência as bases de dados PubMed (Public Medline ou Publisher Medline), Biblioteca Virtual em Saúde e MEDLINE empregando os seguintes descritores: middle meningeal artery, anatomical variations e anatomy. **Resultados:** Dos 89 estudos identificados após a remoção de duplicatas, dez 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-Analyses), 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, pois irriga mais de dois terços da dura mater craniana. Na grande maioria das vezes, ela é originada da artéria maxilar interna, um dos maiores ramos da carótida externa. Esse segmento arterial possui notórias relevâncias clínicas e cirúrgicas devido à sua íntima relação com o crânio.^{1,2}

Ao adentrar no assoalho da fossa craniana pelo forame espinhoso, a artéria meníngea média atravessa lateralmente a crista óssea e faz uma curva acima da asa superior do esfenóide, bifurcando-se em ramos anterior e posterior. Um de seus principais aspectos é sua complexa origem embriológica, a qual ocorre por uma artéria presente no início do desenvolvimento embriológico, a artéria estapedial. O caráter complexo desse processo possibilita o aparecimento de diversas variações anatômicas e anastomoses.²

As variações morfológicas são de importância clínica, sendo evidente em situações como fraturas da base do crânio, hematomas epidurais, e durante intervenções endovasculares e cirúrgicas.³ Sendo assim, o presente estudo visou sumarizar as informações contidas na literatura sobre a organização anatômica da artéria meníngea, suas variações e seus aspectos morfométricos, devido à significativa importância clínica e cirúrgica dessas informações.⁴

MÉTODO

Tratou-se de uma revisão integrativa da literatura que analisou minuciosamente e combinou estudos com diversas metodologias que investigaram 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 as recomendações do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA).⁵ A busca pelos artigos foi realizada em novembro de 2021 nas seguintes bases de dados: PubMed (Public Medline ou Publisher Medline), Biblioteca Virtual de Saúde e MEDLINE Complete, utilizando os seguintes unitermos: “Middle meningeal artery”, “anatomical variations” e “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; e 4) estudos disponíveis no idioma inglês. Foram desconsiderados os textos que não abordaram a questão norteadora da presente pesquisa ou apresentaram duplicatas em mais de uma base de dados segundo o fluxograma da Figura 1.

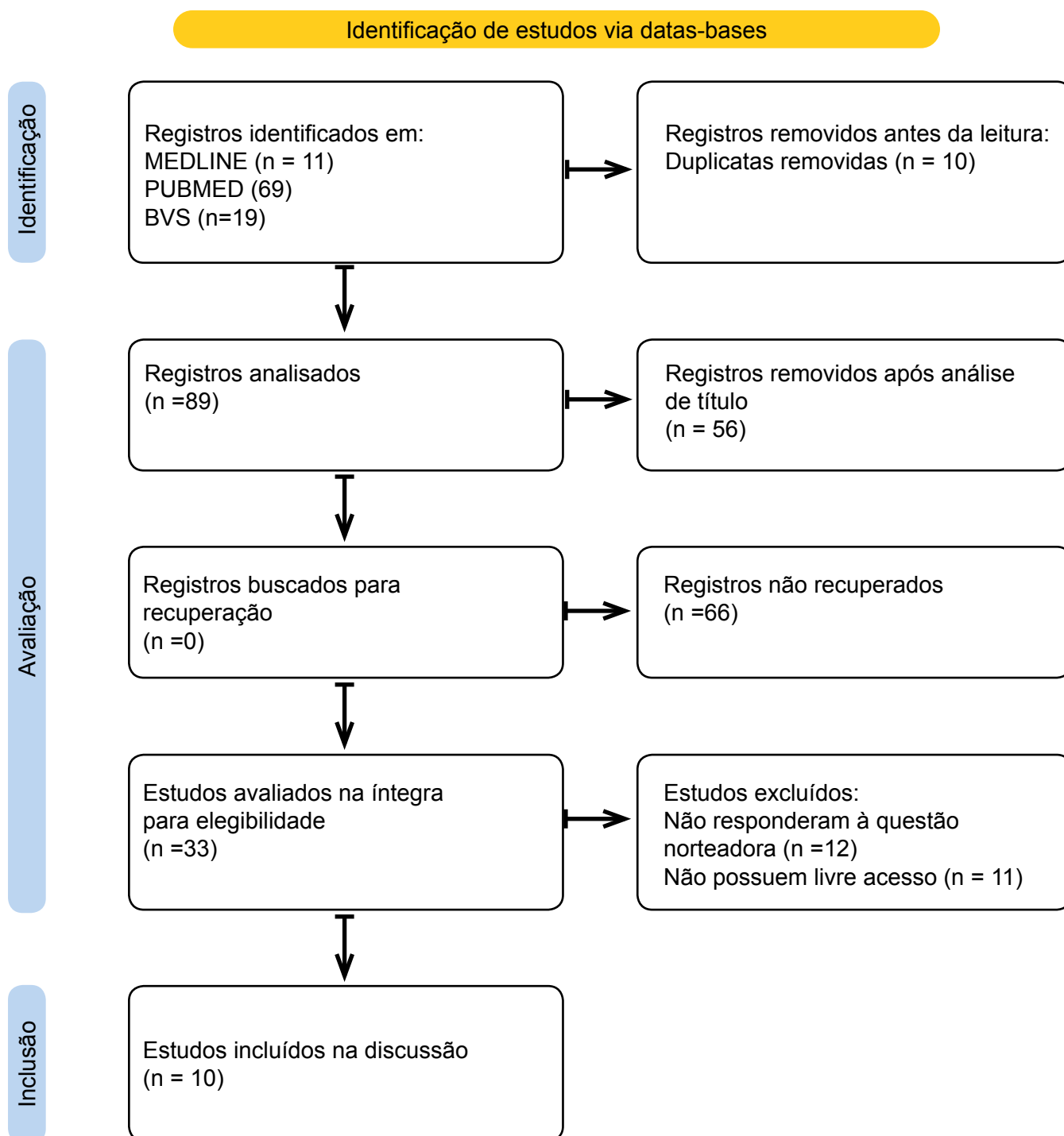


Figura 1. Fluxograma PRISMA de seleção dos estudos.

RESULTADOS

Tabela 1. Artigos resultantes do refinamento da busca

	Título	Autor	Objetivos	Conclusões
1º	Middle Meningeal Artery: Anatomy and Variations.	Bonasia, <i>et al.</i> (2020)	Revisar e analisar os aspectos anatômicos da artéria meníngea média, bem como suas variações. ¹	A artéria meníngea média possui numerosas variações anatômicas devido à sua complexa origem embriológica. ¹
2º	Neuroanatomy, Middle Meningeal Arteries.	Natali, <i>et al.</i> (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, <i>et al.</i> (2013)	Relatar a ocorrência de uma anormalidade anatômica do forame espinhoso devido às 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, com exceção de 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, <i>et al.</i> (2013)	Analisar os aspectos morfométricos da artéria meníngea média e as citar considerações embriológicas através da análise dos dados. ⁴	Evidenciaram-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 <i>et al.</i> (2019)	Identificar o percurso dos canais ósseos da artéria meníngea média, seus aspectos morfométricos e estruturais, a fim de permitir que se façam 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 se constatou que o canal ósseo sempre se localizava ao redor do ptério, posterior à sutura coronal e inferior à linha temporal. ⁶

6º	Middle meningeal artery arising from the basilar artery: report of a case and its probable embryological mechanism.	Kumar S <i>et al</i> (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 neuro vascular 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 <i>et al</i> (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%) comparado com o lado direito (cerca de 1,18%). ⁸
8º	Variations of the ophthalmic and middle meningeal arteries: relation to the embryonic stapodial artery.	Dilenge D <i>et al</i> (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 <i>et al</i> (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 <i>et al</i> (2008)	Analisar as relações anatômicas e vasculares do forame espinhoso, bem como definir um marco externo para a sua identificação precoce. ¹¹	O forame espinhoso, por onde cursa a artéria meníngea média, as veias meníngeas médias e 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 à 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 mater e no acesso em cirurgias otorrinolaringológicas. Origens anômalas da artéria meníngea média, tais como a origem a partir da artéria basilar, da artéria carótida interna e da 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 a 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 os ramos petroso e cavernoso que irrigam a dura mater da fossa temporal. O primeiro percorre o ápice petroso e irriga a dura mater dessa região e da parte superior da cavidade timpânica, já o segundo irriga a parede lateral do seio cavernoso. Além disso, a artéria meníngea média supre a maior parte da dura mater 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, tem íntima relação com o sistema estapedial, presente na fase embrionária e que, geralmente, se degenera na décima semana do desenvolvimento 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 torna frágeis em situações de injúria.²

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

Harthmann da Silva et al. estudaram aspectos morfométricos da artéria meníngea média. A pesquisa evidenciou a escassez de dados morfométricos na literatura. Não foram encontradas diferenças significativas entre as medições morfométricas do lado esquerdo e do 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 da 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. analisaram a organização morfométrica da artéria meníngea média. Foram identificadas diferenças significantes entre parâmetros do lado esquerdo e direito, como a extensão do ramo frontal, comprimento do ramo parietal e do túnel ósseo. Por outro lado, não foram identificadas variações nas medidas do ângulo e dimensão do tronco principal da artéria, bem como entre o ângulo formado pelo ramo frontal e o 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

Kumar et al. relatou um caso de origem anômala 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 mater, até mesmo na cura de fistulas arteriovenosas durais. Alguns fatores da gênese da artéria meníngea média foram abordados.⁷

A artéria estapedial, que irá originar a artéria meníngea média, possui três 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 maxilares e mandibulares 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. relataram uma rara formação de um trajeto ósseo relacionado ao 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, que é predominantemente periosteal, pode ser um fator dificultador no momento de cirurgias, em razão da 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 informação na literatura a respeito da variação anatômica estudada.⁸

Dilenge et al. reafirmaram 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 da faixa etária de um a dois anos de vida e atinge uma morfologia estável por volta dos cinco a seis anos; no entanto, apenas quando 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 et al. estudaram o forame espinhoso, importante marco na microcirurgia. O conhecimento de suas variações anatômicas e de áreas que o circundam é importante para a preservação de estruturas neurovasculares 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 mater, devido à 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 notável relação entre os aspectos desse segmento arterial e uma variedade de condições clínicas, sendo as variações anatômicas as mais amplamente documentadas na literatura. Por outro lado, há uma escassez de informações no que diz respeito aos dados morfológicos desse vaso sanguíneo, o que pode prejudicar o planejamento de intervenções cirúrgicas. Isso reforça 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.