

SISTEMA VASCULAR ARTERIAL DE LA REGIÓN CRANEOCERVICAL: ANATOMÍA Y VARIANTES DE LA NORMALIDAD

Carmen Rodríguez Fuentes¹, Yeray Aguilar Tejedor¹,
Imanol Esteras Extebarria¹, Laura Hernández Hernández¹,
Jesús Hurtado del Pino²

¹Complejo Hospitalario Insular Materno Infantil, Las
Palmas de Gran Canaria, ²Hospital Universitario de Jerez
de la Frontera, Jerez de la Frontera

Objetivo docente

Repasar la anatomía de los troncos supraaórticos y de la vascularización arterial cerebral; así como describir las diferentes variantes anatómicas y la asociación de algunas de estas con procesos patológicos.

Revisión del tema

El flujo sanguíneo cerebral es suministrado por las arterias carótidas internas (ACI) y las arterias vertebrales (AV). Las ramas intradurales de la ACI abastecen la circulación cerebral anterior y la órbita. El sistema vertebrobasilar, formado por la anastomosis de las AV en la arteria basilar (AB), forma la circulación cerebral posterior. Las conexiones entre la circulación anterior y la posterior se producen a través del polígono de Willis o mediante anastomosis carotídeo-vertebrales y carotídeo-basilar embriológicamente persistentes.

Las variantes anatómicas son extremadamente frecuentes y habitualmente son hallazgos incidentales. Las más frecuentes son las hipoplasias/agenesias y las duplicaciones/fenestraciones. Normalmente no tienen repercusión clínica, pero en algunos casos pueden asociarse a la presencia de procesos patológicos. Dada su alta frecuencia, es importante conocer estas variantes anatómicas, ya que no hay que confundirlas con hallazgos patológicos.

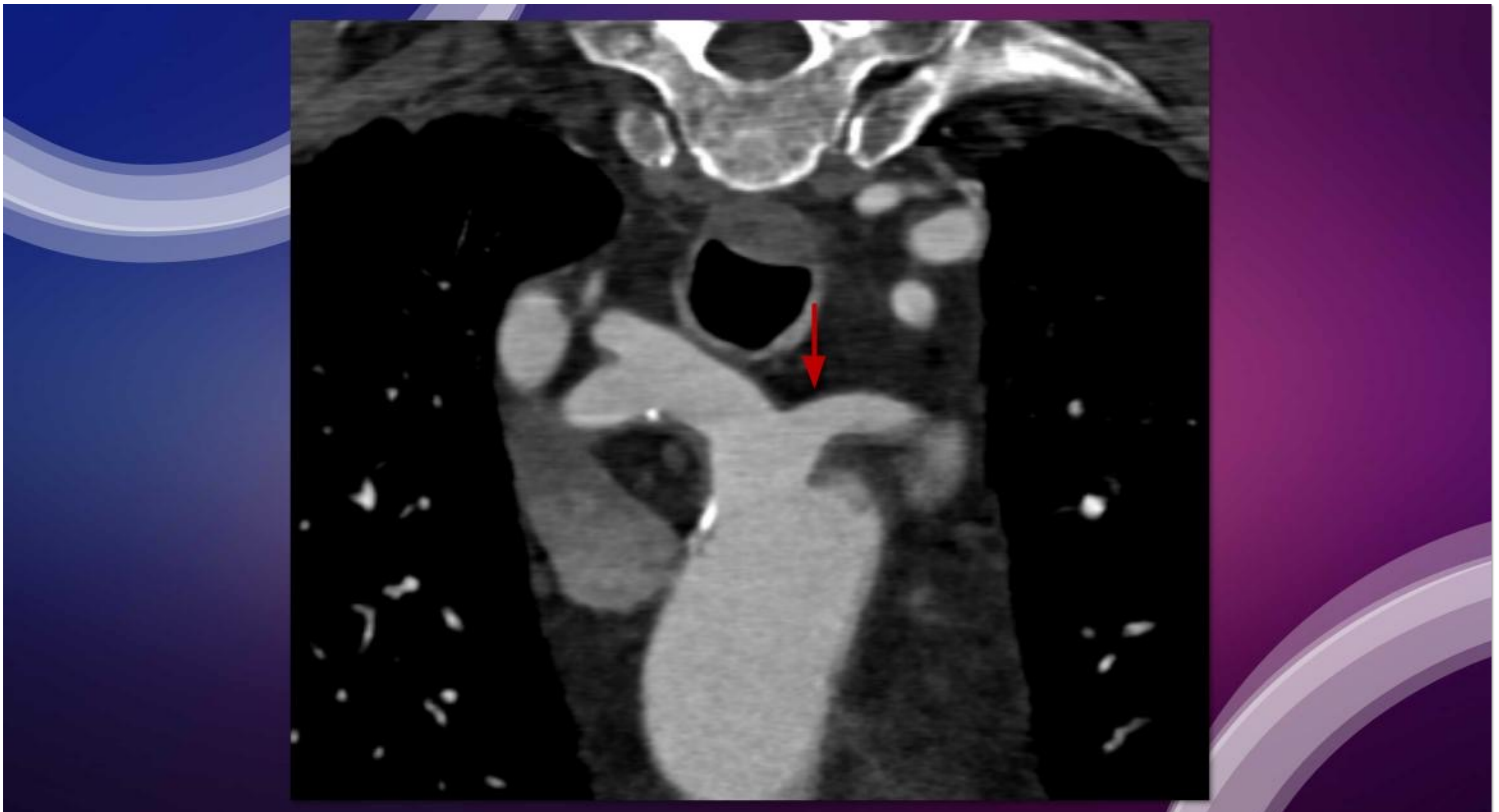


Figura 1: Variante conocida comúnmente como "arco bovino". En algunos casos se observa un origen común de la arteria carótida común (ACC) izquierda y el tronco braquiocefálico.

Troncos supraaórticos

El origen de los troncos supraaórticos a nivel del arco aórtico puede presentar varias disposiciones anatómicas (**figuras 1 y 2**), siendo la morfología de un tronco braquiocefálico derecho y origen independiente de las arterias carótida interna y subclavia izquierdas la forma más frecuente.

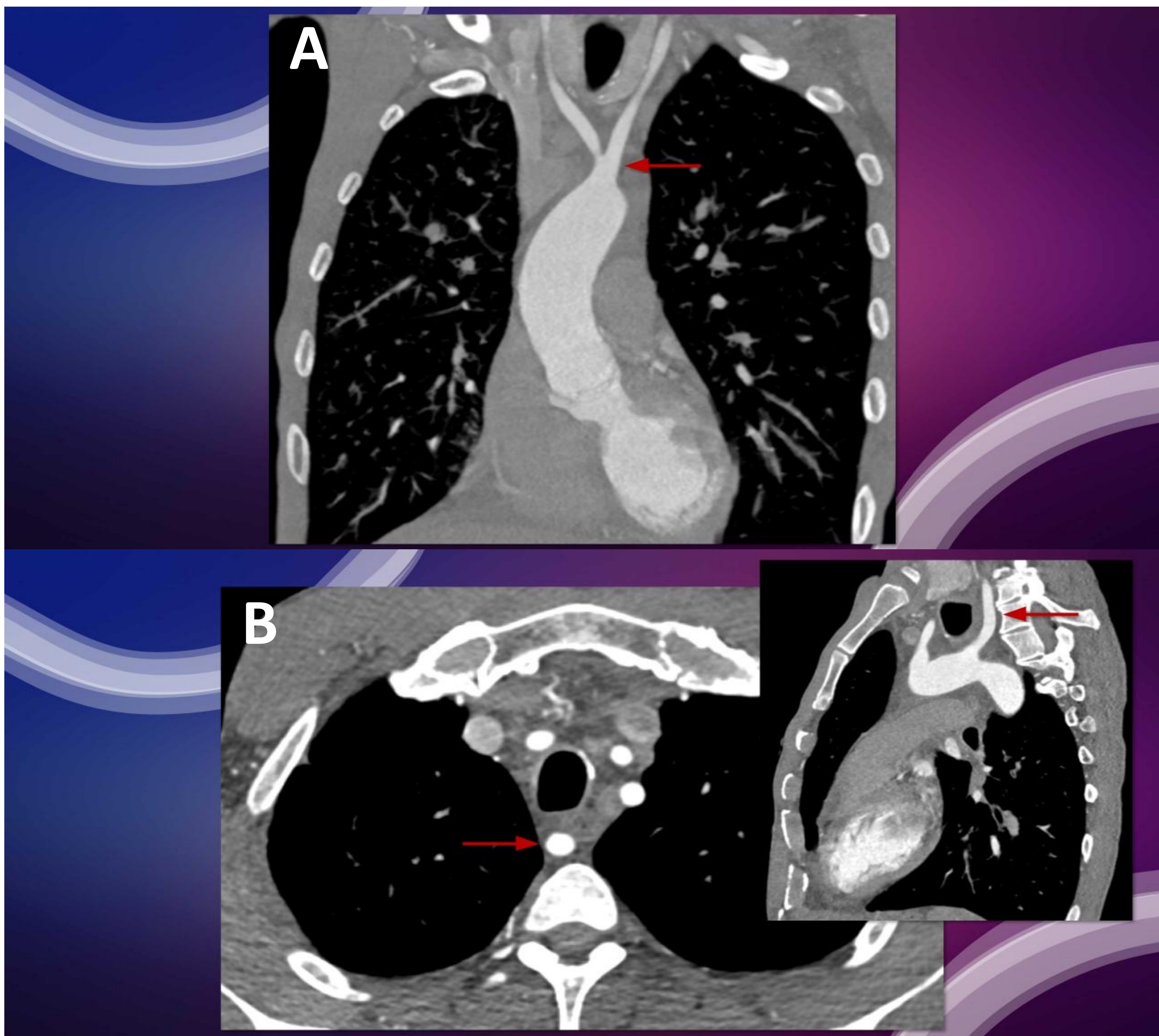


Figura 2: En raras ocasiones, la ambas ACC se originan en un tronco común llamado tronco bicarotídeo (A), que generalmente se observa en asociación con una arteria subclavia derecha aberrante (B).

Bifurcación carotídea

La bifurcación carotídea se localiza con mayor frecuencia entre los niveles vertebrales C3 y C5, pero se pueden encontrar posiciones extremas que van de C1 a T4.

Inmediatamente distal a la bifurcación carotídea, la ACI es lateral y posterior a la arteria carótida externa (ACE). A continuación, la ACI se medializa para alcanzar el canal carotídeo, mientras que el ACE asciende lateralmente hacia la glándula parótida.

Arteria carótida externa

La ACE se divide en numerosas ramas a lo largo de su recorrido entre la bifurcación carotídea y su terminación en las arterias maxilar y temporal superficial.

La descripción clásica del ACE incluye ocho ramas principales (**figura 3**) que irrigan el aspecto superior de la glándula tiroides, el viscerocráneo, el cuero cabelludo y una parte del neurocráneo.

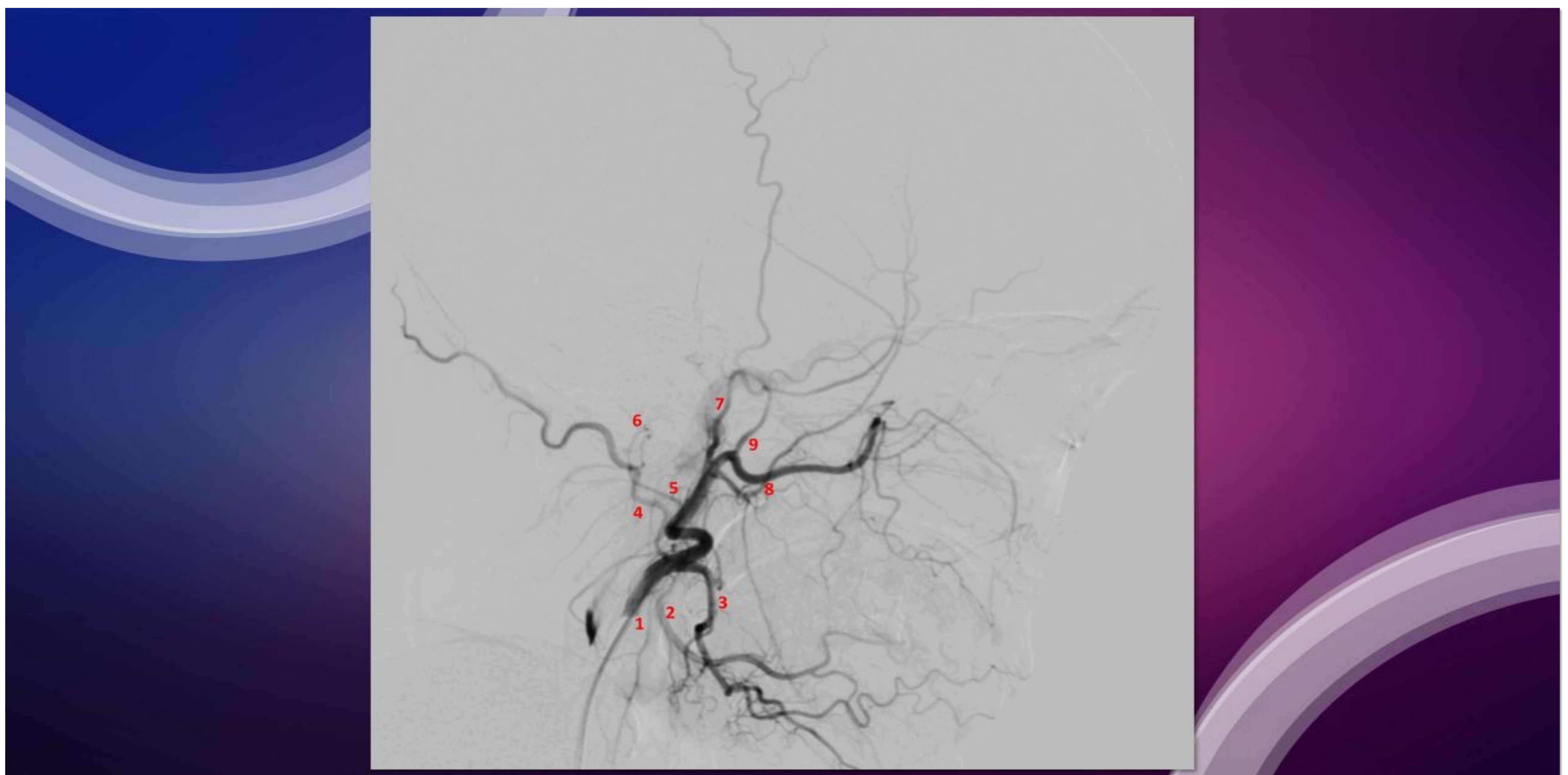


Figura 3: Ramas de la ACE: 1-Arteria tiroidea superior. 2-Arteria lingual. 3-Arteria facial. 4-Arteria faríngea ascendente. 5-Arteria auricular posterior. 6-Arteria occipital. 7-Arteria maxilar. 8-Arteria temporal superficial.

Arteria carótida interna

La ACI surge en la bifurcación carotídea y se divide en cuatro segmentos:

1. La porción cervical normalmente no emite ramas detectables angiográficamente.
2. El segmento petroso comienza cuando la arteria entra en el canal carotídeo. Se divide en una porción vertical seguida de una porción horizontal que cruza sobre el foramen lacero.
3. El segmento cavernoso se extiende desde el ápex petroso hasta la apófisis clinoides anterior, donde la ACI cruza la duramadre y forma el techo del seno cavernoso. El segmento cavernoso es intracraneal, pero extradural.
4. La porción supraclinoidea discurre cranealmente hasta que se bifurca en la arteria cerebral anterior (ACA) y la arteria cerebral media (ACM) dentro de la cisterna carotídea. Tres arterias importantes se ramifican de la ACI supraclinoidea: la arteria oftálmica (AO), la arteria comunicante posterior (AComP) y la arteria coroidea anterior (AChoA).

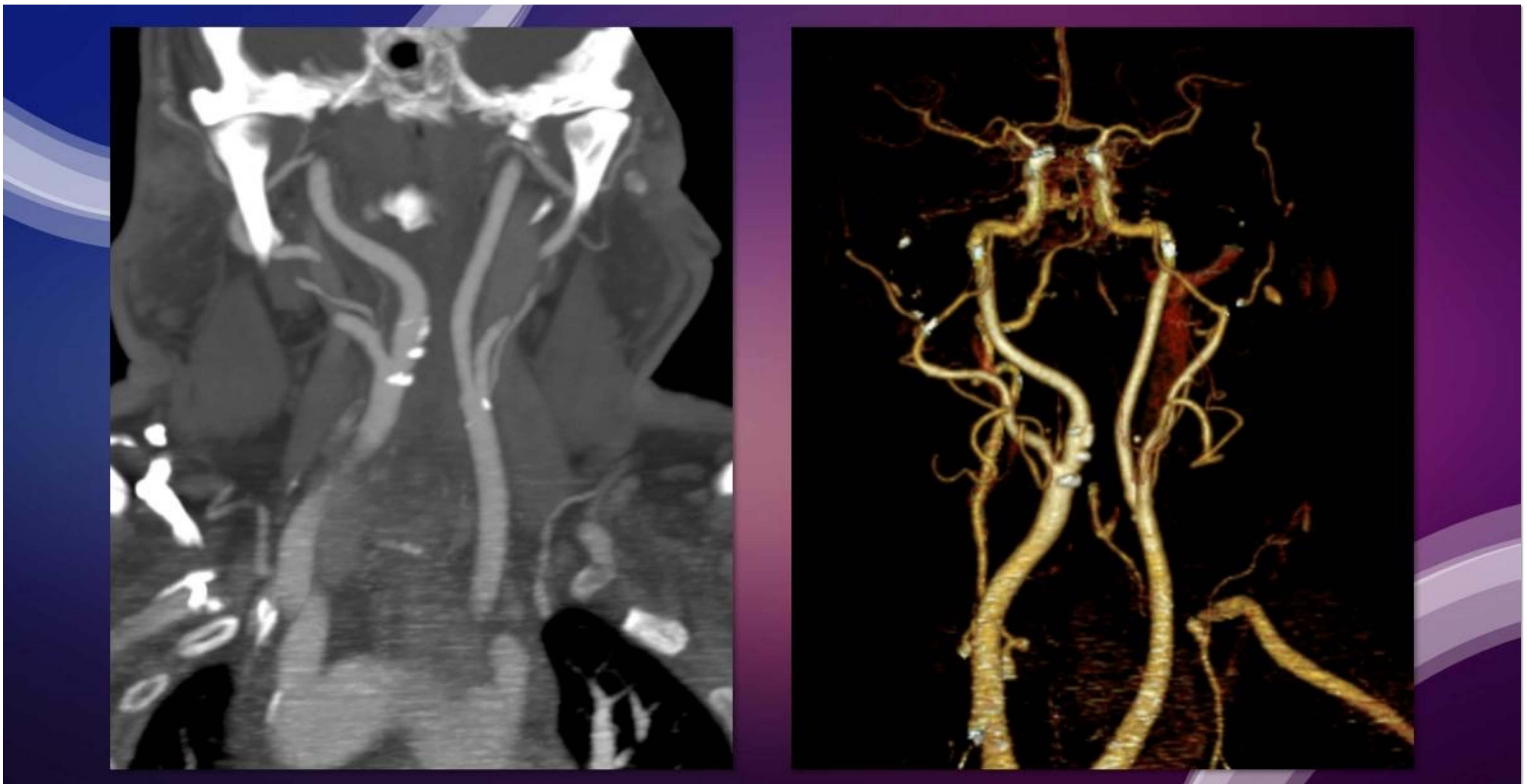


Figura 4: La ACI retrofaríngea es una variante anatómica en la que una o ambas ICA se sitúan medialmente en el espacio retrofaríngeo.

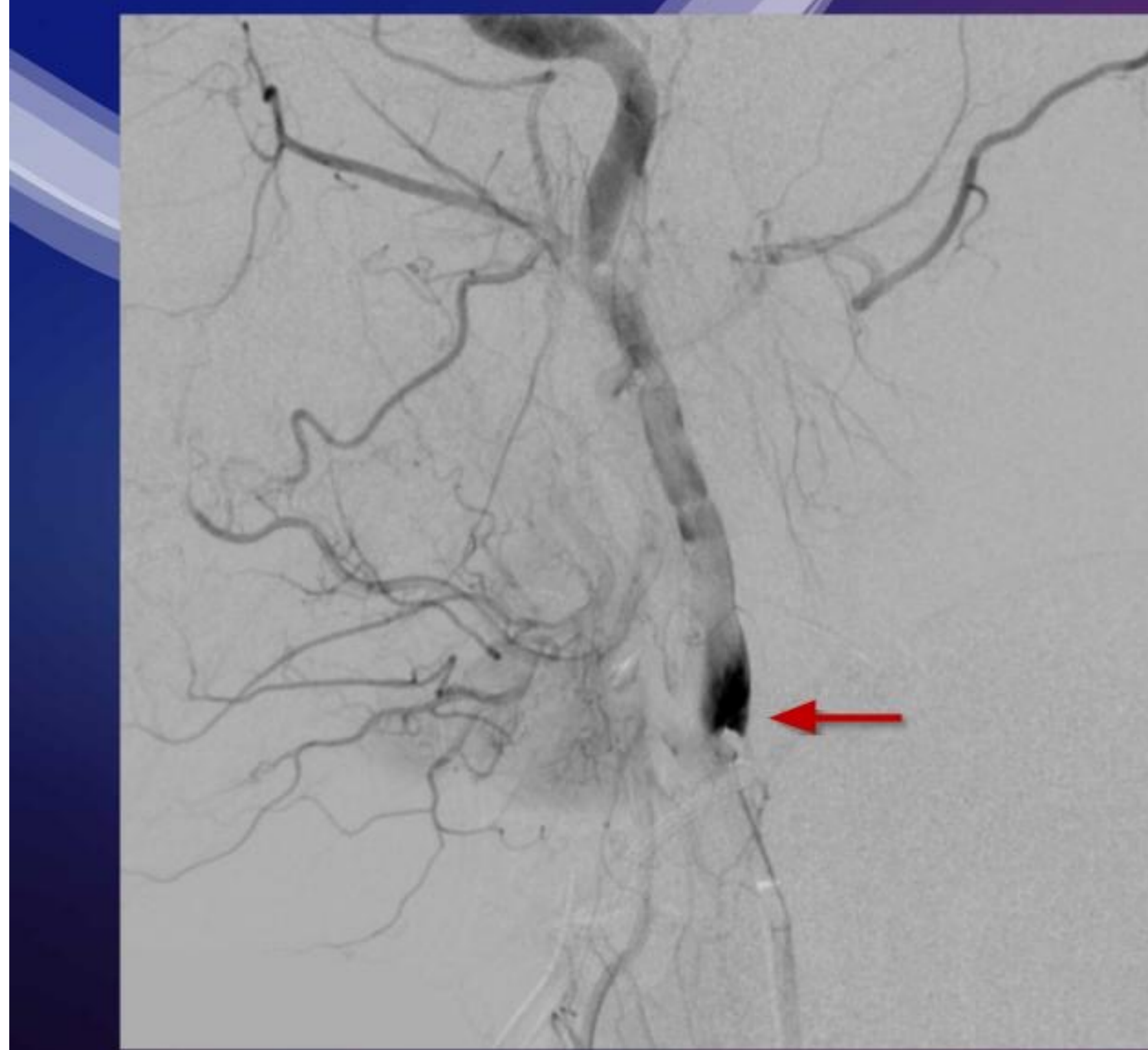


Figura 5: El web carotídeo es una membrana delgada y lineal desde el aspecto posterior del bulbo carotideo o de la ACI hacia la luz. Histológicamente, es una forma atípica de displasia fibromuscular. Son altamente trombógenas y pueden estar implicadas en un accidente cerebrovascular isquémico. Esto probablemente ocurre debido a la estasis de la sangre y la activación de las plaquetas, lo que resulta en la formación de trombos, que luego puede embolizar intracranialmente.

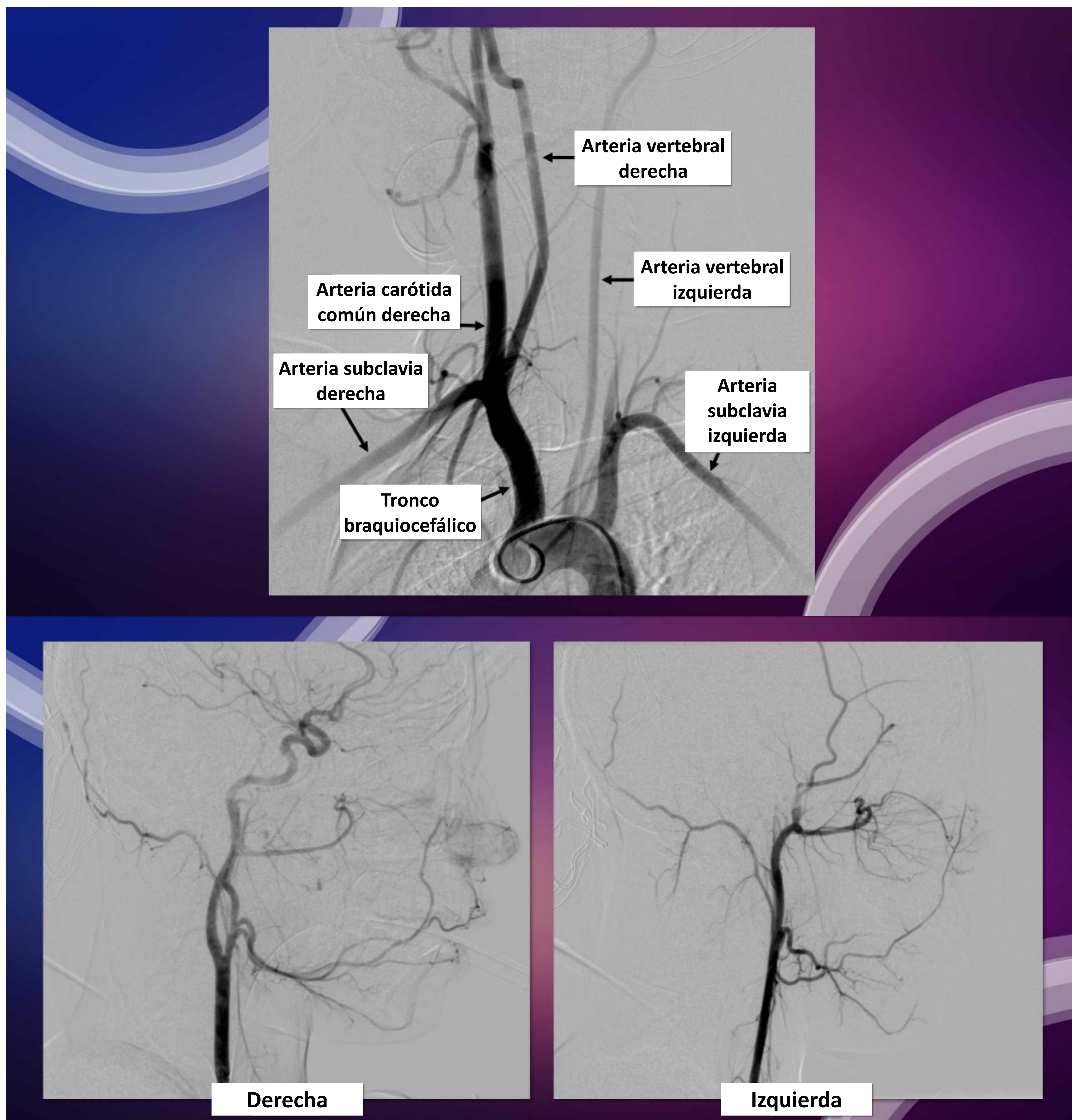


Figura 6: Agenesia de la ACI izquierda como variante anatómica patológica que compensa por colateralidad proveniente del polígono de Willis. Está asociada con un aumento de la incidencia de aneurismas cerebrales, probablemente por el aumento del flujo colateral.

Arteria cerebral anterior

El ACA emite ramas a los lóbulos frontal medial, parietal y occipital y al cuerpo caloso. Se puede dividir en cuatro segmentos:

1. A1 (precomunicante): desde su origen desde la ACI hasta la arteria comunicante anterior (AComA). Está sujeta a variaciones frecuentes y puede estar ausente, hipoplásica, corta, fenestrada o múltiple (**figura 7**).
2. A2 (infracaloso): desemboca en la fisura interhemisférica hacia arriba por delante de la lámina terminal hacia el género del cuerpo caloso.
3. A3 (precalloso): segmento corto que se curva alrededor del género del cuerpo caloso.
4. A4 (supracaloso): discurre posteriormente en la cisterna pericallosa, por encima de la superficie del cuerpo caloso hacia el esplenio.

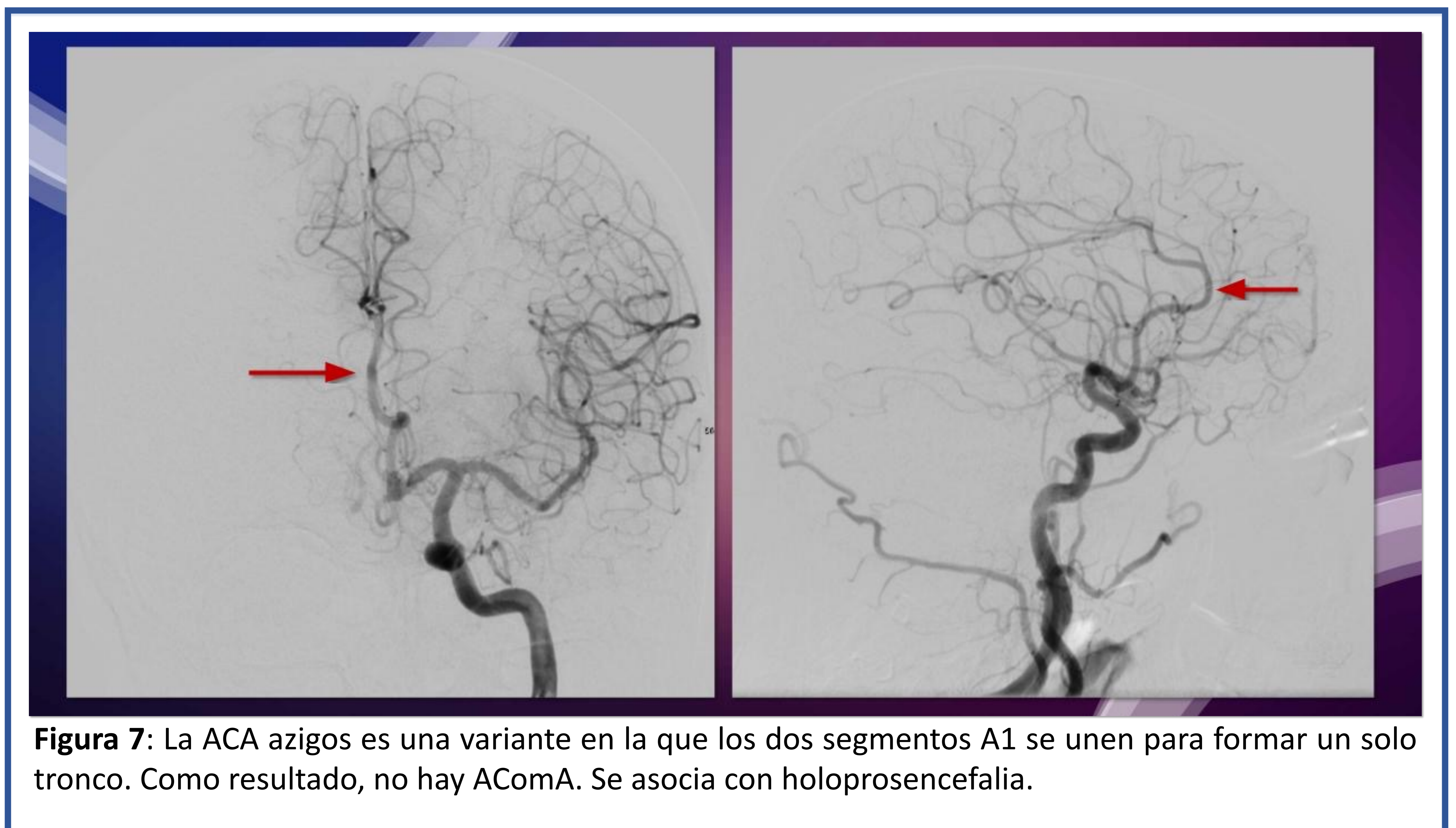


Figura 7: La ACA azigos es una variante en la que los dos segmentos A1 se unen para formar un solo tronco. Como resultado, no hay AComA. Se asocia con holoprosencefalia.

Arteria cerebral media

La ACM es la rama más grande de la ACI e irriga una gran parte de los hemisferios cerebrales y ganglios basales. Se puede dividir en cuatro segmentos:

1. M1: discurre horizontalmente hacia la cisura de Silvio. Se divide distalmente en dos o tres ramas (bri-trifurcación, **figuras 8 y 9**).
2. M2: discurre verticalmente sobre la superficie de la ínsula.
3. M3: discurre lateralmente y saliendo del ribete insular.
4. M4: ramas corticales distales.

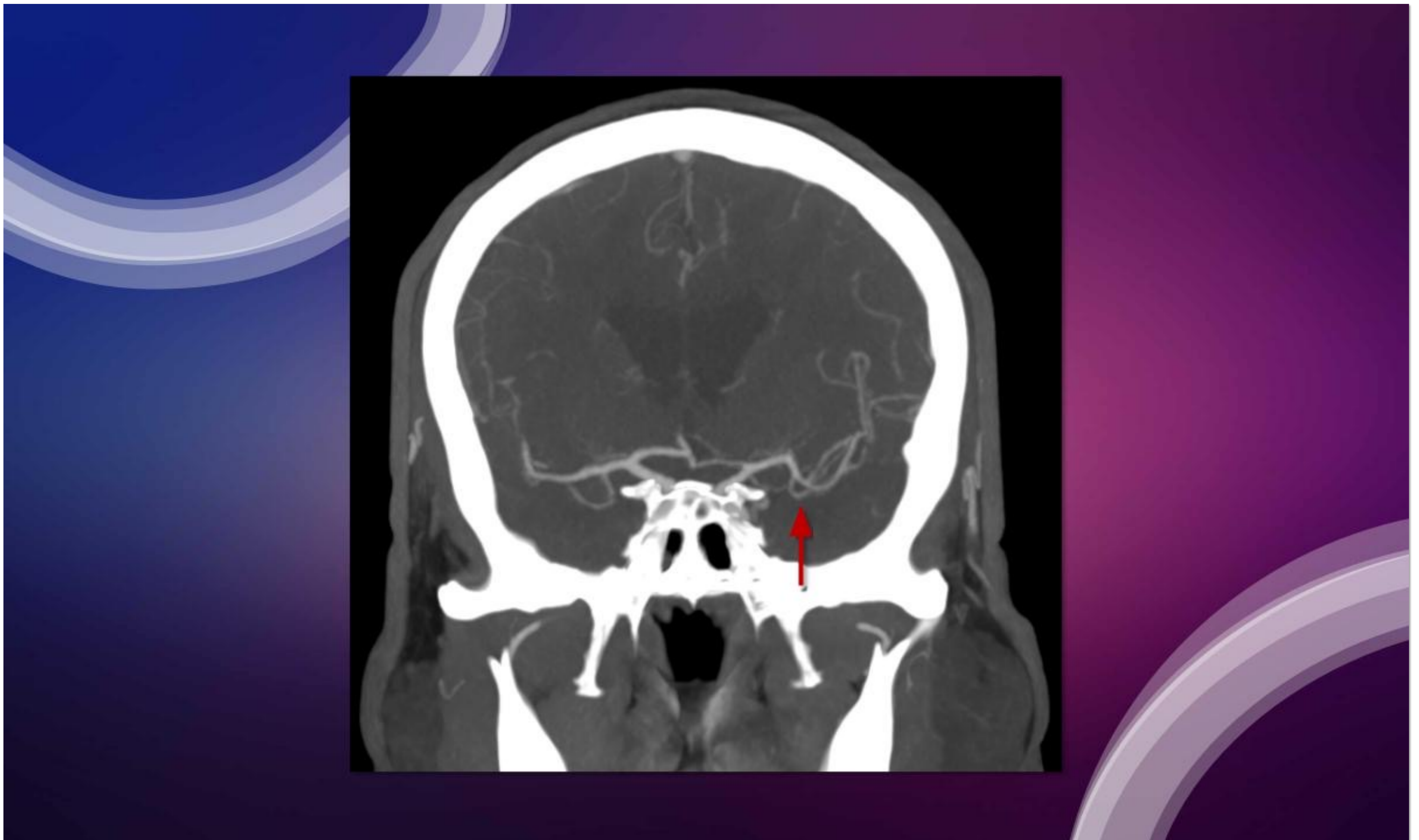


Figura 8: Trifurcación de la ACM izquierda como variante anatómica.

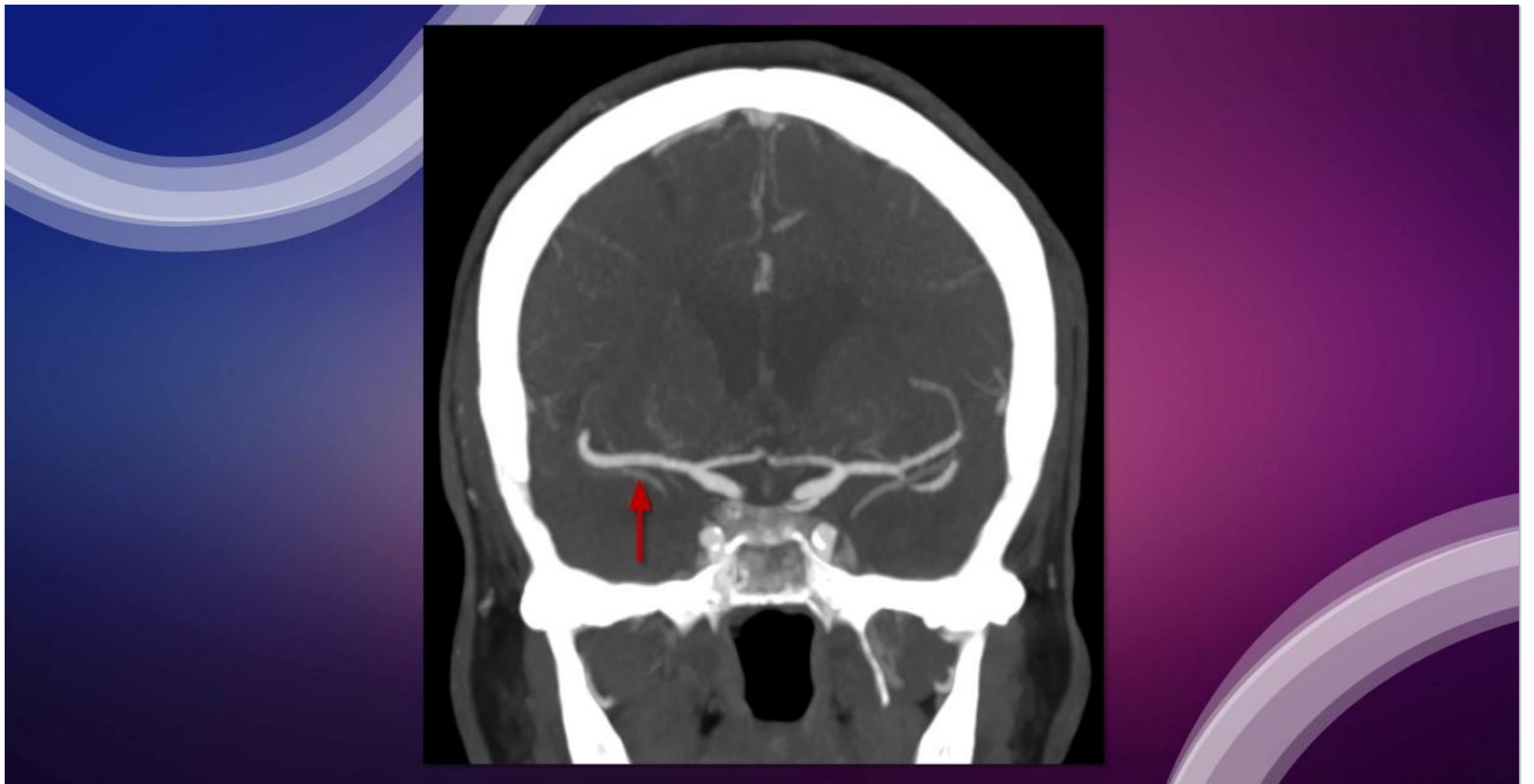


Figura 9: Tronco único de la ACM derecha como variante anatómica.

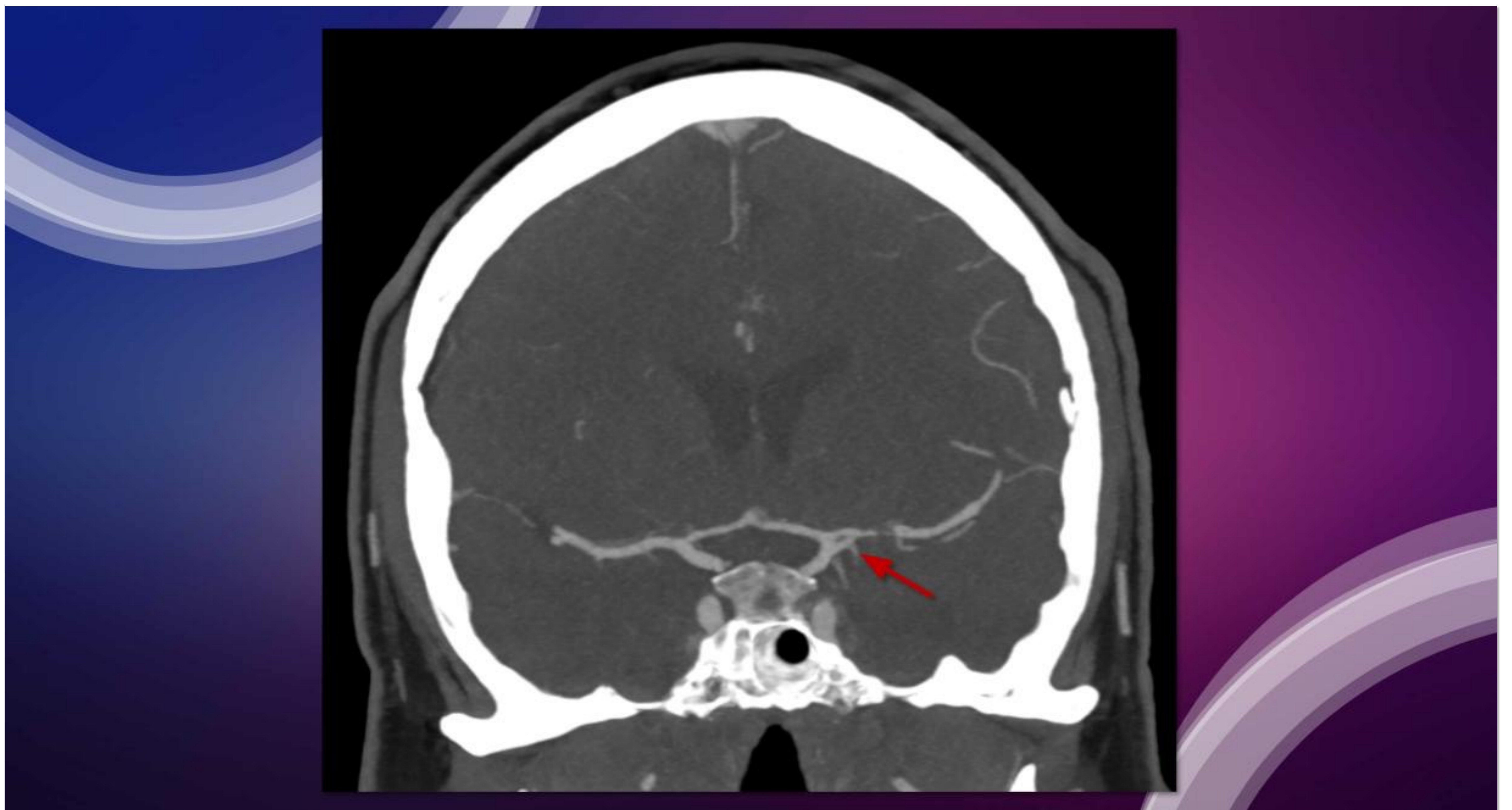


Figura 10: Fenestración de la ACM izquierda como variante anatómica.

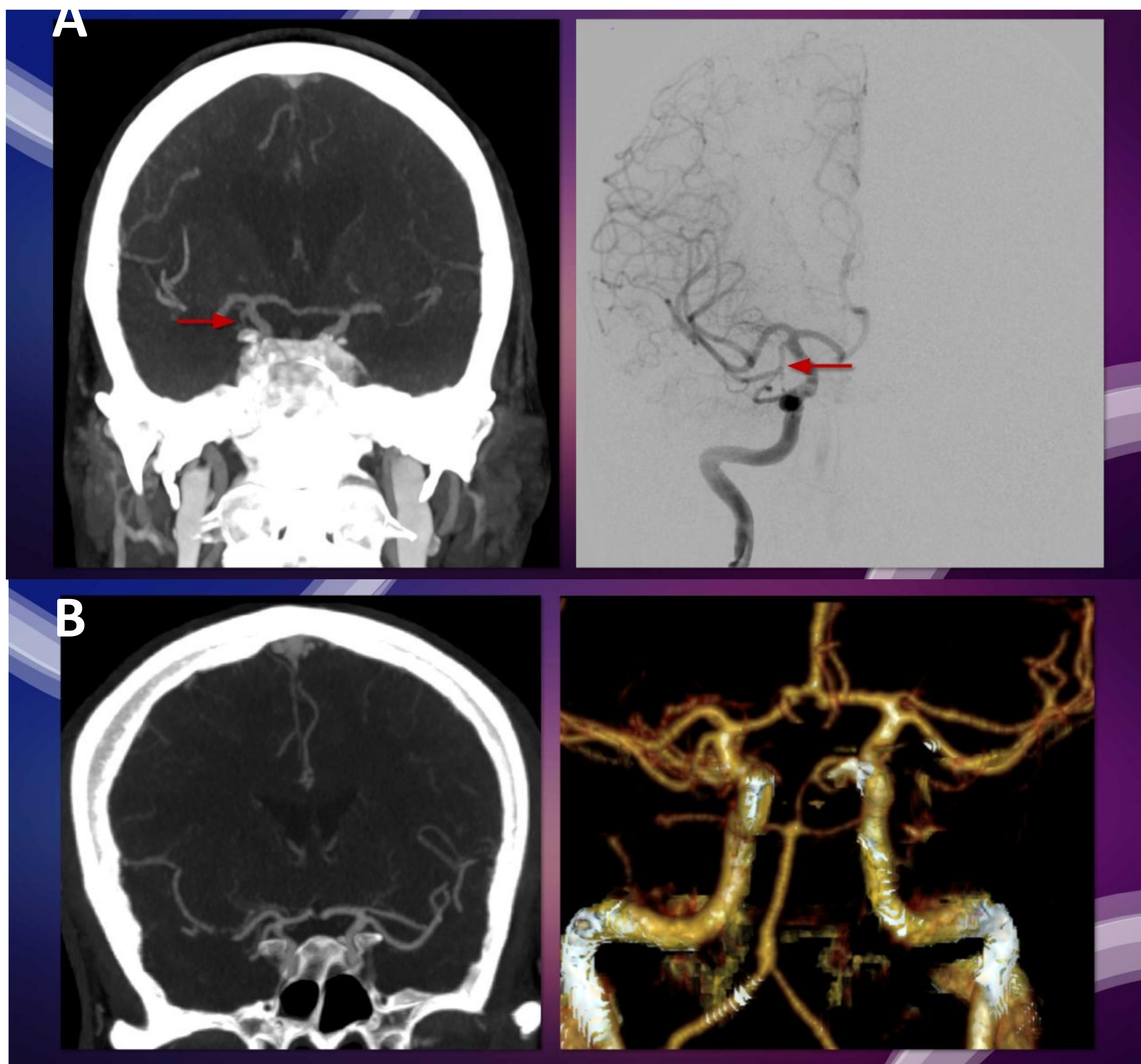


Figura 11: En raras ocasiones, una ACM accesoria surge entre la AChoA y la ACI terminal o directamente de la AComP o ACA. (A-izquierda y B-bilateral).

Sistema vertebrobasilar

El sistema vertebra-basilar se forma por la unión de ambas AV en la AB (**figura 12**).

La AV generalmente tiene origen en la arteria subclavia y se divide en cuatro segmentos:

1. V1: se extiende desde el origen de la AV hasta el foramen transverso de la sexta vértebra cervical (C6).
2. V2: se extiende cranealmente a través de los forámenes transversos hasta el foramen transverso del axis (C2).
3. V3: hasta que cruza la duramadre en el espacio atlantooccipital inmediatamente debajo del foramen magno.
4. V4: comienza en su paso intradural, atraviesa el foramen magno y se une a la VA contralateral en la cara anterior del bulbo para formar la AB.

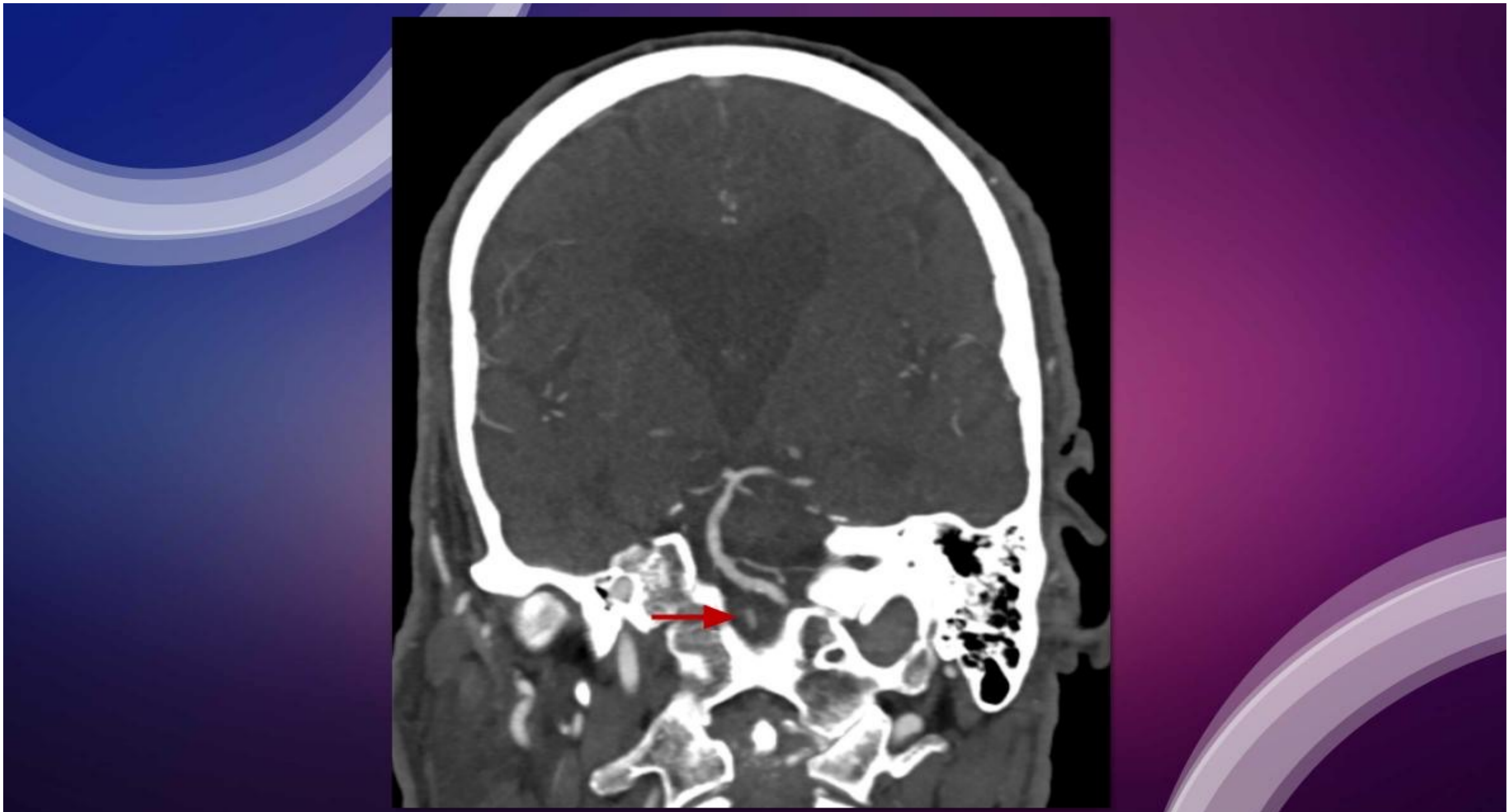


Figura 12: La AV a veces no se une a la AV contralateral y termina como una arteria cerebelosa inferior posterior (PICA).

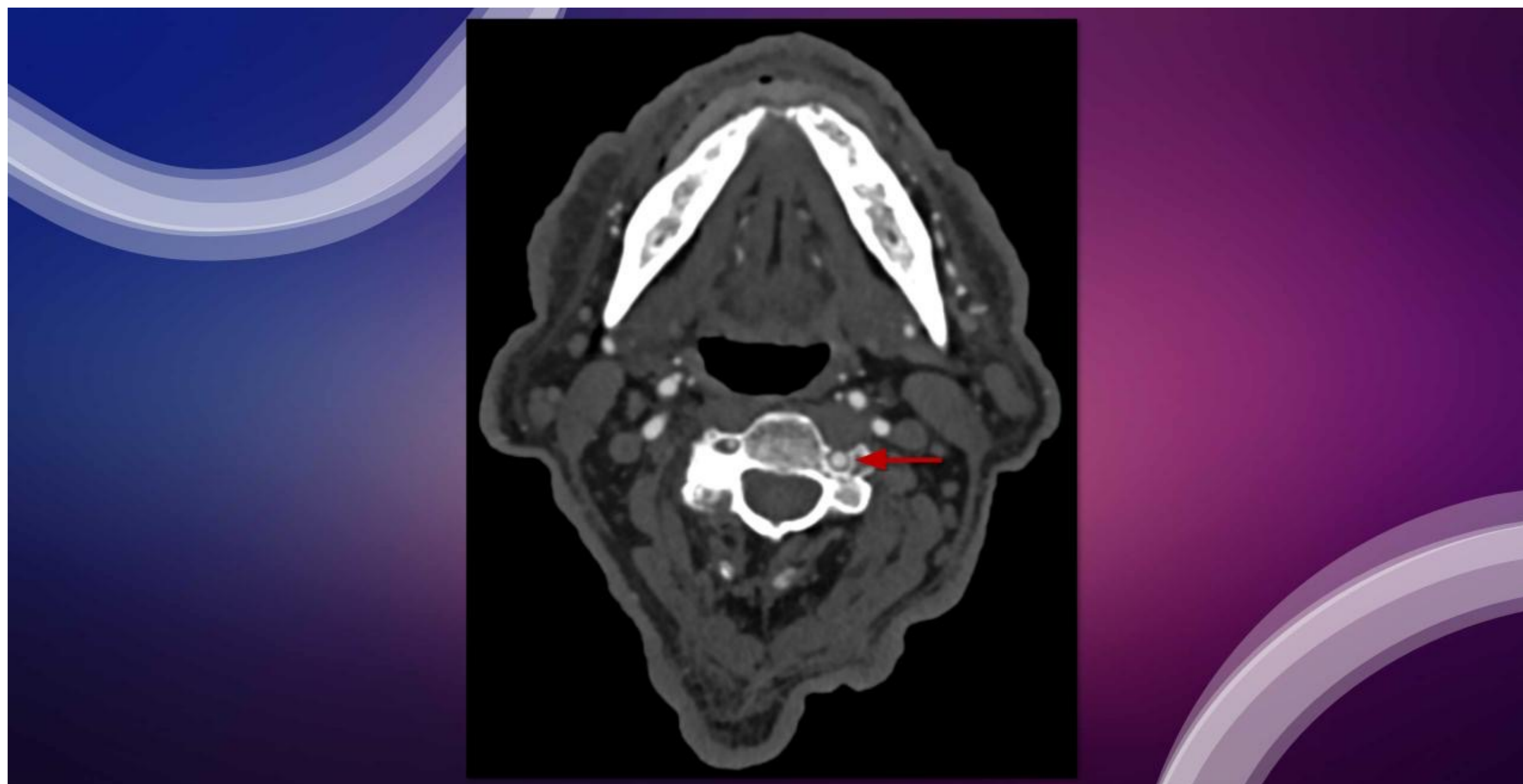


Figura 13: Las VA son frecuentemente asimétricas. La AV izquierda es dominante en la mayoría de los casos.

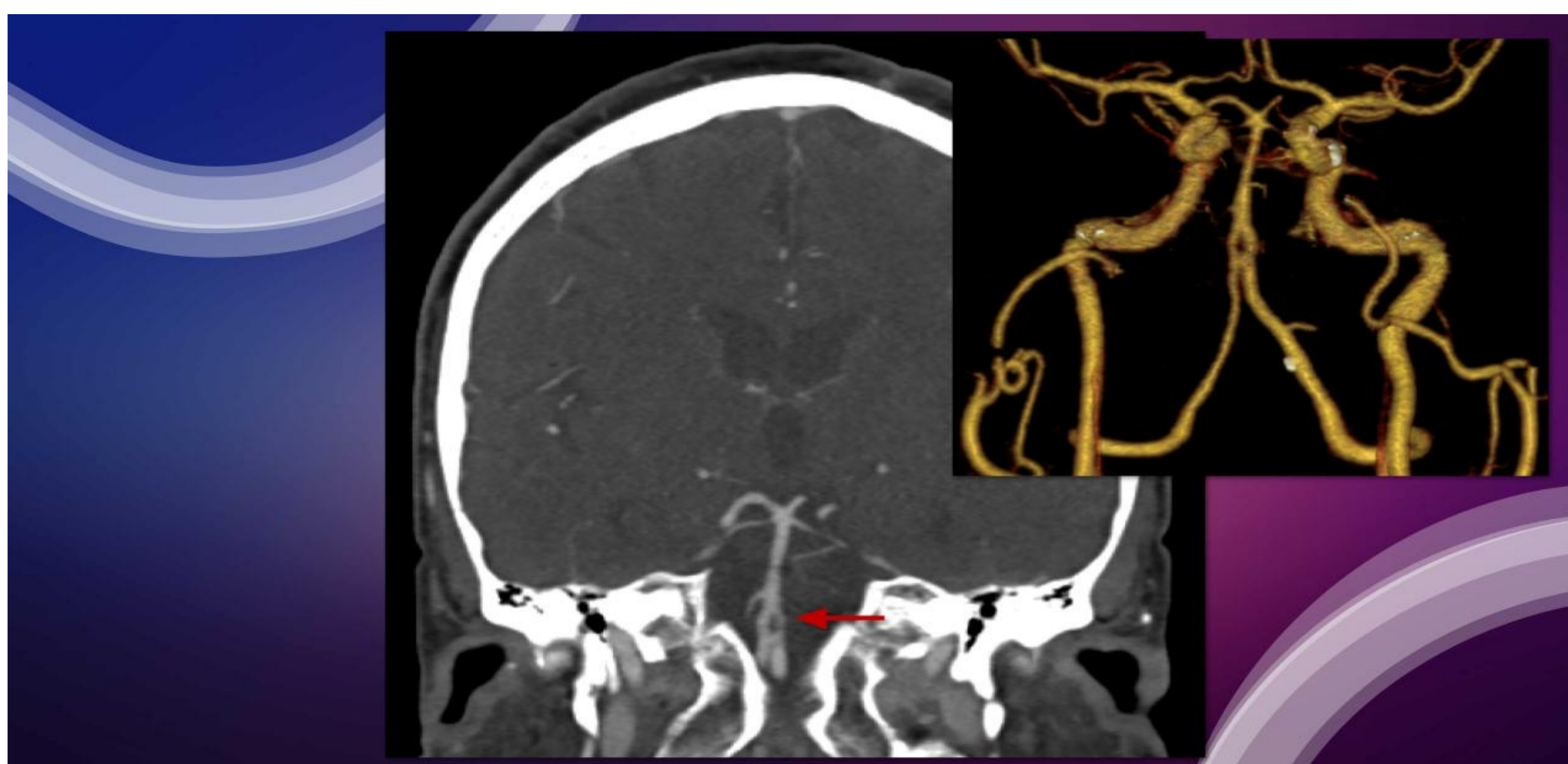


Figura 14: La fusión incompleta de las AV puede dar lugar a una fenestración o duplicación de la AB. Las fenestraciones se comportan como una bifurcación arterial y se asocian con aneurismas de la AB.

Arteria cerebral posterior

La arteria cerebral posterior (ACP) surge de la AB y se divide en cuatro segmentos:

1. P1 (precomunicante): desde la AB hasta su unión con la AComP (**figura 15**).
2. P2 (postcomunicante): discurre alrededor del mesencéfalo hasta la cisterna cuadrigeminal.
3. P3 (cuadrigeminal): en la cisterna cuadrigeminal.
4. P4 (cortical): ramas distales.

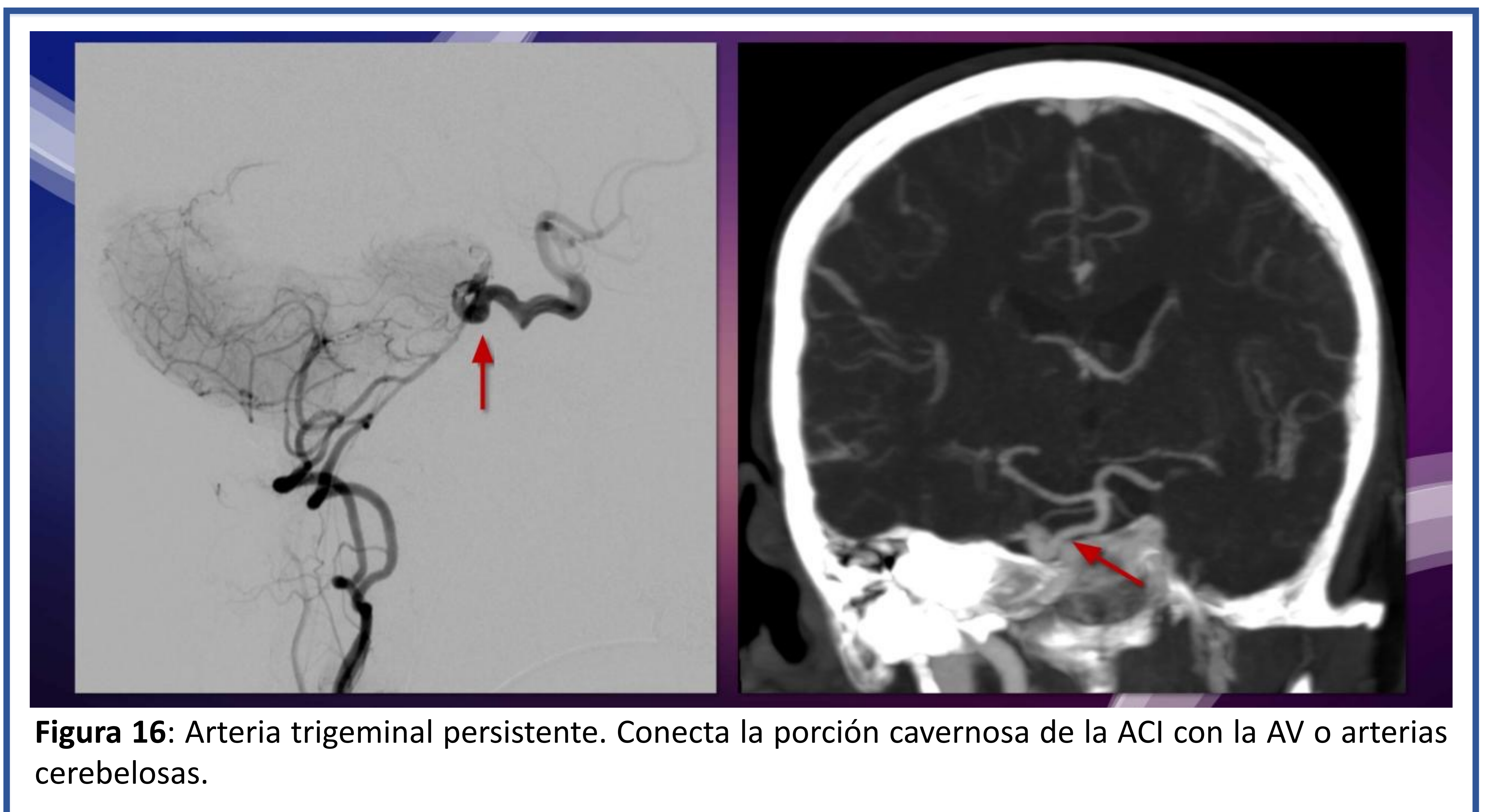


Figura 15: ACP fetal derecha. Cuando el segmento P1 está hipoplásico o ausente, la AComP es la única o principal fuente de suministro sanguíneo al territorio de la ACP. Esta variante se denomina ACP “fetal”.

Polígono de Willis

El polígono de Willis (PW) es una red de anastomosis vascular arterial localizada en la base del cerebro que conecta ambas ACI con el sistema vertebro-basilar. El PW "clásico" consiste en un anillo anastomótico formado por la AComA, ambas AComP simétricas, los segmentos terminales de ambas ACI y los segmentos proximales de ambas ACA y ACP. El PW está completo en aproximadamente el 20-25% de los pacientes. Dos tipos de ramas arteriales se originan en el PW: las arterias que irrigan estructuras adyacentes y las arterias perforantes que irrigan los núcleos de la base, el tálamo y los pedúnculos cerebrales.

Las variantes anatómicas del PW pueden tener un impacto potencial para la colateralidad de flujo en condiciones patológicas. Según algunos autores, las variantes anatómicas surgen en el periodo postnatal y sufren variaciones a lo largo de la vida debido a los cambios hemodinámicos.



La AComA conecta las dos ACA. Una AComA prominente se correlaciona con la asimetría de los segmentos A1 y predispone al desarrollo de aneurismas en la unión de la AComA con los segmentos A1 y A2. La AComP se origina en el segmento supraclinoideo de la ACI y conecta la circulación anterior y posterior. Una aplasia o hipoplasia de la AComP se asocia con un infarto cerebral isquémico en pacientes con oclusión de la ACI.

Existen anastomosis embriológicas persistentes carótido-vertebral y carótido-basilar que representan restos patentes de arterias dorsales presegmentales que no involucionaron a medida que se desarrolla la AComP. Incluyen la arteria trigeminal persistente y la arterial hipoglosa persistente (**figuras 16 y 17**).

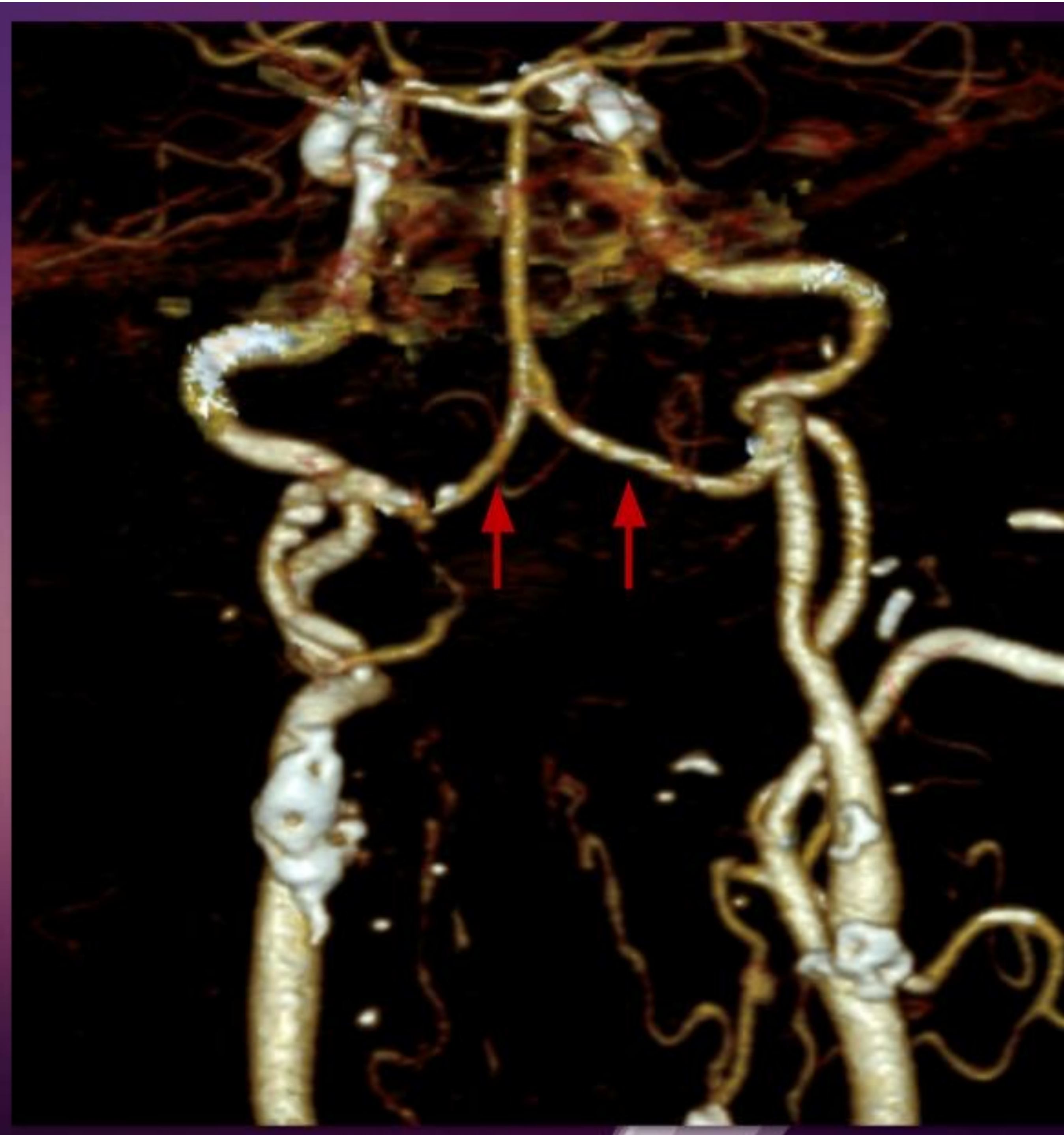
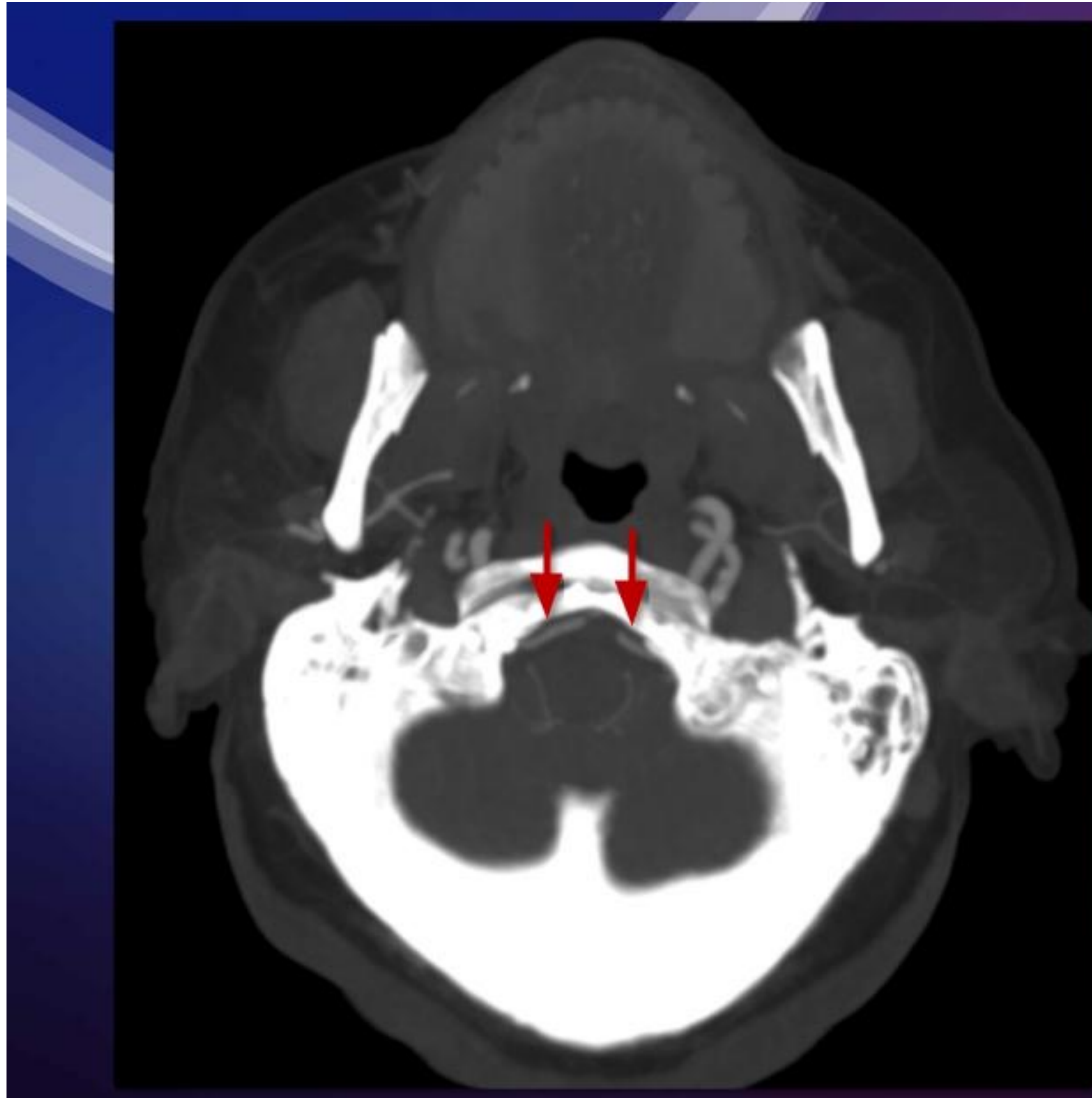


Figura 17: Arteria hipoglosa persistente bilateral que convergen en la AB como variante anatómica, con AV hipoplásicas y fenestración de la AB.

Conclusiones

- Conocer anatomía de los troncos supraaórticos y de la vascularización arterial cerebral **es fundamental para el radiólogo**.
- Tener noción de las variantes anatómicas permite establecer una **interpretación más precisa y útil**, evitando errores diagnósticos.
- La identificación de estas variantes es importante porque **pueden ir asociadas con otras anomalías congénitas**.

Referencias

1. Bradac, G. B. (2017). Applied Cerebral Angiography. Springer International Publishing.
2. Mauro, M. A., Murphy, K. P. J, Thomson, K. R., Venbrux, A. C., Morgan, R. A. (2020). Image-Guided Interventions (3ª ed). Saunders.
3. Simon J. Dimmick, BPthy, MBBS. Normal Variants of the Cerebral Circulation at Multidetector CT Angiography. Radiographics.
4. Guzmán Pérez-Carrillo, GJ, Hogg JP, MD. Intracranial Vascular Lesions and Anatomical Variants All Residents Should Know.
5. Murthy Paidipati et al. Incidentally Detected Mediastinal Vascular Anatomical Variants on PET-CT: A Pictorial Essay. J Clin Imaging Sci. 2015; 5: 19.
6. Komiyama M, Nakajima H, Nishikawa M, Yasui T. Middle cerebral artery variations: duplicated and accessory arteries. AJNR Am J Neu-roradiol. 1998; 19 (1): 45-49.
7. Chang H, Kim M. Middle cerebral artery duplication: classification and clinical implications. J Korean Neurosurg Soc. 2011; 49 (2): 102-106.
8. Natsis KI, Tsitouridis IA, Didagelos MV, Fillipidis AA, Vla- sis KG, Tsikaras PD. Anatomical variations in the branches of the human aortic arch in 633 angiographies: clinical significance and literature review. Surg Radiol Anat. 2009 Jun;31(5):319-23.
9. Gailloud P, Albayram S, Fasel JH, Beauchamp NJ, Murphy KJ: Angiographic and embryologic considerations in five ca- ses of middle cerebral artery fenestration. AJNR Am J Neuroradiol. 2002;23:585-587.