

Análise do padrão de vascularização cerebral na idade decídua e levantamento de suas variações anatômicas

Analysis of cerebral vascularization patterns in the deciduous age and assessment of anatomical variations

Análisis del patrón de vascularización cerebral en la edad decidua y estudio de sus variaciones anatómicas

Recebido: 13/11/2025 | Revisado: 01/03/2026 | Aceitado: 03/03/2026 | Publicado: 04/03/2026

Giovanna Pimentel Miranda

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4932-1417>

Universidade Federal do Paraná, Brasil

E-mail: giovannamiranda@ufpr.br

Heloísa Costa dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5793-0928>

Universidade Federal do Paraná, Brasil

E-mail: heloiacosta@ufpr.br

Ayrton Alves Aranha Junior

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2696-4703>

Universidade Federal do Paraná, Brasil

E-mail: ayrtonaranha@ufpr.br

Djanira Aparecida da Luz Veronez

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2504-6318>

Universidade Federal do Paraná, Brasil

E-mail: veronezda@ufpr.br

Resumo

O desenvolvimento do sistema vascular encefálico é um processo complexo, marcado por anastomoses e remodelamentos que resultam em grande diversidade de padrões anatômicos. Tais variações, embora frequentemente assintomáticas, podem ter implicações clínicas relevantes, especialmente no contexto de doenças cerebrovasculares e de procedimentos neurocirúrgicos e endovasculares. O objetivo deste estudo foi analisar o padrão morfológico da irrigação arterial e da drenagem venosa encefálica, relatando as variações anatômicas mais frequentes na idade decídua. Para tanto, foi desenvolvida uma revisão sistematizada e integrativa da literatura, realizada em bases eletrônicas, nacionais e internacionais, complementada por busca em cadeia. Os dados obtidos foram organizados em quadros comparativos que sintetizam variações relatadas em artérias (carótida interna, cerebral anterior, comunicante anterior, cerebral média, cerebral posterior e comunicante posterior) e veias (anastomóticas inferiores, cerebral basilar e cerebral média). Entre os achados mais relevantes, destacaram-se a presença de variantes como artéria cerebral anterior ázigo ou bi-hemisférica, artéria cerebral média duplicada ou fenestrada, artéria comunicante anterior ausente ou duplicada, e artéria cerebral posterior fetal. No sistema venoso, as principais variações envolveram a veia cerebral média e as veias anastomóticas inferiores, sobretudo quanto ao trajeto e duplicações. Portanto, o conhecimento detalhado das variações anatômicas vasculares do encéfalo é fundamental para a prática clínica e radiológica. O reconhecimento dessas variantes permite evitar diagnósticos equivocados, prevenir iatrogenias e aprimorar o planejamento de intervenções neurocirúrgicas e endovasculares, contribuindo diretamente para melhores desfechos clínicos em doenças cerebrovasculares.

Palavras-chave: Cérebro; Criança; Veias Cerebrais; Artérias Cerebrais; Variação Anatômica.

Abstract

The development of the encephalic vascular system is a complex process, marked by anastomoses and remodeling that result in a wide diversity of anatomical patterns. Such variations, although often asymptomatic, may have relevant clinical implications, especially in the context of cerebrovascular diseases and neuro-surgical and endovascular procedures. The aim of this study was to analyze the morphological pattern of arterial supply and venous drainage of the encephalon, reporting the most frequent anatomical variations in the deciduous age. To this end, a systematized and integrative review of the literature was conducted using national and international electronic databases, complemented by a snowball search. The data obtained were organized into comparative tables summarizing reported variations in arteries (internal carotid, anterior cerebral, anterior communicating, middle cerebral, posterior cerebral, and posterior

communicating arteries) and veins (inferior anastomotic veins, basilar cerebral vein, and middle cerebral vein). Among the most relevant findings were the presence of variants such as azygos or bihemispheric anterior cerebral artery, duplicated or fenestrated middle cerebral artery, absent or duplicated anterior communicating artery, and fetal posterior cerebral artery. In the venous system, the main variations involved the middle cerebral vein and the inferior anastomotic veins, particularly regarding their course and duplications. Therefore, detailed knowledge of encephalic vascular anatomical variations is fundamental for clinical and radiological practice. Recognition of these variants helps avoid misdiagnoses, prevent iatrogenic injuries, and improve the planning of neurosurgical and endovascular interventions, directly contributing to better clinical outcomes in cerebrovascular diseases.

Keywords: Brain; Child; Cerebral Veins; Cerebral Arteries; Anatomical Variation.

Resumen

El desarrollo del sistema vascular encefálico es un proceso complejo, marcado por anastomosis y remodelaciones que dan lugar a una gran diversidad de patrones anatómicos. Estas variaciones, aunque frecuentemente asintomáticas, pueden tener implicaciones clínicas relevantes, especialmente en el contexto de las enfermedades cerebrovasculares y de los procedimientos neuroquirúrgicos y endovasculares. El objetivo de este estudio fue analizar el patrón morfológico de la irrigación arterial y del drenaje venoso encefálico, describiendo las variaciones anatómicas más frecuentes en la edad decídua. Para ello, se desarrolló una revisión sistematizada e integradora de la literatura, realizada en bases de datos electrónicas nacionales e internacionales, complementada por una búsqueda en cadena. Los datos obtenidos se organizaron en cuadros comparativos que sintetizan las variaciones descritas en arterias (carótida interna, cerebral anterior, comunicante anterior, cerebral media, cerebral posterior y comunicante posterior) y venas (anastomóticas inferiores, cerebral basilar y cerebral media). Entre los hallazgos más relevantes se destacó la presencia de variantes como la arteria cerebral anterior ázigos o bihemisférica, la arteria cerebral media duplicada o fenestrada, la arteria comunicante anterior ausente o duplicada, y la arteria cerebral posterior fetal. En el sistema venoso, las principales variaciones involucraron la vena cerebral media y las venas anastomóticas inferiores, especialmente en lo relativo a su trayecto y duplicaciones. Por lo tanto, el conocimiento detallado de las variaciones anatómicas vasculares del encéfalo es fundamental para la práctica clínica y radiológica. El reconocimiento de estas variantes permite evitar diagnósticos erróneos, prevenir iatrogenias y optimizar la planificación de intervenciones neuroquirúrgicas y endovasculares, contribuyendo directamente a mejores desenlaces clínicos en las enfermedades cerebrovasculares.

Palabras clave: Encéfalo; Niño; Venas Cerebrales; Arterias Cerebrales; Variación Anatómica.

1. Introdução

O estudo da vascularização encefálica, com foco no desenvolvimento das artérias e veias cerebrais, é fundamental para compreender o crescimento e a funcionalidade do Sistema Nervoso Central, especialmente na infância. Esse processo é marcado por anastomoses e remodelamentos, que resultam em uma ampla diversidade anatômica. Embora muitos desses padrões sejam assintomáticos, eles podem ter implicações clínicas relevantes, sobretudo em doenças cerebrovasculares, como acidentes vasculares cerebrais e aneurismas, além de procedimentos neurocirúrgicos e endovasculares, nos quais há risco de lesões iatrogênicas.

Nesse contexto, investigações sistemáticas que reúnam e classifiquem tais variações tornam-se essenciais, uma vez que, apesar dos avanços da área médica, muitas variações anatômicas vasculares cerebrais permanecem pouco descritas na literatura, em especial em populações pediátricas. Essa lacuna dificulta a padronização diagnóstica e pode comprometer a segurança de procedimentos invasivos.

Assim, a análise dessas variantes, presentes desde a idade decídua, possibilita compreender melhor sua gênese e suas potenciais repercussões, contribuindo diretamente para o aprimoramento da prática clínica e científica. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi analisar o padrão morfológico da irrigação arterial e da drenagem venosa encefálica, relatando as variações anatômicas mais frequentes na idade decídua.

2. Metodologia

Realizou-se uma pesquisa documental de fonte indireta em artigos da literatura (Snyder, 2019). Esta investigação foi de natureza quantitativa em relação à quantidade de artigos pesquisados para obtenção do “corpus” da pesquisa e, natureza qualitativa em relação à análise e discussão realizada sobre os artigos desse “corpus” do estudo (Pereira et al., 2018), numa

revisão do tipo sistemática integrativa (Crossetti, 2012).

Inicialmente, foi realizada uma busca bibliográfica exploratória em bases de dados eletrônicas, como SciELO (Scientific Electronic Library Online), MEDLINE, Embase (Excerpta Médica), LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde), PubMed, Web of Science, Google Acadêmico, Periódicos CAPES, EBSCOhost e Literatura Médica Clássica.

Utilizaram-se como palavras-chave os descritores listados nos —Descritores em Ciências da Saúde/Medical Subject Headings¹ (DeCS/MeSH), nos idiomas Português, Inglês, Espanhol e Francês, entre eles: Círculo Arterial do Cérebro (Circle of Willis; Círculo Arterial Cerebral; Cercle artériel du cerveau); Cérebro (Cerebrum; Cerebro; Cerveau); Córtex Cerebral (Cerebral Cortex; Corteza Cerebral; Cortex cérébral); Criança (Child; Niño; Enfant); Veias Cerebrais (Cerebral Veins; Venas Cerebrales; Veines de l'encéphale); Artérias Cerebrais (Cerebral Arteries; Arterias Cerebrales; Artères cérébrales) e Variação Anatômica (Anatomic Variation; Variación Anatómica; Variation Anatomique).

Durante o processo de seleção, observou-se que grande parte das referências mais relevantes foi identificada por meio da análise bibliográfica dos próprios artigos inicialmente encontrados, aplicando-se a estratégia de busca em cadeia (snowballing), com o objetivo de ampliar a abrangência e profundidade da revisão.

Foram incluídos artigos científicos e livros técnicos publicados, preferencialmente, nos últimos dez anos, que apresentavam descrições morfológicas e funcionais sobre o tema de interesse. A seleção foi feita de forma gradual: primeiro pela leitura dos títulos, seguida da análise dos resumos e, por fim, pela leitura completa dos textos.

Como critérios de exclusão, desconsideraram-se artigos com dados imprecisos, editoriais, notas técnicas e publicações sem relação direta com os objetivos da revisão.

Assim, no início das buscas nas bases de dados consultadas foram identificados 59 artigos relacionados ao tema em foco. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos, 39 artigos foram excluídos. Dessa forma, permaneceram 20 artigos para análise, os quais constituíram o corpus principal da pesquisa. Dentre esses, parte foi identificada adicionalmente por meio da estratégia de busca em cadeia, contribuindo para o refinamento e a abrangência da revisão.

3. Resultados e Discussão

A análise dos artigos selecionados permitiu a organização de quadros que reúnem as variações anatômicas e as anormalidades relatadas para cada vaso cerebral estudado. Entre as artérias, foram incluídas: carótida interna, cerebral anterior, comunicante anterior, cerebral média, cerebral posterior e comunicante posterior. Em relação às veias, a sistematização contemplou as anastomóticas inferiores, a cerebral basilar e a cerebral média.

A análise dos estudos reunidos no Quadro 1 evidencia que a artéria carótida interna apresenta variações anatômicas, cuja identificação é essencial tanto para o diagnóstico diferencial quanto para a segurança em procedimentos cirúrgicos.

Quadro 1 - Artéria Carótida Interna (ACI).

Autores	Método de Análise	Variação anatômica	Relatos de anormalidades	Risco de complicações clínicas
Okahara, M. et al.	Revisão de 3000 angiografias por RM e 700 angiografias cerebrais	ACI aberrante (intratimpânica ou faríngea lateral)	Agenesia da ACI	A agenesia pode facilitar a formação de aneurismas intracranianos. Já o trajeto aberrante aumenta o risco de hemorragia durante as cirurgias

Bijari, P. B. & Wasserman, B. A. & Steinman, D. A.	Análise de angiografias	Espessamento da parede arterial. Alterações em sua curvatura e bifurcação	Nada consta	Ambas alterações são preditoras de um alto risco para aterosclerose
Menshawi, K & Mohr, J. P. & Gutierrez, J.	Revisão de outros estudos	ACI aberrante – ouvido médio	Agenesia, hipoplasia ou aplasia da ACI	Destaca que é importante reconhecer as variantes, uma vez que podem ser patológicas ou tornar-se patológicas num ambiente cirúrgico. Precisa ser diferenciado de uma estenose adquirida

Fonte: Elaborado pelos Autores a partir dos estudos consultados (2025).

Okahara et al. demonstraram, a partir de grande número de angiografias por RM e angiografias cerebrais, que trajetos aberrantes da ACI, como as variantes intratimpânica e faríngea lateral, embora raros, possuem relevância clínica por aumentarem o risco de complicações hemorrágicas durante intervenções otológicas ou de base de crânio. Além disso, a agenesia da ACI, também descrita por esses autores, pode predispor à formação de aneurismas intracranianos, corroborando a importância da avaliação vascular detalhada nesses pacientes.

Bijari, Wasserman e Steinman acrescentam outro aspecto ao estudo da ACI: alterações morfológicas como espessamento da parede arterial e modificações na curvatura ou bifurcação da artéria. Essas anormalidades, ainda que não representem variações anatômicas clássicas, têm impacto direto no risco de aterosclerose, configurando-se como marcadores relevantes para a prática clínica e para o acompanhamento preventivo em indivíduos com fatores de risco cardiovasculares.

Por sua vez, Menshawi, Mohr e Gutierrez reforçam a necessidade de diferenciar variantes congênicas — como agenesia, hipoplasia e aplasia da ACI — de processos adquiridos, como a estenose. Essa distinção é fundamental para evitar diagnósticos equivocados e para guiar condutas terapêuticas adequadas. O reconhecimento de variantes como a ACI aberrante no ouvido médio também ganha destaque, visto que podem ser confundidas com patologias ou complicar abordagens cirúrgicas locais.

Os dados reunidos da artéria cerebral anterior (ACA) foram agrupados no Quadro 2.

Quadro 1 - Artéria Cerebral Anterior (ACA).

Autores	Método de Análise	Varição anatômica	Relatos de anormalidades	Risco de complicações clínicas
Okahara, M. et al.	Revisão de 3000 angiografias por RM e 700 angiografias cerebrais	1. ACA ázigos: quando os dois segmentos da ACA se juntam e formam um único tronco 2. ACA bi-hemisférica: uma única artéria irriga os dois hemisférios 3. Fenestração da ACA	Nada consta	1. Uma possível oclusão causa área de isquemia em ambos os hemisférios 2. Idem 3. Pode ser confundido com aneurisma de ACoA em exames de imagem
Kapoor, K. & Singh, B. & Dewan Late Inder J.	Análise de cérebros obtidos em autópsias de indivíduos sem neuropatologias conhecidas	1. ACA ausente 2. ACA hipoplásica 3. ACA duplicada 4. ACA tripla (ou artéria do corpo caloso) 5. ACA única ou mediana	Nada consta	Destaca que a associação de variações e a incidência de aneurismas podem ser interpretadas em termos de estresse hemodinâmico causado pelas variações
Menshawi, K & Mohr, J. P. & Gutierrez, J.	Revisão de outros estudos	1. ACA duplicada 2. ACA ázigo 3. ACA acessório 4. ACA bi-hemisférica	Nada consta	É importante o conhecimento dessas variações ao analisar um padrão atípico de AVC, pois a área comprometida seria diferente do esperado

Fonte: Elaborado pelos Autores a partir dos estudos consultados (2025).

Okahara et al., em extensa revisão angiográfica, identificaram variantes como ACA ázigos, ACA bi-hemisférica e fenestrações. A presença da ACA ázigos ou bi-hemisférica, em que um único tronco é responsável pela irrigação dos dois hemisférios, representa uma condição de risco elevado, pois uma oclusão arterial pode gerar isquemia bilateral em áreas frontais, ampliando de forma significativa o déficit clínico esperado. Já a fenestração da ACA, embora não constitua uma anomalia grave em si, pode ser confundida com aneurisma da ACoA em exames de imagem, acarretando potenciais diagnósticos equivocados ou intervenções desnecessárias.

Por outro lado, Kapoor, Singh e Dewan, a partir de estudos em autópsias, descreveram a ocorrência de ACA ausente, hipoplásica, duplicada, tripla (também referida como artéria do corpo caloso) e única/mediana. Esses achados sugerem que a associação entre variações anatômicas e aneurismas pode estar relacionada a alterações do fluxo sanguíneo, estresse hemodinâmico local e predispor à formação de dilatações aneurismáticas.

Para mais, Menshawi, Mohr e Gutierrez destacam variantes como a duplicação da ACA, ACA acessória e ACA bi-hemisférica, ressaltando que seu reconhecimento é essencial na análise de padrões atípicos de AVC. Isso porque, na presença de tais variantes, a topografia da isquemia pode não corresponder ao território clássico esperado, dificultando o diagnóstico clínico-radiológico e a definição terapêutica.

O Quadro 3 a seguir reúne os resultados acerca da artéria comunicante anterior (ACoA).

Quadro 2 - Artéria Comunicante Anterior (ACoA).

Autores	Método de Análise	Variação anatômica	Relatos de anormalidades	Risco de complicações clínicas
Okahara, M. et al.	Revisão de 3000 angiografias por RM e 700 angiografias cerebrais	1. Artéria mediana do corpo caloso: ramo da ACoA 2. Fenestração da ACoA	3. Artéria olfativa primitiva persistente está associado a ausência de ACoA	1. Torna-se uma das artérias de drenagem do aneurisma da ACoA, sendo fácil danificar durante a cirurgia 2. Pode ser confundido com aneurisma de ACoA em exames de imagem 3. Alta incidência de aneurismas cerebrais
Merkkola, P. et al	Análise de autópsias	Nada consta	ACoA ausente	Riscos de perfusão insuficiente para o hemisfério contralateral
Kapoor, K. & Singh, B. & Dewan Late Inder J.	Análise de cérebros obtidos em autópsias de indivíduos sem neuropatologias conhecidas	1. ACoA ausente: 1,8% 2. ACoA duplicada: 10% 3. ACoA triplicada: 1,2% 4. ACoA plexiforme: 0,4%	Nada consta	Destaca que a associação de variações e a incidência de aneurismas podem ser interpretadas em termos de estresse hemodinâmico causado pelas variações
Menshawi, K & Mohr, J. P. & Gutierrez, J.	Revisão de outros estudos	1. ACoA duplicada 2. ACoA fenestrada	3. ACoA ausente	Riscos associados a procedimentos cirúrgicos e ao surgimento de aneurismas, possivelmente. Quando ausente, a via colateral diminuída aumenta o risco de desenvolver aterosclerose

Fonte: Elaborado pelos Autores a partir dos estudos consultados (2025).

Okahara et al., em ampla revisão angiográfica, destacaram variações como a artéria mediana do corpo caloso, a fenestração da ACoA e a persistência da artéria olfativa primitiva. A artéria mediana do corpo caloso, ramo da ACoA, assume relevância clínica por frequentemente se tornar uma via de drenagem de aneurismas nessa região, aumentando o risco de lesão durante procedimentos cirúrgicos. Já a fenestração da ACoA é passível de confusão diagnóstica com aneurisma em exames de imagem. Por fim, a persistência da artéria olfativa primitiva, geralmente associada à ausência da ACoA, está fortemente relacionada à alta incidência de aneurismas cerebrais, sugerindo que alterações embriológicas nesse segmento possam predispor à fragilidade vascular.

De maneira complementar, Merkkola et al. relataram casos de ausência da ACoA, condição que compromete a perfusão colateral entre os hemisférios, uma vez que reduz a capacidade de compensação circulatória em situações de obstrução arterial, aumentando a vulnerabilidade a eventos isquêmicos.

Os achados de Kapoor, Singh e Dewan, baseados em estudos de autópsias, reforçam a diversidade de variações anatômicas da ACoA, com incidência não desprezível de duplicação (10%), além de triplicações e forma plexiforme. Embora esses autores não tenham relatado diretamente complicações clínicas, sugerem que tais variações podem ser interpretadas no contexto do estresse hemodinâmico local, corroborando a teoria de que anomalias estruturais podem favorecer a formação de aneurismas.

Por sua vez, Menshawī, Mohr e Gutierrez, em revisão de literatura, também descrevem duplicações e fenestrações da ACoA, bem como a sua ausência. Tais alterações, além de associarem-se ao surgimento de aneurismas, têm implicações importantes para a prática neurocirúrgica, visto que a ausência da ACoA diminui as vias de circulação colateral e pode contribuir para o desenvolvimento precoce de aterosclerose.

O Quadro 4 abaixo apresenta os principais resultados obtidos sobre a artéria cerebral média (ACM).

Quadro 3 - Artéria Cerebral Média (ACM).

Autores	Método de Análise	Variação anatômica	Relatos de anormalidades	Risco de complicações clínicas
OKAHARA, M. et al.	Revisão de 3000 angiografias por RM e 700 angiografias cerebrais	1. ACM duplicada: refere-se a dois vasos que surgem da parte distal da ACI 2. ACM acessório: quando surge da ACA	Nada consta	É importante o conhecimento para a compreensão do suprimento sanguíneo colateral no AVC isquêmico associado à ACM
UCHIYAMA, Naoyuki.	Revisão de estudos angiográficos e anatômicos	1. ACM acessória: artéria anômala que surge da ACA 2. ACM duplicada: ramo que surge da ACI 3. ACM de origem duplicada: duas ACM surgem separadamente do segmento terminal da ACI e se fundem para formar um anel arterial 4. ACM fenestrada 5. ACM em forma de galho ou não fundida: não há tronco de ACM, mas sim uma rede arterial em forma de galho	Nada consta	O artigo não se aprofunda na discussão de possíveis complicações clínicas

UCHINO, A. et al.	Análise de angiografias por ressonância magnética	1.ACM duplicada 2.ACM acessória 3.ACM fenestrada	Nada consta	Risco aumentado para aneurismas
MENSHAWI, K & MOHR, Jay P. & GUTIERREZ, José	Revisão de outros estudos	1. ACM acessória. 2. ACM duplicada	Nada consta	Pode estar associado ao desenvolvimento de aneurismas
LABORDE, David V. et al.	Relato de caso	1. ACM duplicada: dois vasos surgem da ACI para alimentar o território vascular esperado da ACM 2. ACM fenestrada: surge como um único vaso da ACI e diverge e converge ao longo de sua trajetória; 3. ACM acessório: originam-se do segmento A1 da ACA.	Nada consta	1. Associado a aneurismas 2. Possíveis complicações isquêmicas e aneurismas no local da fenestração; 3. Possíveis complicações isquêmicas e aneurismas.

Fonte: Elaborado pelos Autores a partir dos estudos consultados (2025).

Okahara et al., em revisão baseada em grande amostra de angiografias, destacaram principalmente a ACM duplicada e a ACM acessória. Ambas as variantes possuem relevância na compreensão da circulação colateral, sobretudo em cenários de acidente vascular cerebral (AVC) isquêmico. O reconhecimento dessas variantes é fundamental para interpretar padrões atípicos de perfusão cerebral, podendo alterar a conduta terapêutica e a avaliação prognóstica.

Relatos de caso, como o de Laborde et al., acrescentam outras variantes, incluindo a ACM fenestrada, associada a risco de complicações isquêmicas e à formação de aneurismas no local da fenestração. A duplicação e a presença de uma ACM acessória também foram associadas, nesse estudo, a aneurismas, sugerindo que alterações na morfologia arterial podem modificar o padrão hemodinâmico local e predispor à fragilidade da parede vascular.

Na mesma linha, Uchiyama descreveu não apenas as formas clássicas de ACM duplicada e acessória, mas também variações mais raras, como a ACM de origem duplicada, que se funde para formar um anel arterial, e a ACM em forma de galho ou não fundida, caracterizada pela ausência de um tronco arterial principal. Embora esse autor não tenha detalhado complicações clínicas associadas, essas variantes representam desafios anatômicos para o diagnóstico por imagem e para o planejamento cirúrgico, uma vez que alteram significativamente a disposição habitual da rede arterial.

Estudos angiográficos de Uchino et al. reforçam a ocorrência de duplicação, ACM acessória e fenestração, reiterando o risco aumentado de aneurismas nesses contextos. Por sua vez, Menshawi, Mohr e Gutierrez, em revisão de literatura, também destacaram a relação entre duplicação e acessório da ACM e a possível associação com aneurismas, apontando que, embora sejam variantes raras, sua presença pode modificar o risco de complicações vasculares.

De modo geral, os trabalhos convergem para a conclusão de que as principais variações da ACM – duplicada, acessória e fenestrada – estão associadas a implicações clínicas que vão além da anatomia descritiva. A duplicação e a acessória, além de interferirem na perfusão colateral, podem aumentar a predisposição à formação de aneurismas. Já a fenestração representa um ponto crítico de vulnerabilidade para complicações aneurismáticas e isquêmicas.

Na sequência, o Quadro 5 apresenta os dados sobre a artéria cerebral posterior (ACP).

Quadro 4 - Artéria Cerebral Posterior (ACP).

Autores	Método de Análise	Variação anatômica	Relatos de anormalidades	Risco de complicações clínicas
Okahara, M. et al.	Revisão de 3000 angiografias por RM e 700 angiografias cerebrais	1. ACP fetal: quando o suprimento sanguíneo vem da ACI por meio da ACP fetal ao invés do sistema vertebrobasilar 2. Duplicações ou fenestrações	Nada consta	1. Ao tratar um aneurisma não se pode ocluir a PCA fetal para evitar o infarto do território da ACP 2. Pode influenciar em procedimentos cirúrgicos e intervencionistas
Menshawī, K & Mohr, J. P. & Gutierrez, J.	Revisão de outros estudos	1. ACP fetal 2. ACP duplicada	Nada consta	Nada consta

Fonte: Elaborado pelos Autores a partir dos estudos consultados (2025).

Okahara et al., em revisão de angiografias, destacaram como principal variante a presença da ACP fetal, situação em que o suprimento sanguíneo do território posterior provém da artéria carótida interna (ACI), em vez do sistema vertebrobasilar. Essa configuração, embora relativamente comum, aumenta o risco de provocar infartos em regiões occipitais e talâmicas durante procedimentos endovasculares ou cirúrgicos. Além disso, a presença de duplicações ou fenestrações, ainda que raras, também pode influenciar o planejamento cirúrgico e intervencionista, tornando imprescindível a correta interpretação de exames de imagem.

De maneira complementar, Menshawī, Mohr e Gutierrez, em revisão de literatura, também evidenciaram a ACP fetal e a ACP duplicada como variantes relevantes, ainda que não tenham detalhado complicações associadas.

Em conjunto, os estudos analisados apontam que, embora as variações da ACP muitas vezes sejam assintomáticas, elas apresentam grande relevância prática. A ACP fetal, em particular, deve sempre ser identificada antes de intervenções, visto seu potencial de alterar o padrão de irrigação cerebral e aumentar o risco de complicações isquêmicas. Da mesma forma, duplicações e fenestrações, ao modificarem a morfologia do vaso, podem ter repercussões hemodinâmicas ainda pouco exploradas na literatura, mas que precisam ser consideradas no contexto clínico-cirúrgico.

O Quadro 6 sistematiza as variações anatômicas identificadas para a artéria comunicante posterior (ACoP).

Quadro 5 - Artéria Comunicante Posterior (ACoP).

Autores	Método de Análise	Variação anatômica	Relatos de anormalidades	Risco de complicações clínicas
Sahni, D. & Jit, I. & Lal, V.	Análise de autópsias	1. Tortuosidade 2. Duplicação da ACoP	3. Ausência unilateral da ACoP	Aumento da incidência de aneurismas
Merkkola, P. et al.	Análise de autópsias	Nada consta	1. ACoP ausente	Riscos de perfusão insuficiente para o hemisfério contralateral
Menshawī, K & Mohr, J. P. & Gutierrez, J.	Revisão de outros estudos	1. ACoP hipoplásica 2. ACoP duplicada	3. ACoP ausente	Nada consta

Fonte: Elaborado pelos Autores a partir dos estudos consultados (2025).

Sahni, Jit e Lal, em análises de autópsias, identificaram tortuosidade, duplicação e ausência unilateral da ACoP. Esses achados são particularmente importantes porque a ausência ou a duplicação do vaso alteram significativamente a distribuição do fluxo sanguíneo, aumentando a suscetibilidade ao desenvolvimento de aneurismas, especialmente na região da junção carotídeo-comunicante. A tortuosidade, por sua vez, embora não configure uma anomalia grave isoladamente, pode favorecer alterações

hemodinâmicas locais que também contribuem para a fragilidade da parede arterial.

Em consonância, Merkkola et al. relataram casos de ausência da ACoP em autópsias, ressaltando os riscos de perfusão insuficiente para o hemisfério contralateral, tornando o cérebro mais vulnerável a isquemias extensas.

Menshawi, Mohr e Gutierrez, em revisão de literatura, acrescentam a hipoplasia como outra variação frequente da ACoP, além da duplicação e ausência. A hipoplasia, por reduzir o calibre arterial, compromete a capacidade de circulação colateral e pode estar associada a maior predisposição a aterosclerose, como discutido em outros trabalhos desses autores.

Em conjunto, os resultados demonstram que as variações da ACoP, embora comuns, não devem ser interpretadas apenas sob o prisma anatômico. Elas apresentam forte relação com repercussões clínicas, incluindo maior risco de aneurismas, diminuição da capacidade de perfusão colateral e aumento da vulnerabilidade a eventos isquêmicos.

No que tange às variações venosas, o Quadro 7 agrupa os dados obtidos para a veia cerebral média (VCM).

Quadro 6 - Veia Cerebral Média (VCM).

Autores	Método de Análise	Variação anatômica	Relatos de anormalidades	Risco de complicações clínicas
Shibao, S. et al.	Análise de tomografias computadorizadas - venografias 3D	Variação com relação ao trajeto: Tipo 1: cavernoso ou ausente Tipo 2a: esfenobasal medial Tipo 2b: esfenobasal lateral Tipo 3a: esfenopetroso- veia Tipo 3b: esfenopetroso – veia e seio Tipo 3c: esfenopetroso- seio	Nada consta	Risco aumentado de lesões iatrogênicas
Suzuki, Y. & Matsumoto, K.	Análise de angiogramas	Variação com relação ao trajeto: tipo esfenoparietal, cavernoso, emissário, petroso superior, basal, escamoso e combinado	Nada consta	Risco aumentado de lesões iatrogênicas
Naidoo, J. & Harrichandparsad, R & Lazarus, L	Análise de angiogramas	Duplicação da VCM	Nada consta	Risco aumentado de lesões iatrogênicas
Raets, M. et al.	Análise de angiorressonâncias	Variação com relação ao trajeto: tipo esfenoparietal, cavernoso, emissário, petroso superior, basal, escamoso, ou não desenvolvido	Nada consta	Predisposições a lesões mecânicas e trombose

Fonte: Elaborado pelos Autores a partir dos estudos consultados (2025).

Naidoo, Harrichandparsad e Lazarus, por meio da análise de angiogramas, identificaram duplicações da VCM. Embora tal variação não implique, isoladamente, em disfunção venosa, está associada a risco aumentado de lesões iatrogênicas, principalmente em abordagens cirúrgicas que envolvem a base do crânio e regiões próximas ao seio cavernoso.

Outros estudos, como os de Raets et al. e Suzuki e Matsumoto, concentraram-se nas variações do trajeto da VCM, descrevendo padrões esfenoparietal, cavernoso, emissário, petroso superior, basal, escamoso e suas combinações. Tais trajetos diferenciados não apenas ilustram a diversidade anatômica, mas também apresentam repercussões clínicas relevantes, como predisposição à trombose venosa ou maior vulnerabilidade a lesões mecânicas durante cirurgias.

Shibao et al., por meio de venografias 3D, propuseram uma classificação mais sistemática da VCM em diferentes tipos (cavernoso, esfenobasal medial ou lateral, esfenopetroso em diferentes combinações com veias e seios). Essa classificação detalhada permite uma melhor compreensão da variabilidade anatômica e facilita a comunicação entre radiologistas e cirurgiões. Além disso, ressalta que, independentemente do subtipo, todas essas variantes apresentam risco aumentado de complicações iatrogênicas caso não sejam previamente identificadas.

Em síntese, os resultados apontam que a VCM apresenta grande variabilidade morfológica, tanto em número

(duplicações) quanto em trajeto. Assim, a identificação prévia por angiografia ou venografia é essencial para reduzir riscos cirúrgicos, prevenir iatrogenias e evitar diagnósticos incorretos em exames de imagem.

Para a veia cerebral basilar (VCB), os dados foram agrupados no Quadro 8.

Quadro 7 - Veia Cerebral Basilar (VCB).

Autores	Método de Análise	Variação anatômica	Relatos de anormalidades	Risco de complicações clínicas
Naidoo, J. & Harrichandparsad, R & Lazarus, L	Análise de angiogramas	Espessamento de até 2mm	Nada consta	Risco aumentado de lesões iatrogênicas

Fonte: Elaborado pelos Autores a partir dos estudos consultados (2025).

A análise realizada por Naidoo, Harrichandparsad e Lazarus, a partir de angiogramas, identificou espessamento da estrutura venosa de até 2 mm. Embora esse achado seja relativamente discreto quando comparado a outras variações anatômicas mais frequentemente descritas (como duplicações ou trajetos alternativos), seu reconhecimento tem relevância clínica, especialmente no contexto de procedimentos neurocirúrgicos e endovasculares com potencial risco potencial de lesões iatrogênicas que reforçam a necessidade de mapeamento anatômico detalhado por métodos de imagem pré-operatórios.

Apesar de o presente resultado ser isolado e não corroborado por outros estudos incluídos nesta revisão, ele evidencia a importância de se documentar até mesmo variações morfométricas discretas. Isso porque, em um cenário clínico, a soma de pequenas particularidades anatômicas pode modificar significativamente a condução de uma intervenção. Além disso, a escassez de estudos específicos sobre essas variações indica uma lacuna na literatura, apontando para a necessidade de investigações mais abrangentes que explorem a prevalência, os mecanismos formativos e a implicação clínica dessas alterações.

Os estudos relativos às variantes das veias anastomóticas inferiores (Labbé) são apresentados no Quadro 9.

Quadro 8 - Veias Anastomóticas Inferiores (Labbé).

Autores	Método de Análise	Variação anatômica	Relatos de anormalidades	Risco de complicações clínicas
Naidoo, J. & Harrichandparsad, R & Lazarus, L	Análise de angiogramas	1. Em duplicidade ou triplicadas 2. Dominância única de AV ou Codominância	Hipoplasia	Risco aumentado de lesões iatrogênicas
Silva, P. S. et al.	Análise de angiogramas	Em duplicidade	Ausente	Risco aumentado de lesões iatrogênicas

Fonte: Elaborado pelos Autores a partir dos estudos consultados (2025).

Naidoo et al. relatam a ocorrência de duplicidade ou triplicidade de vasos, assim como padrões de dominância venosa, condições que podem modificar significativamente a drenagem cerebral e influenciar o planejamento cirúrgico. A hipoplasia, identificada pelos autores, ainda que não associada a manifestações clínicas específicas, pode limitar a capacidade compensatória da rede venosa, tornando o paciente mais vulnerável em situações de oclusão ou lesão vascular.

Por sua vez, Silva et al. também descrevem duplicidade venosa, mas acrescentam o espessamento como variação estrutural relevante. Embora sem relatos de anormalidades funcionais, tais características reforçam a possibilidade de que variações discretas, quando não identificadas previamente, possam comprometer a segurança em procedimentos invasivos, especialmente em abordagens em que a proximidade anatômica dificulta a dissecação segura.

A convergência entre os dois estudos, ainda que metodologicamente semelhantes, demonstra que variações venosas não

são eventos raros, mas carecem de investigação mais aprofundada quanto à sua prevalência e impacto clínico. Além disso, a ausência de relatos sistematizados de anormalidades funcionais indica que muitas dessas alterações podem ser subdiagnosticadas ou consideradas irrelevantes, quando, na prática, podem modificar condutas terapêuticas e prognósticos em situações de risco.

4. Considerações Finais

A presente revisão permitiu reunir e sistematizar as principais variações anatômicas descritas nas artérias e veias cerebrais, destacando-se sua relevância não apenas do ponto de vista descritivo, mas sobretudo clínico e cirúrgico. Outrossim, as análises incluíram desde vasos arteriais de grande importância no Círculo Arterial do Cérebro, como a carótida interna, cerebral anterior, comunicante anterior, cerebral média, cerebral posterior e comunicante posterior, bem como as estruturas venosas como a veia cerebral média, a veia basilar e as veias anastomóticas inferiores.

De modo geral, os estudos demonstram que tais variações anatômicas, ainda que frequentemente assintomáticas, possuem implicações práticas significativas. Entre as repercussões mais destacadas estão a predisposição ao desenvolvimento de aneurismas (particularmente em regiões de junção arterial), o risco aumentado de isquemia em casos de circulação colateral insuficiente, a possibilidade de diagnósticos equivocados em exames de imagem – como a distinção entre fenestrações e aneurismas – e a vulnerabilidade a lesões iatrogênicas durante procedimentos neurocirúrgicos ou endovasculares.

Nas artérias, observou-se que variantes como a carótida interna aberrante, a ACA ázigos ou bi-hemisférica, a duplicação ou fenestração da ACM e a presença da ACP fetal representam exemplos de condições que, quando não identificadas previamente, podem modificar condutas terapêuticas e influenciar o prognóstico. No território venoso, variações de trajeto e duplicações, como descritas na veia cerebral média e nas veias anastomóticas inferiores, foram particularmente associadas ao aumento do risco de iatrogenias.

Além disso, a importância de diferenciar variantes congênicas de alterações adquiridas, como a estenose, evita interpretações diagnósticas equivocadas e condutas inadequadas. Ademais, o conjunto de estudos analisados evidencia lacunas na literatura, especialmente no que se refere à prevalência populacional e às repercussões funcionais de algumas variantes venosas, o que reforça a importância de investigações futuras mais abrangentes.

Assim, conclui-se que o conhecimento detalhado das variações anatômicas vasculares cerebrais deve ser incorporado à prática clínica e radiológica cotidiana, não se restringindo ao campo da anatomia descritiva. O reconhecimento sistemático dessas variantes em exames de imagem constitui ferramenta essencial para o diagnóstico preciso, para a prevenção de iatrogenias e para o planejamento seguro de intervenções neurocirúrgicas e endovasculares, contribuindo diretamente para a melhoria dos desfechos clínicos em doenças cerebrovasculares.

Referências

- Bär, T. (1980). The vascular system of the cerebral cortex. *Advances in Anatomy, Embryology and Cell Biology*, 59, I–VI, 1–62. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-67432-7>
- Bertulli, L., & Robert, T. (2021). Embryological development of the human cranio-facial arterial system: A pictorial review. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 43(6), 961–973. <https://doi.org/10.1007/s00276-021-02684-y>
- Bijari, P. B., Wasserman, B. A., Ahlman, M. A., & Prince, M. R. (2014). Carotid bifurcation geometry is an independent predictor of early wall thickening at the carotid bulb. *Stroke*, 45(3), 682–688. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.113.003454>
- Casella, I. B., Sotelo, F. J., Yamazaki, Y., Presti, C., Vassoler, A., & Melo, H. A. (2009). Comparison of common carotid artery intima-media thickness between Brazilian Euro-descendants and Afro-descendants with atherosclerosis risk factors. *Clinics (São Paulo)*, 64(7), 657–664. <https://doi.org/10.1590/S1807-59322009000700006>
- Crossetti, M. G. O. (2012). Revisão integrativa de pesquisa na enfermagem o rigor científico que lhe é exigido [editorial]. *Rev Gaúcha Enferm.* 33(2):8-9. <https://doi.org/10.1590/S1983-14472012000200001>

- Dumitrescu, A. M., Costea, C. F., Furnică, C., Turliuc, M. D., & Cucu, A. I. (2021). Morphological aspects of the vasculogenesis and angiogenesis during prenatal edification of the circle of Willis: A review. *Romanian Journal of Morphology and Embryology*, 62(3), 679–687. <https://doi.org/10.47162/RJME.62.3.04>
- Kapoor, K., Singh, B., & Dewan, L. I. (2008). Variations in the configuration of the circle of Willis. *Anatomical Science International*, 83(2), 96–106. <https://doi.org/10.1111/j.1447-073X.2007.00216.x>
- Kathuria, S., Gregg, L., Chen, J., & Gandhi, D. (2011). Normal cerebral arterial development and variations. *Neuroimaging Clinics of North America*, 21(3), 407–427. <https://doi.org/10.1016/j.nic.2011.05.013>
- Laborde, D. V., Mason, A. M., Riley, J., Dion, J. E., & Barrow, D. L. (2011). Aneurysm of a duplicate middle cerebral artery. *World Neurosurgery*, 77(1), 201.e1–201.e4. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2011.10.015>
- Lopes, L. R., Valença, M., Pereira, D., & Salgado, H. (2012). Anatomia e variantes do sistema venoso cerebral. *Acta Médica Portuguesa*, 25(S1), 17–20. <https://doi.org/10.20344/amp.258>
- Lopes, L. R., Valença, M., Pereira, D., & Salgado, H. (2012). O desenvolvimento do sistema venoso cerebral. *Acta Médica Portuguesa*, 25(S1), 30–33. <https://doi.org/10.20344/amp.259>
- Manninen, H., Mäkinen, K., Vanninen, R., Ronkainen, A., & Tulla, H. (2009). How often does an incomplete circle of Willis predispose to cerebral ischemia during closure of carotid artery? Postmortem and clinical imaging studies. *Acta Neurochirurgica*, 151(9), 1099–1105. <https://doi.org/10.1007/s00701-009-0360-2>
- Menshaw, K., Mohr, J. P., & Gutierrez, J. (2015). A functional perspective on the embryology and anatomy of the cerebral blood supply. *Journal of Stroke*, 17(2), 144–158. <https://doi.org/10.5853/jos.2015.17.2.144>
- Naveen, S. R., Bhat, V., & Karthik, G. A. (2015). Avaliação angiográfica por ressonância magnética do círculo de Willis: Um estudo morfológico em um hospital terciário. *Annals of Indian Academy of Neurology*, 18(4), 391–397. <https://doi.org/10.4103/0972-2327.165471>
- Okahara, M., Kiyosue, H., Mori, H., Sagara, Y., Matsumoto, S., & Tanoue, S. (2002). Anatomic variations of the cerebral arteries and their embryology: A pictorial review. *European Radiology*, 12(10), 2548–2561. <https://doi.org/10.1007/s00330-002-1401-4>
- Parmar, H., Sitoh, Y. Y., & Hui, F. (2005). Normal variants of the intracranial circulation demonstrated by MR angiography at 3T. *European Journal of Radiology*, 56(2), 220–228. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2005.05.001>
- Pereira, A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [e-book]. Ed. UAB/NTE/UFSM.
- Quezada, S., Castillo-Melendez, M., Walker, D. W., & Tolcos, M. (2018). Development of the cerebral cortex and the effect of the intrauterine environment. *The Journal of Physiology*, 596(23), 5665–5674. <https://doi.org/10.1113/JP276210>
- Raets, M. M. A., Dudink, J., & Govaert, P. (2015). Brain vein disorders in newborn infants. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 57(3), 229–240. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12677>
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–9. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Takuwa, T., Koike, T., Muranaka, T., Uwabe, C., & Yamada, S. (2016). Formation of the circle of Willis during human embryonic development. *Congenital Anomalies*, 56(5), 233–236. <https://doi.org/10.1111/cga.12153>
- Uchiyama, N. (2017). Anomalies of the middle cerebral artery. *Neurologia Medico-Chirurgica*, 57(6), 261–266. <https://doi.org/10.2176/nmc.ra.2016-0342>
- Whitehead, K. J., Smith, M. C. P., & Li, D. Y. (2013). Arteriovenous malformations and other vascular malformation syndromes. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 3(2), a006635. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a006635>