



---

---

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA

**INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGÍA Y NEUROCIRUGIA  
MANUEL VELASCO SUAREZ**

**ANASTOMOSIS, ANOMALÍAS Y VARIANTES ANATÓMICAS DE LA CIRCULACIÓN  
ANTERIOR Y POSTERIOR EN LAS ANGIOGRAFÍAS DIAGNÓSTICAS REALIZADAS EN EL  
INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGÍA Y NEUROCIRUGÍA "MANUEL VELASCO SUÁREZ"**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA  
EN TERAPIA ENDOVASCULAR NEUROLÓGICA**

**PRESENTA**

Romina Rivera Cañas

**CO-AUTOR DE TESIS**

Jorge Balderrama Bañares

**TUTOR DE TESIS**

Marco Antonio Zenteno Castellanos



Ciudad de México, Enero 2021.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



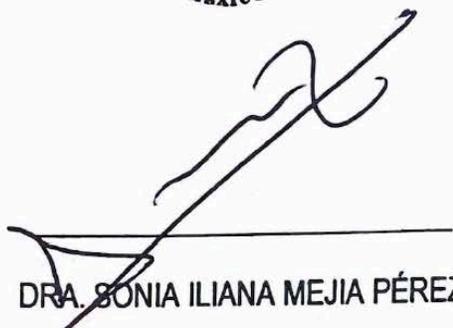
**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



  
DRA. SONIA ILIANA MEJIA PÉREZ  
DIRECTORA DE ENSEÑANZA



  
DR. JORGE LUIS BALDERRAMA BAÑARES

PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE TERAPIA ENDOVASCULAR NEUROLÓGICA

  
DR. JORGE LUIS BALDERRAMA BAÑARES  
TUTOR DE TESIS

**CONTENIDO**

		Página
	RESUMEN	4
1	MARCO TEÓRICO	5
2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	79
3	OBJETIVOS	80
4	JUSTIFICACIÓN	81
5	MATERIAL Y MÉTODOS	82
6	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	86
7	CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS	93
8	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
9	ANEXOS	95

## RESUMEN

**Título:** Anastomosis, anomalías y variantes anatómicas de la circulación anterior y posterior en las angiografías diagnósticas realizadas en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Manuel Velasco Suárez”.

### **Introducción:**

El terapeuta endovascular se encuentra obligado a poseer un conocimiento extenso y detallado de la anatomía vascular. Los diversos métodos de imagen disponibles, enfatizando a la angiografía diagnóstica, han contribuido en forma sustancial al entendimiento tanto de la anatomía como de la patología vascular. Se destaca la importancia y complejidad en la visualización de las diferentes anastomosis, anomalías y variantes anatómicas vasculares, con una significancia clínica variable, sin embargo, su conocimiento y detección representan un papel fundamental, mismo que ha expandido el rango de patologías tratadas mediante un abordaje endovascular, teniendo como resultado un marcado beneficio para los pacientes, manifestándose en las altas tasas de éxito con una importante reducción de la morbimortalidad en los procedimientos realizados.

### **Objetivos:**

Describir la incidencia de anastomosis, anomalías y variantes anatómicas de la circulación anterior y posterior en las angiografías diagnósticas realizadas en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Manuel Velasco Suárez” durante el periodo comprendido del 1 marzo 2019 al 31 de enero del 2020.

### **Material y métodos:**

Antes del inicio del estudio se sometió a autorización del protocolo de investigación por el Comité de Investigación del Departamento de Investigación Clínica del INNN, posteriormente se obtendrá el registro de angiografías diagnósticas realizadas en el Instituto Nacional de Neurología “Manuel Velasco Suárez” en los angiografos biplanar Artis y monoplanar Zeego (Siemens) durante el periodo comprendido del 1ero de marzo 2019 al 31 de enero del 2020, utilizando los censos del servicio de Terapia Endovascular Neurológica e ingresando a los pacientes que cumplen con los criterios de selección durante el periodo estipulado. Se obtendrán y evaluarán los estudios de angiografía diagnóstica en la estación de trabajo del servicio de Terapia Endovascular, ya sea, que fueron archivados en el Sistema de Almacenamiento Transmisión de Imágenes (PACS) o almacenados en formato de CD-R (Compact Disc Recordable). Registrando en cada caso la existencia de anastomosis, anomalías y variantes anatómicas de la circulación anterior y posterior (Eje carotídeo y vertebrobasilar), así como la existencia de patología vascular concomitante. Los resultados obtenidos se anotaron en la cédula de recolección de datos para posteriormente ser tabulados en el programa Excel y ser ingresados en el programa estadístico SPSS 22.0 para procesarlos y analizarlos según su método estadístico correspondiente.

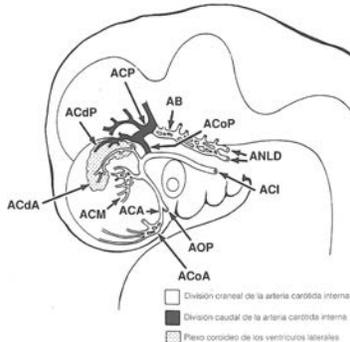
## I. MARCO TEÓRICO.

### Embriología.

**Circulación anterior:** Las arterias carótidas internas se desarrollan desde el tercer arco aórtico, la aorta dorsal y la red vascular primordial plexiforme que rodea el cerebro anterior (prosencefalo) y medio (mesencefalo). Las ACI primitivas tienen una división craneal y otra caudal. La división craneal inicialmente termina en las arterias olfatorias primitivas (AOP) y eventualmente da origen a las arterias cerebrales anteriores definitivas, así como las arterias coroidea anterior y cerebral medial. La arteria comunicante anterior se forma de la red vascular plexiforme, que se une en la línea media y conecta el desarrollo de las dos arterias cerebrales anteriores.

\*\* A las 5SDG la ACA aparece como una rama secundaria de la arteria olfatoria primitiva, la cual deriva a su vez de la ACI primitiva. A las 6SDG cada ACA avanza hacia la línea media, donde se une con su homóloga por la interposición de una anastomosis plexiforme que formara la futura arteria AcoA. Una pequeña rama embrionaria conocida como arteria media del cuerpo calloso surge de la AcoA y se extiende hacia la lámina terminal, este vaso normalmente involuciona cuando se desarrollan los segmentos de la ACA distales de la AcoA. A las 7SDG la ACI definitiva se extiende superiormente entre los hemisferios cerebrales. Las arterias perforantes basales que surgen de la ACA como las arterias estriadas mediales y la arteria recurrente de Heubner, están formadas desde las arterias olfatorias primitivas o desde los componentes de la anastomosis entre esta arteria y su rama cerebral anterior colateral.

**Circulación posterior:** La división caudal de la ACI se anastomosa con las arterias neurales longitudinales dorsales (ANLD). La división caudal normalmente regresa y da lugar a las arterias comunicantes posteriores. Esta división también vasculariza los segmentos precomunicantes de las arterias cerebrales posteriores. Las dos arterias neurales longitudinales dorsales se unen en la línea media y forman la arteria basilar. Cuando la circulación vertebrobasilar definitiva madura, se anexiona las ACP y sus conexiones proximales a la circulación anterior parcialmente involucionadas.



### ARTERIA CARÓTIDA INTERNA.

La ACI en el cuello (ACI cervical, no tiene ramas, puede tener arteria hipoglosa persistente o la faríngea ascendente de la ACI proximal o la occipital, puede existir una *ACI cervical retrofaríngea*) se extiende desde la bifurcación carotídea hasta la base del cráneo.



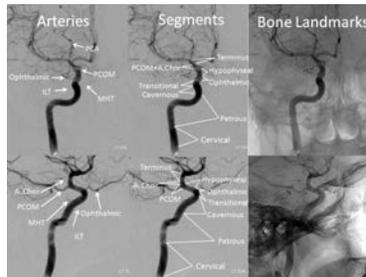
\**ACI retrofaríngea*. En exploración ORL sospecha lesión submucosa en la pared faríngea posterior izquierda. Elongadas.

Luego atraviesa el hueso petroso desde la base del cráneo (segmento petroso) y asciende dentro del foramen lacerum. Pasa por debajo de una estructura de referencia clave llamada "ligamento petrolingual" y entra en el seno cavernoso, donde generalmente tiene una apariencia en forma de S, aunque existe mucha variabilidad. En el seno cavernoso la arteria está rodeada por un plexo venoso, de modo que la rotura carotídea conduce a una fístula carotídeo cavernosa. Después de un giro anterior (genu), la ACI abandona el seno cavernoso, atravesando la cubierta dura del seno que se denomina "anillo dural proximal". Luego la ACI atraviesa una región pequeña pero importante donde, aunque ya está fuera del seno cavernoso, aun no es subaracnoidea o intradural, esta zona de transición o clinoides ha sido objeto de mucha atención quirúrgica. Después de este segmento corto, la ACI pasa por otro anillo dural "anillo dural distal" y luego se vuelve intradural o subaracnoidea y su rotura conduce a una HSA. La arteria oftálmica suele estar (90% de las veces) ubicada justo distal al anillo dural distal (es decir, intradural, es decir subaracnoidea). Otras veces el oftálmico surge más proximalmente desde el segmento transicional (extradural) o cavernoso, o desde la ACE, todas variantes muy importantes. Más allá del segmento oftálmico, la arteria continúa hacia la región hipofisaria (con arterias hipofisarias superiores observadas de manera inconstante). La siguiente rama principal de la ACI es la arteria comunicante posterior. Luego viene la arteria coroidea anterior que puede confundirse con la ACoP cuando este último es hipoplásico. Finalmente después de un segmento corto que alberga algunas ramas perforantes, la ACI se bifurca en ACA y ACM. (26, 27)

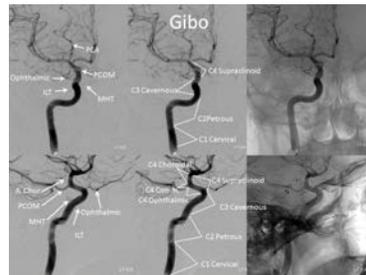
Variantes normales: Bifurcación (normalmente a nivel de C4) puede estar alta (por encima de C2), origen medial de la ACC en lugar de lateral entre 10-15%. ACI trayecto paramedial (dentro de la silla turca), tortuosidad exagerada.

Anomalías: ausencia (0.01%), hipoplasia, duplicación, fenestración (rara), AC no bifurcada (no hay bulbo; las ramas de la ACE nacen separadamente), anastomosis carótido basilar, arteria hipoglosa persistente, arteria intersegmentaria proatlantoidea, arteria trigeminal persistente<sup>(2)</sup>. En la aplasia de la ACI, el polígono de Willis suele proporcionar el flujo colateral, menos frecuentemente el hemisferio afectado se vasculariza por una anastomosis intracavernosa que conecta ambas ACI.

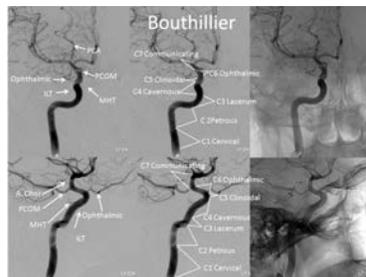
### CLASIFICACIÓN SEGMENTARIA ACI.<sup>(27)</sup>



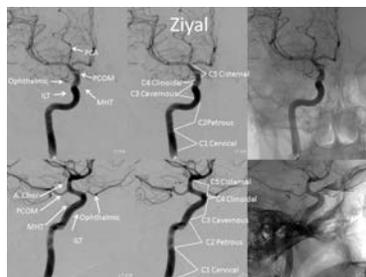
\*Clasificación de Fischer 1938, ACI intracranial de C1-C5, en contra de su dirección de flujo sanguíneo.



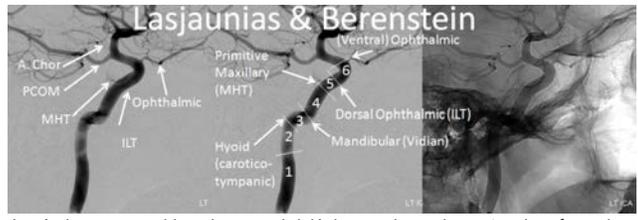
\*Clasificación de Gibo, Lenkey y Rhoton 1981, basados en disección de la ACI, 4 segmentos: cervical, petroso, cavernoso y supraclinoideo, C1-C4, en dirección del flujo sanguíneo. El segmento C4 se subdivide en oftálmico, comunicante y coroideo. El segmento C3 comenzaba donde la ACI emergía de las cubiertas durales como un vaso subaracnoideo. Anterior a la era de los anillos durales.



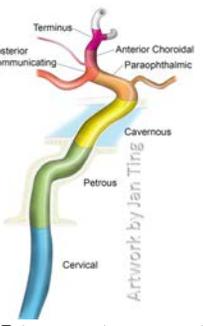
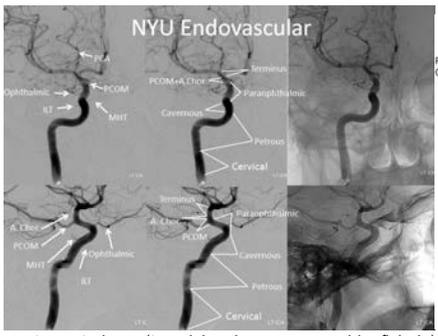
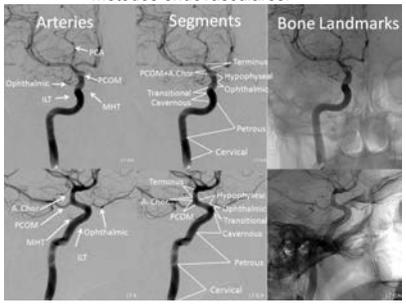
\*Clasificación de Bouthillier y colaboradores, es una clasificación de Fischer modificada, 1996, con designación alfa numérica de los segmentos ACI en dirección al flujo sanguíneo, también se basó en cuidadosas disecciones microquirúrgicas. Reconoció formalmente el segmento clinoideo como un área de transición entre ACI cavernoso e intradural.<sup>(13)</sup> C1;cervical, C2;petroso, C3; lacerum (rasgado anterior), C4;cavernoso, C5;clinoideo, C6; oftálmico, C7;comunicante.



\*Ziyal: cuestionario la necesidad de un segmento lacerum, no incluyeron los segmentos oftálmico ni comunicante, a favor de un simple segmento cisternal.



\*Lasjunias, Santoyo-Vázquez subdividieron basándose en consideraciones embriológicas en lugar de puntos de referencia anatómicos. Los límites de los segmentos se definieron mediante ramas intracraneales de la ACI, como arteria mandibulovidiana, MHT, ILT y oftálmica, pero no fue diseñado para facilitar disecciones quirúrgicas o métodos endovasculares. (12)



\*Segmento paraoftálmico: unión de los segmentos anteriores (transicional, cavernoso e hipofisiario). Este segmento es susceptible a displasia segmentaria que da lugar a aneurismas complejos, que no respetan límites externos como los anillos duros.

**ACI SEGMENTO PETROSO (SEGMENTO C2).**

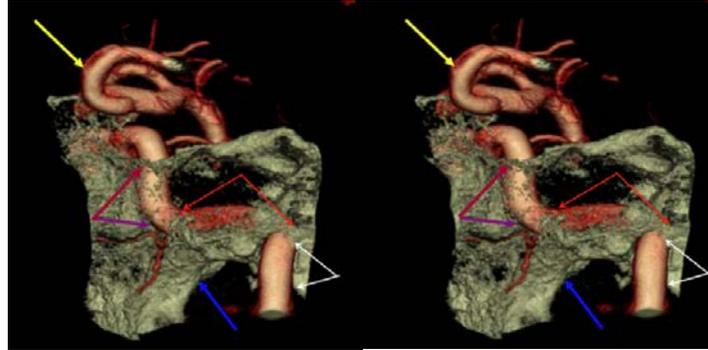
Extensión craneal de la aorta dorsal embrionaria. Se extiende desde la apertura del canal carotídeo petroso en la base del cráneo al borde posterior del foramen lacerum, en el hueso temporal la ACI discurre delante e inmediatamente debajo de la cavidad timpánica y la cóclea, anterior a la VYI, medial a la apófisis estiloides. En la entrada al canal carotídeo la vaina carotídea se divide en dos capas; la capa interna continua como el periostio del canal carotídeo y la externa se continua con el periostio de la superficie inferior de la base del cráneo. Fibras posganglionares simpáticas continúan con la ACI. Un plexo venoso (plexo de la ACI de Rektorzik) rodea a la ACI petrosa, la existencia de este plexo se ha propuesto para amortiguar la pulsación de la ACI haciéndola menos perceptible para la audición.

**Subsegmentos:**

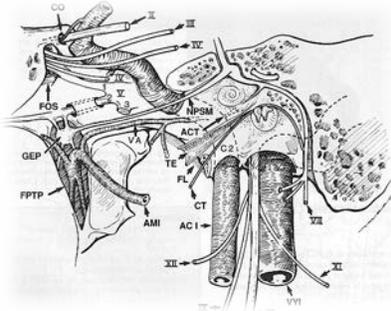
- Vertical o ascendente: Longitud de 10.5mm, anterior a la vena yugular.
- Horizontal: Longitud de 20.5mm. Una longitud de 1cm de este segmento puede quedar expuesta en el piso de la fosa media lateral al nervio trigémino y cubierta por duramadre solamente o una capa delgada de cartilago, sale del canal en la punta del peñasco por encima del agujero rasgado anterior o foramen lacerum. superiormente al segmento horizontal se encuentra el ganglio geniculado y la cóclea, el nervio petroso superficial mayor es paralelo al trayecto y discurre lateral a ella.
- Rodilla (genu), por debajo, enfrente de la cóclea y la cavidad timpánica, entre los dos segmentos previos cuando se hace anteromedial.

**Ramas:** Las ramas de la ACI petrosa son visibles en la angiografía en solo el 23% de los casos. En una serie de disección de cadáveres se descubrió que la ACI petrosa se ramificaba en solo el 38% (rama Vidiana 30% y rama perióstica en 8%), la arteria caroticotimpánica no fue encontrada en ningún caso. Pueden proporcionar flujo colateral de la ACE si la ACI se ocluye.

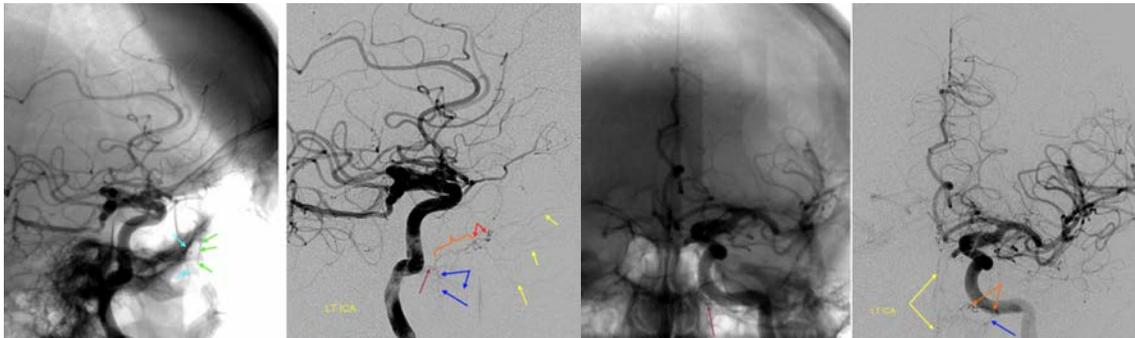
- Rama perióstica:** Surge en la entrada de la ACI en el canal carotídeo. Encontrada en el 8% de las disecciones.
- Arteria caroticotimpánica (ACT):** Remanente de la arteria hioidea embrionaria. Surge de la ACI petrosa cerca del genu y viaja superoposterior a la cavidad del oído medio. Se anastomosa con la arteria faríngea ascendente a través de la arteria timpánica inferior.
- Arteria vidiana:** También llamada arteria del canal pterigoideo, normalmente nace de la ACE. Rama pequeña que puede surgir de la ACI petrosa horizontal y viaja anterior dentro del canal vidiano (pterigoideo) a la fosa pterigopalatina. El canal vidiano se encuentra en el piso del seno esfenoidal y contiene el nervio vidiano. El nervio vidiano esta formado por la combinación del nervio petroso profundo (contiene fibras simpáticas del plexo que rodea a la ACI) y el nervio petroso superficial (contiene fibras parasimpáticas y sensitivas). Se anastomosa con ramas de la maxilar interna. Irriga el nervio vidiano y varias estructuras de la fosa pterigopalatina, como porciones de la nasofaringe posterior, tabique nasal, cornetes y musculatura circundante, se agranda en patologías vasculares de la nasofaringe y tejidos adyacentes en particular el nasoangiofibroma juvenil, la oclusión-sacrificio iatrogénico de la AMI como en el tratamiento para epistaxis puede conducir a su ensanchamiento, así como también se agranda en oclusión proximal de la ACI funcionando como reconstitución de la ACI a partir de la AMI, aunque menos común o eficiente que las vías oftálmicas o meníngeas medias. La arteria faríngea ascendente también colateraliza con la vidiana en la fosa pterigopalatina. (1,2,3,5,6)



\*3D ACI petrosa: segmento horizontal corto (blanco), segmento vertical (rojo), subsegmento lacerum (morado), arteria mandibulovidiana (morada inferior) bifurcando en ramas mandibular y vidiana.

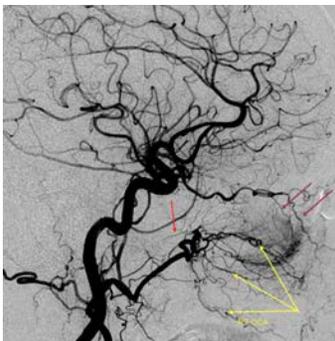


ACI-arteria carótida interna, C2 segmento petroso ACI, VYI-vena yugular interna, TE-trompa de Eustaquio, ACT-arteria carotidotimpánica, AV-arteria vidiana, LP-ligamento petrolingual, FL-foramen lacerum (agujero rasgado anterior), FPTP-fosa pterigopalatina, AMI-arteria maxilar interna (rama de la ACE), FOS-fisura orbitaria superior, CO-canal óptico, GEP-ganglio esfenopalatino, NPSM- nervio petroso superficial mayor, CT-cuerda del tímpano.

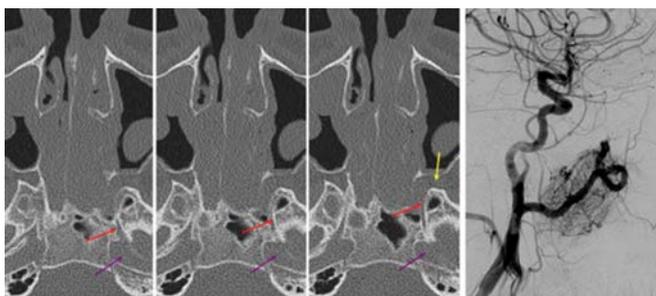


\*Mandibulovidiana tronco proximal (violeta), petrosa (peñasco del temporal), porción de la vidiana dentro del canal (naranja) y sobresale por encima de la porción mandibular, el canal vidiano se abre en la porción posterior de la fosa pterigopalatina que es un punto de referencia consistente (flechas azules en la pared posterior, flechas verdes en la pared frontal). La parte de la fosa (rojas). En este caso la arteria irriga ampliamente el tabique nasal (flechas amarillas). Normalmente, el tabique nasal esta irrigado por ramas de la arteria esfenopalatina de la AMI que en este caso es hipoplásico. La rama mandibular (flechas azules) irriga los tejidos adyacentes al condilo mandibular. (27)

Arteria mandibulovidiana: Por lo general consta de dos ramas: la mandibular y la vidiana, una o ambas ramas pueden estar presentes por separado, se originan en el foramen lacerum. La rama mandibular no entra en el canal vidiano, su curso es anterior e inferior, irrigando músculos pterigoideos, porciones de la pared faríngea posterior y posiblemente el cóndilo mandibular. La AMI también tiene una rama mandibular que va a la región del cóndilo. (27)



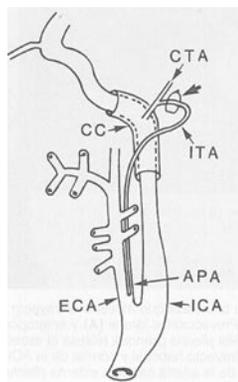
\*La arteria vidiana (roja) es una pequeña rama que se proyecta detrás de la AMI terminal: La rama del foramen rotundo también se proyecta hacia atrás, pero apuntaría más rostral hacia la porción cavernosa de la ACI. Existen ramas etmoidales prominentes de la arteria oftálmica (púrpura) y el suministro más típico del tabique nasal y los cornetes a través de las ramas esfenopalatinas de la AMI (amarillo).



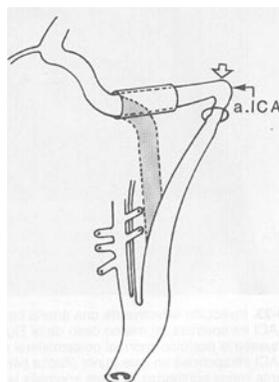
\*TC axial a través del canal vidiano (rojo) que conecta la ACI petrosa proximal (púrpura) con la fosa pterigopalatina (amarillo). La fosa pterigopalatina izquierda está agrandada por un nasofibrofibroma, sin embargo la arteria vidiana no participó en la irrigación de la lesión como se ve en la angiografía.

#### Variantes y anomalías:

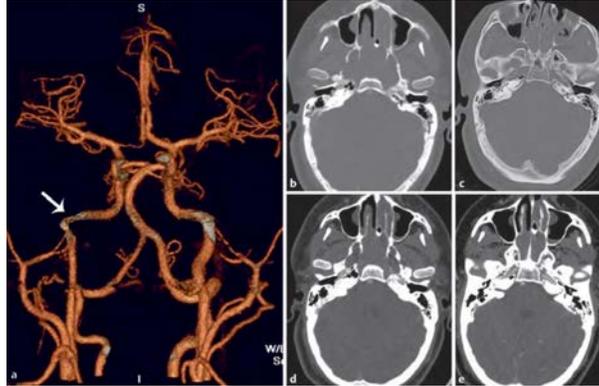
**ACI aberrante:** La ACI ingresa al hueso temporal posterior al meato auditivo externo, asciende entre el canal facial y el bulbo yugular y pasa por dentro de la cavidad del oído medio, ausencia del canal carotideo (vertical). Puede presentarse como una masa pulsátil retrotimpánica, tinnitus, pérdida auditiva conductiva. Predilección en la mujer 67%, 15% son bilaterales, más frecuente derecho, incidencia de 1%. Es más apropiadamente denominada arteria faríngea ascendente y suministra flujo colateral a una ACI segmentariamente atrésica. Vía colateral resultante de la involución de la porción cervical normal, con consecuente agrandamiento de las colaterales usualmente pequeñas que se extienden a través del oído medio, apareciendo como una arteria que pasa lateralmente al promontorio coclear, los dos vasos que se ensanchan para formarla son la arteria timpánica inferior y la arteria caroticotimpánica, se unen al segmento horizontal de la porción petrosa. Se refiere también ser originada por una malformación embriológica del primer y segundo arcos branquiales, debida a persistencia de vasos embrionarios y anastomosis anómalas del oído medio, también puede tratarse de una anomalía adquirida, en la que un aneurisma en la ACI, a su paso por la porción petrosa del temporal erosiona la pared medial de la caja timpánica. En la angiografía se observa desplazamiento lateral más allá de la línea vestibular (línea de Lapayowker) en el hueso petroso y un giro medial a la cavidad del oído medio. Representa una vía colateral entre la ACE y la ACI petrosa vía la arteria faríngea ascendente. Puede simular un tumor del glomus timpánico.



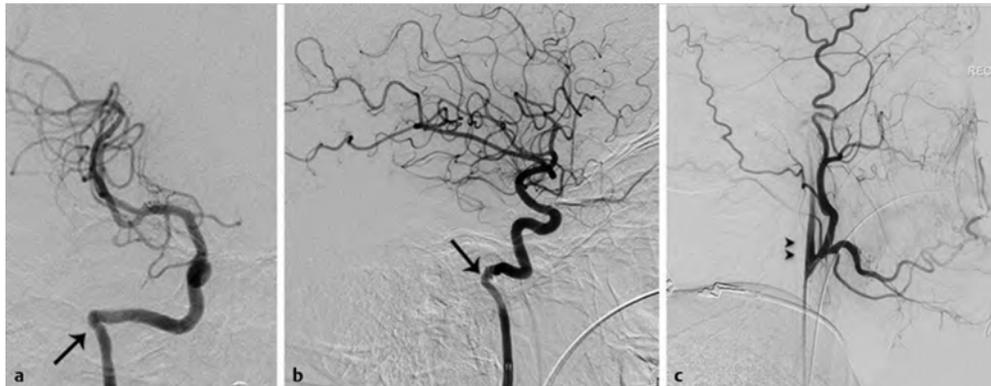
Trayecto de la ACI normal.



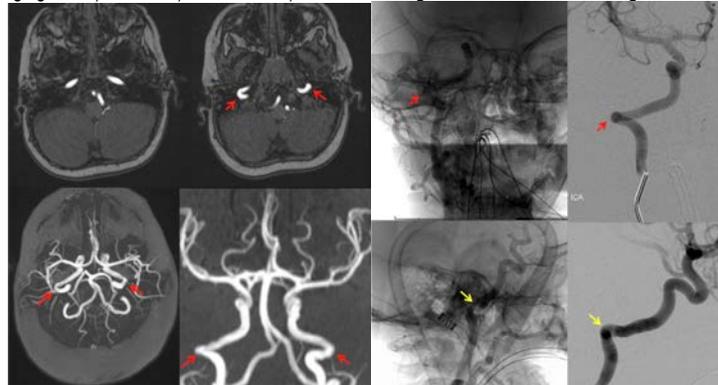
ACI aberrante.



\*ATC 3D AP ACI derecho aberrante cursa más lateral en comparación con el contralateral. TC axial ventana ósea (arriba), ventana tejidos blandos (abajo) ACI dentro del oído medio derecho. (3)

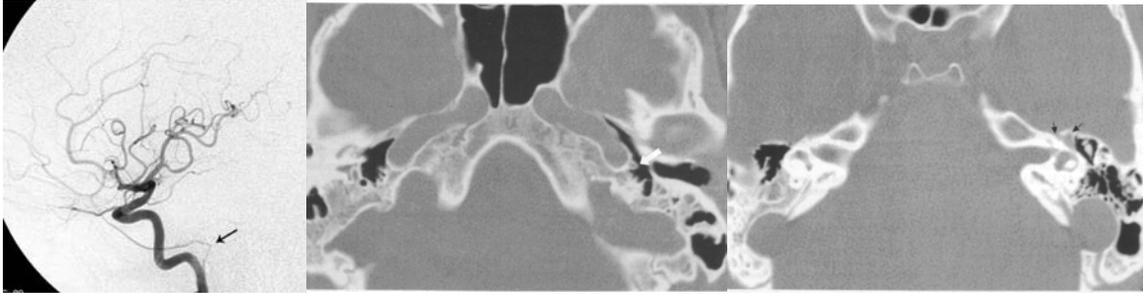


\* Angiografía a)ACI AP, b)ACI Lateral, c)ACE lateral. Origen de la ACI de la a. Faringea ascendente.



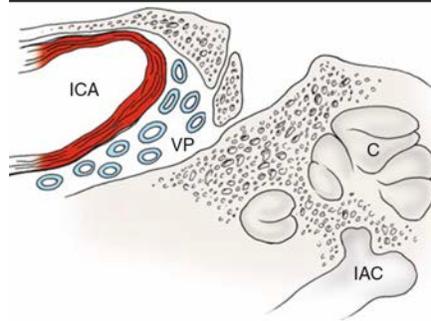
**Arteria estapedial persistente:** La arteria estapedial embrionaria es un vaso transitorio que aparece como una rama del segmento vertical de la ACI petrosa, viaja a través del oído medio y da lugar a la arteria menígea media. La arteria estapedial surge en la 4-5 SDG, rama de la arteria hioidea que deriva del 2do arco branquial que da lugar a dos arterias intracraneales: la superior o supraorbitaria que luego se convierte en la arteria menígea media y la división mandibular inferior o maxilar, que se divide en dos ramas; una rama mandibular y una infraorbitaria que luego se convertirá en la alveolar inferior y las arterias infraorbitarias respectivamente. La división maxilomandibular deja la cavidad craneal a través del foramen espinoso y se anastomosa con la arteria faríngea ventral a este nivel. Esta anastomosis desencadena la involución de la arteria estapedial la cual ocurre durante la 10SDG. La arteria hioidea persiste como la rama carotico-timpánica de la ACI. Si la arteria estapedial persiste la conexión entre la división inferior está anexada por la arteria faríngea ventral y la división superior es suministrada por la arteria estapedial persistente. Como la conexión entre ambas divisiones es a través del foramen espinoso, en casos de arteria estapedial persistente este foramen está ausente o hipoplásico. El resultado final será que la AMM se encuentra suministrada por la ACI vía la arteria estapedial persistente. Frecuencia de 0.5% en la población general y se presenta como una masa pulsátil en la cavidad del oído medio con o sin tinnitus pulsátil, ocasionalmente puede producir pérdida de la audición conductiva como resultado de anquilosis del estribo. Puede observarse sola o con ACI aberrante. En el último de los casos surge del segmento petroso de la ACI, entra en el hipotímpano anteromedial vía el canal de Jacobson, cruza sobre el promontorio coclear, pasa entre la crura y el estapedio (foramen obturador) para entrar al canal del nervio facial o ir paralelo por su propio canal. Entonces la arteria estapedial continúa superior como una ampliación de la arteria timpánica superior o arteria petrosa superficial para formar la AMM. Cuando la arteria estapedial persistente surge aisladamente, la arteria anormal es formada por la arteria caroticotimpánica más distal

surgiendo del segmento petroso de la ACI y posteriormente sigue el mismo curso que el mencionado previamente. Por lo tanto el foramen espinoso esta ausente o hipoplásico como la AMM no surge proximal a la arteria maxilar interna como es típicamente vista. (1,3, 9, 14, 27)



\*Presentación como una masa pulsátil vista mediante otoscopia, DSA-ACI izquierda revela un vaso que surge del segmento petroso (negro) suple la AMM (arteria estapedial persistente). \*TC ventana ósea: en los cortes inferiores no mostrados se mostraba ausencia del agujero redondo menor, lateral al canal carotídeo muestra un vaso (flecha blanca) que se dirige de la ACI intrapetrosa, a lo largo del promontorio carotídeo, pasando superiormente al canal del nervio facial ensanchado en forma de Y. La AEP desemboca en la arteria meningea media (flechas negras)

**Arteria ótica persistente:** Mencionada más adelante.



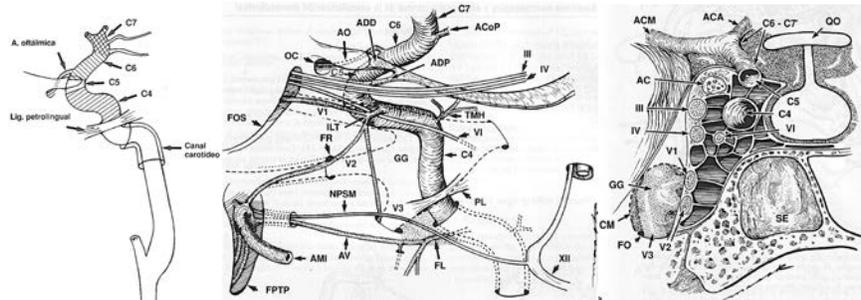
\*Relación entre el plexo venoso pericarotídeo y la cóclea. Dibujo de un corte histológico del hueso temporal mostrando que el plexo pericarotídeo venoso (VP) es el más desarrollado en el lado de la ACI frente a la cóclea (C), IAC (canal auditivo interno).

### **ACI SEGMENTO LACERUM O RASGADO ANTERIOR (C3)**

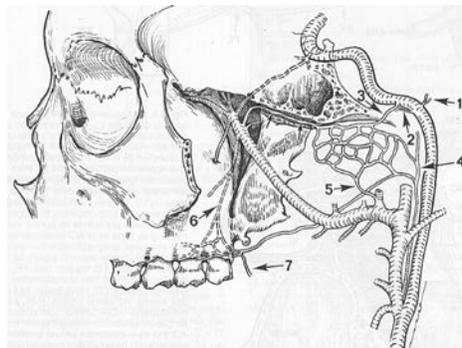
Se extiende del segmento petroso al cavernoso por encima del foramen lacerum (FL, no a través de, mide 1cm, lleno de fibrocartilago, no es un verdadero foramen, lo atraviesa el nervio vidiano). Separado del segmento cavernoso por el ligamento petrolingual (pequeño pliegue de periostio, se extiende desde la lingula del esfenoides al ápice del petroso, representa una continuación del periostio del canal carotídeo). Se encuentra debajo del ganglio trigémino (lo denominan "segmento trigémino"), cruzado lateralmente por el nervio petroso superficial mayor. Se producen el 62% de las fracturas. No tiene subsegmentos, ramas ni variantes, la arteria vidiana nace alguna vez cerca de la unión entre los segmentos C2-C3. (1)

### **ACI SEGMENTO CAVERNOSO (C4)**

Tiene forma de S, se extiende desde el margen superior del ligamento petrolingual (PL), a través del seno cavernoso hasta el anillo dural proximal (ADP). Rodeada de tejido areolar, grasa, fibras simpáticas posganglionares y la interconexión de vasos venosos interconectados del seno cavernoso. Descansa directamente contra la superficie lateral del cuerpo del esfenoides en el surco carotídeo así como adyacente a la pared del seno esfenoidal de menos de 0.5mm de espesor en el 90% de los casos, con una ausencia completa de hueso en el 10% de los casos recubiertos solo por periostio, en algunos casos la ACI puede extenderse al seno esfenoidal (una variante anatómica que debe tenerse en cuenta en la cirugía del seno esfenoidal). El segmento cavernoso de la ACI forma la mayor parte del sifón carotídeo. *Lateral:* El ganglio de Gasser (GG, trigeminal) cubre los segmentos C3 (horizontal) y C4 posterior (vertical), dicho ganglio esta separado de la carótida cavernosa por una lámina dural bien definida que forma el techo del cavum de Meckel (CM). Más anteriormente los NC. III, IV estan contenidos dentro de la pared dural, solo el VI par tiene su curso dentro del propio seno cavernoso. Sale del seno cavernoso medial a la apófisis clinoides anterior (proyección ósea del ala menor del esfenoides, lugar de inserción de la continuación anterior del tentorio y la duramadre de la pared del seno cavernoso). *Medial:* La propia arteria carótida es la estructura más medial en el interior del seno cavernoso, esta rodeada por sinusoides endoteliales alineados y por vénulas de pared fina. La ACI avanza anteriormente por un surco poco profundo a lo largo de la base del esfenoides llamado surco carotídeo. El seno esfenoidal esta medial a la ACI cavernosa. *Superior:* El borde del tentorio discurre sobre la ACI cavernosa. Anteriormente, la reflexión de la dura del seno cavernoso y el tentorio se divide en un anillo proximal y otro distal (ADD) que rodean la apófisis clinoides anterior y parcialmente a la ACI en su salida del seno cavernoso. Estos anillos duros marcan la transición entre los segmentos C4 y C5. La silla turca y la hipófisis son superomediales al segmento C4 y estan separadas de él por una lámina ósea y por la delgada pared dural medial del seno cavernoso. *Inferior:* Bajo la ACI se encuentra el suelo óseo del surco carotídeo, parte de la base del esfenoides. Las dos primeras divisiones del nervio trigémino (V1 y V2) avanzan dentro de la pared del seno cavernoso y son inferolaterales a la ACI. *Anterior:* El grupo óptico y la apófisis clinoides se encuentran enfrente y ligeramente superolaterales a la rodilla anterior.

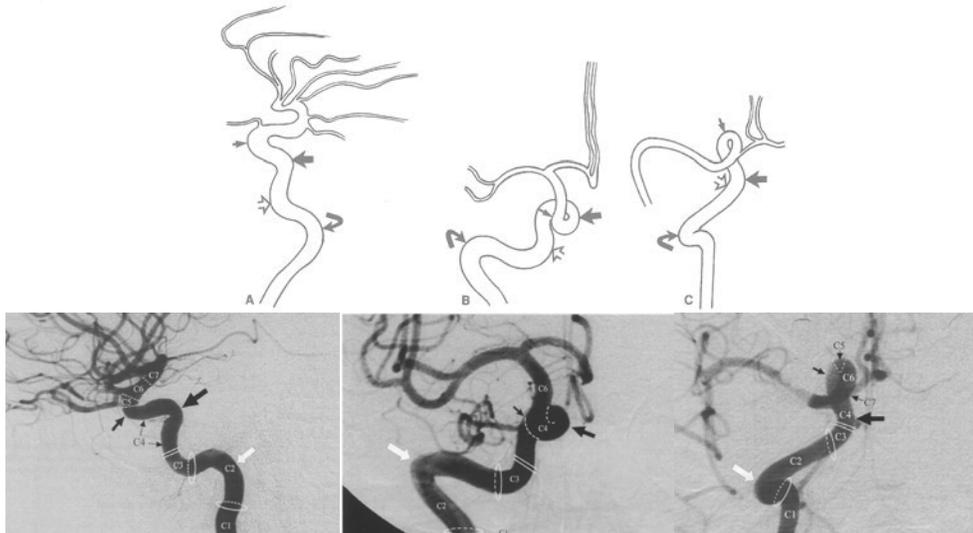


NPS: nervio petroso superficial mayor. FO: foramen oval. FR: agujero redondo mayor. FPTP: fosa pterigopalatina. FOS: fisura orbitaria superior. CO: canal óptico. AMI: arteria maxilar interna. AV: arteria vidiana. TMH: tronco meningohipofisiario. ACoP: arteria comunicante posterior.



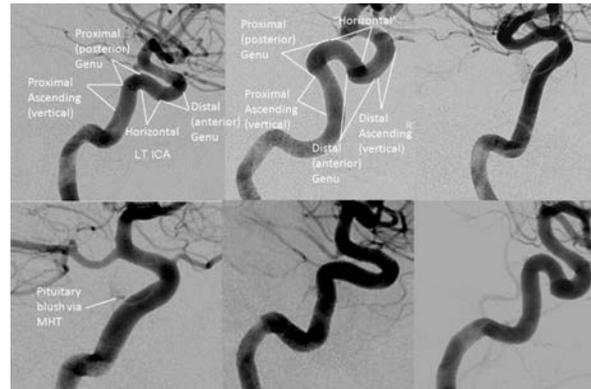
Anastomosis entre las ramas de los segmentos petroso y cavernoso de la ACI y la ACE. La arteria vidiana puede terminar en la orofaringe o continuar anteriormente como la arteria del conducto pterigoideo (o vidiano- flechas pequeñas). 1-arteria carotidotimpánica (ACI petrosa). 2-Ramas periósticas (ACI petrosa). 3-Arteria vidiana (ACI petrosa). 4-Arteria faríngea ascendente (ACE). 5-Arteria meníngea accesoria (AMI). 6-Arteria palatina descendente (AMI). 7-Arteria palatina ascendente (Arteria facial).

**Subsegmentos:** Ascendente o vertical, horizontal, vertical anterior (Vertical posterior. Curvatura o rodilla posterior. Horizontal (+ larga). Curvatura o rodilla anterior. Vertical anterior)



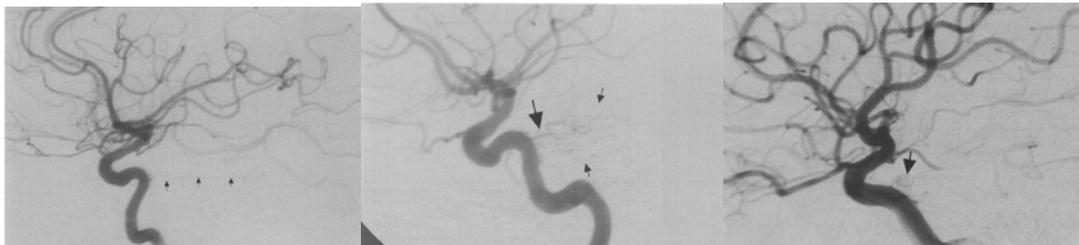
A-Lateral. B-AP. C-Submentovertex.

Círculos en angiografía indican las aberturas exo y endocraneales en el conducto carotideo del peñasco. Las líneas blancas denotan la posición aproximada del ligamento petrolingual. Flecha blanca- rodilla de la ACI. Flecha negra grande- rodilla posterior de la ACI cavernosa. Flecha negra- rodilla anterior.



**Ramas:** Se dividen en 3 grupos. Son muy variables, las más consistentes son los troncos posterior y lateral.

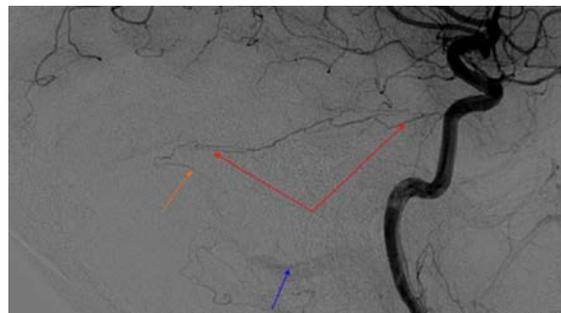
**-Tronco posterior (arteria meningohipofisiaria):** Surge de la curva posterior, aproximadamente 10mm distal al foramen lacerum, puede salir como un solo tronco o colección de vasos. Su prominencia es variable, ya que su territorio esta en equilibrio con el ILT, ramas clivales de la AFA y con la AMM. Por lo general se vera como irrigación de la hipófisis posterior y porciones del clivus, los NC III, IV, V, VI, tienda del cerebelo y la duramadre adyacente, con un característico rubor temprano y una fase venosa temprana (la cual no debe confundirse con una fistula dural). Existen múltiples vías colaterales con el ILT, AMM y rama hipoglosa de la AFA. Un MHT perceptible en RM/TC/DSA significa algún tipo de patología. <sup>(25)</sup> En la fase arterial tardía de las angiografías selectivas es frecuente observar un teñido vascular prominente de la hipófisis posterior y no debe ser confundido con una neoplasia. No siempre puede ser identificado.



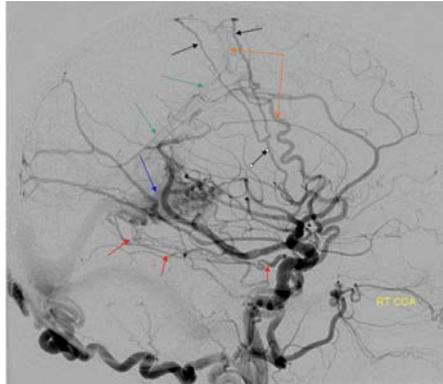
A- Tronco meningohipofisiario prominente pero normal. B- Tronco meningohipofisiario aumentado que vasculariza un meningioma del clivus (flechas negras pequeñas). C- Teñido vascular de la hipófisis posterior prominente pero normal.

Presenta 3 ramas (70% de las disecciones).

**1. Arteria tentorial:** Rama más consistente (100% de las disecciones). Presenta a su vez dos ramas: A) Arteria marginal del tentorio (Bernasconi Cassinari)- Posterior a lo largo del borde medial de cada hoja tentorial hacia la tórula, difícil de diferenciar de la arcada tentorial lateral que es la arteria que recorre desde el MHT a lo largo de la hoja tentorial hacia el seno sigmoideo, participa en la irrigación de NC adyacentes y duramadre. B) Arteria basal tentorial-Lateral, a lo largo del borde entre el tentorio y la cresta petrosa. Se anastomosa con la meningea media y arterias durales de la fosa posterior.

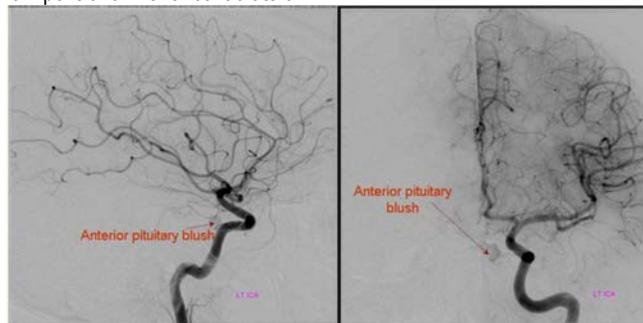


\*La arcada tentorial lateral surge de la rodilla, irriga una pequeña fistula del seno sigmoideo (naranja)

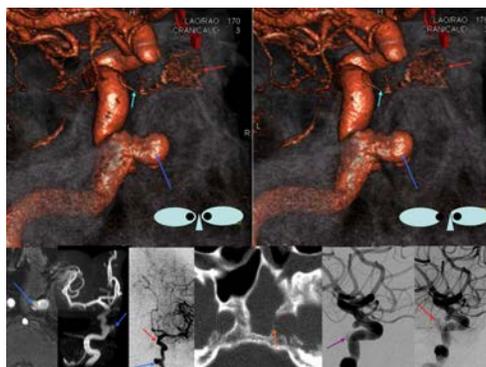


\*Arteria tentorial marginal: Bernasconi-Cassinari, caso de una fistula dural de la vena de Galeno (azul), múltiples vasos corren a lo largo del borde medial del tentorio desde el MHT (rojo) para participar en la fistula. Por lo general se ve una sola rama tentorial marginal, pero en el caso de fistulas de alto flujo se desarrollan innumerables pequeños alimentadores. Los alimentadores de ACP y ACA también son prominentes, ramas transóseas de la arteria temporal menígea media (negra) y superficial (naranja) que se dirigen hacia la convexidad alta y desembocan en las arteriolas del a hoz del cerebro (verde) que conducen hacia la fistula.

**2. Arteria hipofisaria inferior:** Presenta una dirección superomedial para irrigar el lóbulo posterior hipofisario, se anastomosa con la arteria hipofisaria superior, el grupo de ramas mediales y la hipofisaria inferior contralateral.



\*La rama hipofisaria inferior del MHT que opacifica la hipófisis con un característico rubor, la rama posteroinferior de la MHT clásicamente irriga la neurohipófisis y partes de la adenohipófisis, ausencia de la oftálmica (variante meningo-oftálmica).

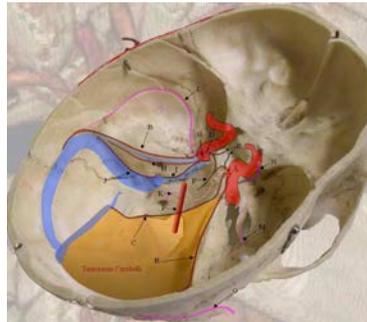


\*Rotacional 3D: aneurisma (azul oscuro), rama hipofisaria inferior MHT (azul claro en 3D, violeta DSA lateral), dehiscencia de la pared medial de la ACI (naranja), plexo pituitario en 3D y rubor pituitario (rojo).



\*Hipofisaria inferior (roja), rubor pituitario (blanco), tentorial marginal (azul), rama del rotundo (púrpura), rama oval (naranja).

**3. Arteria meníngea dorsal:** Atraviesa el canal de Dorello (75% de las disecciones). 2 ramas que abastecen la dura de la base del cráneo. A) Arteria clival lateral- Irriga la dura alrededor del canal de Dorello y n. abducens. B) Arteria dorsal clival (medial)- Irriga la dura clival superior. \*\**Arteria recurrente del foramen lacerum:* Vaso pequeño que puede anastomosarse con la rama carotídea de la faríngea ascendente. <sup>(1)</sup>

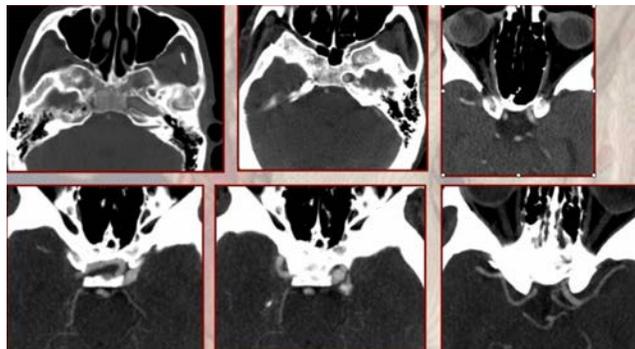


\*MHT (A), arteria tentorial lateral a lo largo del borde lateral del tentorio y en equilibrio hemodinámico con ramas petrosocamosas (L) de la AMM y occipital (O), arteria tentorial marginal-Bernasconi Cassinari a lo largo del borde libre (C).

Arteria hipofisaria inferior (D) que se ramifica en (E) ramas hipofisarias que irrigan la parte posterior y partes de la hipófisis anterior y se anastomosan entre sí, (F) rama clival inferior) que desciende a lo largo del dorso de la silla turca donde se encuentra en equilibrio hemodinámico con las ramas clival descendente (K) de la AFA, (G) arteria clival lateral que se ramifica en (H) rama lateral de la arteria clival lateral que recorre a lo largo del seno petroso superior, y (I) rama medial de la arteria clival lateral que revorrea junto al seno petroso inferior y esta en equilibrio con las ramas yugulares (J) de la faríngea ascendente. La mayoría de MHT no pareciera en nada a esto, la variación es la regla y la mayoría de estas ramas son demasiado pequeñas para verlas en estado normal, las anastomosis importantes también incluyen ramas del ILT (N) como la arteria marginal recurrente, la rama del foramen lacerum de la arteria meníngea media (M) y la arteria occipital (O). El vaso accidentado que conecta el MHT con la arteria basilar es la trigeminal que puede desprenderse del MHT o ILT. <sup>(1, 3, 27)</sup>

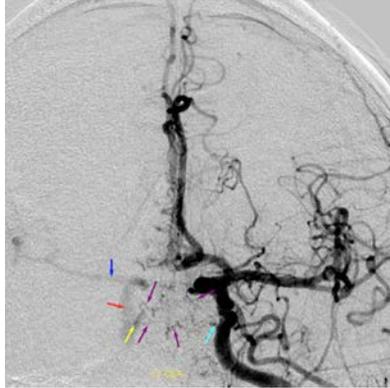
#### **Variantes:** <sup>(1, 2)</sup>

**Arteria maxilar primitiva:** las arterias hipofisarias inferiores del embrión se denominan arterias maxilares primitivas. Las contrapartes hipofisarias inferiores izquierda y derecha se anastomosan entre sí normalmente e irrigan la glándula pituitaria. En casos de agenesia carotídea que afecte el segmento petroso, la arteria carotídea puede reconstituirse a través de la AC contralateral a través de anastomosis maxilar primitiva. Esto da como resultado un vaso grande y extraño que atraviesa la fosa pituitaria que conecta una arteria carotídea con la otra. Llamada también la carotídea intraselar.



\*Ausencia de canal carotídeo derecho, vaso largo que se origina de la ACI izquierdo, atravesando la fosa pituitaria y reconstituyendo la ACI derecha a nivel oftálmico.

**Ramas hipofisarias: anastomosis de MHT-MHT con reconstitución carotídea:** MHT bilateral emergen en contexto de una oclusión carotídea derecha, AcoA insuficiente, la reconstitución se logra mediante el suministro meníngeo accesorio al ILT y mediante ramas hipofisarias del MHT izquierda a derecha.



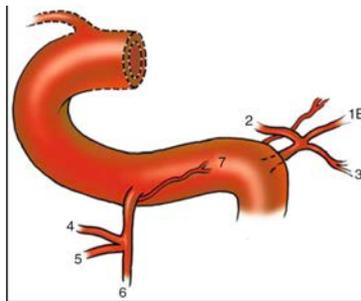
\* MHT izquierdo (azul claro), ramas hipofisarias del MHT izquierdo y derecho a lo largo del clivus (púrpura), MHT derecho (amarillo), ACId (rojo), ACM (azul). (27)

### **-Tronco lateral (ILT, inferolateral, inferior del seno cavernoso o principal lateral):**

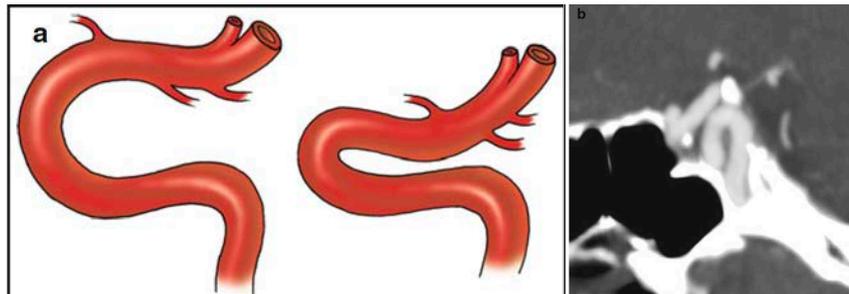
Es un remanente de la arteria primitiva oftálmica dorsal, esta y las arterias oftálmicas adultas son las rutas principales de reconstitución de ACI después de la oclusión proximal de la ACI. Surge del aspecto lateral del segmento horizontal, superior al n. abducens para irrigar la duramadre y los nervios craneales dentro del seno cavernoso. Irriga el piso de la fosa craneal media, los NC del SC y esta en equilibrio con las arterias meníngicas media y accesoria. Por lo tanto es un conducto potencial a la arteria oftálmica como la dorsal oftálmica. Se encuentra en el 66% de las disecciones. Participa con frecuencia en el suministro de meningiomas cercanos, que incluyen los tipos de cresta esfenoidal, petroclinooidal y ángulo pontocerebeloso, se recomienda la embolización extracraneal, rara la embolización intracraneal- por MHT e ILT con partículas.

**Ramas:** Vascularizan los NC III, IV y V, el ganglio de Gasser y dura del seno cavernoso. Anteroinferiormente tiene una anastomosis directa con la arteria maxilar a través de la arteria del agujero redondo mayor. Una rama posterior vasculariza parte de la pared del seno cavernoso y del tentorio (rama tentorial), así como el ganglio de Gasser. Se anastomosa con ramas de la arteria meníngica media (a través del agujero redondo menor) y de la arteria maxilar (a través de la arteria del agujero oval).

1. **Rama anteromedial:** Puede anastomosarse con la arteria oftálmica a través de su rama meníngica recurrente.
2. **Rama anterolateral:** Puede anastomosarse con la arteria del foramen rotundum.
3. **Rama posterior:** Puede anastomosarse con las ramas cavernosas de la meníngica media y accesoria.
4. **Ramas superiores:** Ramas muy pequeñas, pueden anastomosarse con la oftálmica.



\*ACI segmento cavernoso. Vista lateral. Ramas mayores: Tronco posterior: (a) arteria tentorial (1), (b) arteria inferior hipofisaria (2), y (c) arteria meníngica dorsal (3). Tronco lateral: (a) rama anteromedial (4), (b) rama anterolateral (5), y (c) rama posterior (6). Rama tentorial (7) a veces surge de esta parte de la carótida cavernosa. Ramas del grupo medial no se muestran aquí por que surgen del lado opuesto de la ACI. (1)

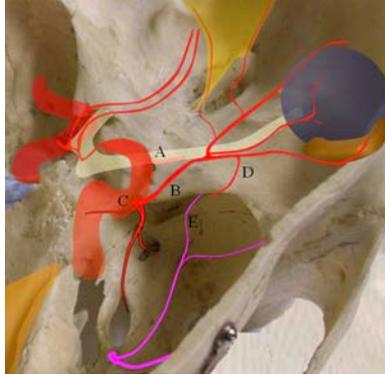


\*Sifon carotídeo: forma de S, comienza en la curvatura posterior de la ACI cavernosa y termina en la bifurcación de la ACI. Tiene una configuración abierta (a) o cerrada (b) con implicaciones obvias para la navegación endovascular en esta región. Forma cerrada se ve en edad avanzada y displasia fibromuscular. (1)

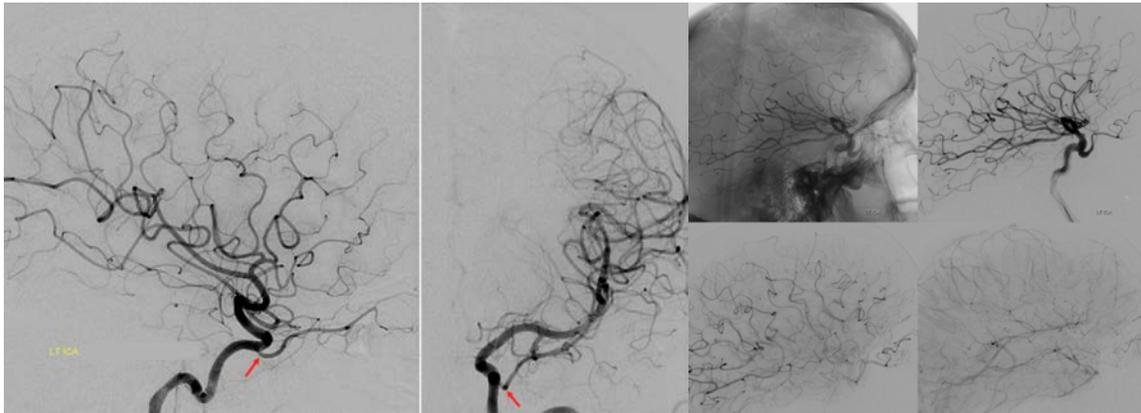
**-Tronco medial (arterias capsulares de Mc Connell):** Surge de la porción más superior del segmento cavernoso, irriga la hipófisis. (28% de las disecciones).

Otras ramas: **Variantes:**

1. **Arteria oftálmica: Surge del segmento cavernoso** en lugar del segmento oftálmico (8%).



**\*Persistencia de la arteria oftálmica dorsal embrionaria:** Esta disposición no es tan rara, corresponde, que esencialmente representa un origen ILT de la oftálmica. En la disposición habitual, la rama anteromedial del ILT (letra C) representa un vestigio de la oftálmica dorsal. Sitio de origen de la oftálmica clásica (A), arteria oftálmica dorsal (B), futuro ILT (C), rama meníngea recurrente de la arteria oftálmica (D), rama meníngeo-oftálmica de la AMM (E). (1, 3, 27)



\*La inyección de la ACI izquierda muestra una arteria oftálmica dorsal muy grande (roja); embriológicamente es la misma que la rama anteromedial del ILT.

2. **Arteria recurrente del foramen lacerum.**

3. **Arteria del ganglio de Gasser.**

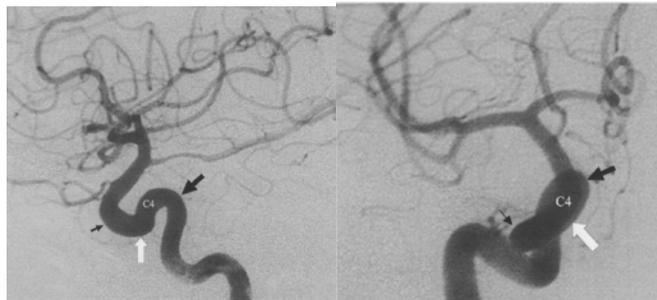
**Variantes:**

1. **Kissing ACI intraselar o ACI paramedianas-** La ACI cavernosa puede extenderse más allá de la pared medial del seno cavernoso, con un trayecto medial en la silla turca en lugar de hacerlo lateral a lo largo del surco carotídeo. Asociada a acromegalia. Riesgo en la hipofisectomía transesfenoidal.

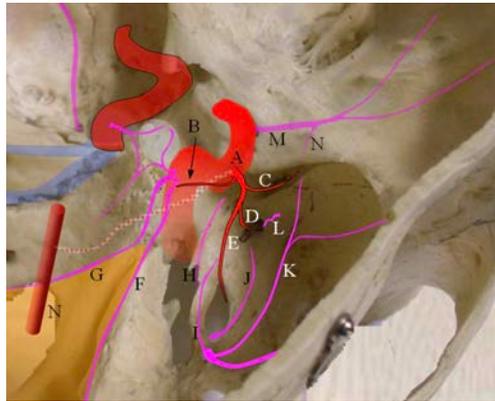
2. **Anastomosis intercavernosa-** La hipoplasia o agenesia de la ACI puede estar asociada con anastomosis intercavernosa.

3. **Arteria trigeminal persistente** (vista más adelante).

4. **Tortuosidad exagerada-** La ACI cavernosa puede ser muy tortuosa, con curvas exageradas en las rodillas anterior y posterior y con un segmento horizontal muy inclinado.



AP y lateral ACI. ACI tortuosa, la mayor parte de la porción horizontal del segmento C4 (flecha blanca) realmente es casi vertical. La rodilla posterior (flecha negra grande) es tan ectásica que se encuentra a la altura de la rodilla anterior- (flecha negra pequeña).



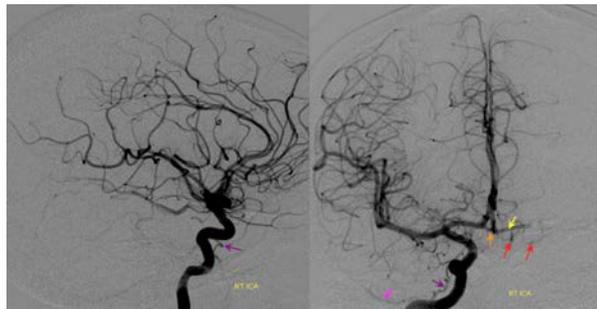
### **ILT Y ANASTOMOSIS IMPORTANTES:**

A- ILT, B-rama recurrente de ILT- recorre a lo largo del NC IV y colateraliza con ramas del MHT, no es raro que anexe el territorio de las arterias tentoriales marginales (G) o tentoriales laterales (F) que más comunmente salen del ILT.

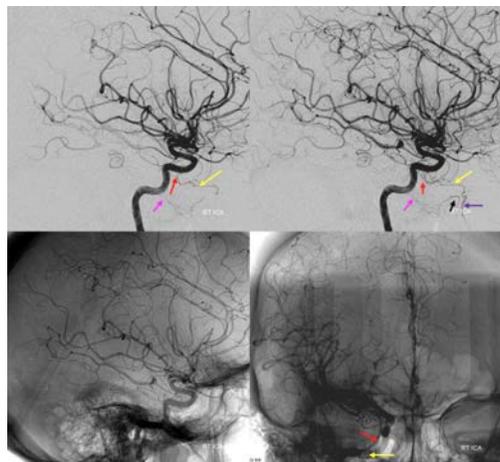
C- Rama anteromedial: rama muy importante, vestigio de la arteria oftálmica dorsal primitiva que en la vida embrionaria muy temprana irrigaba la órbita junto con la arteria oftálmica ventral primitiva. se encuentra en equilibrio hemodinámico con la rama meníngea recurrente (N) de la arteria oftálmica (M). Muy raramente, cuando está esta ausente la arteria oftálmica proximal (M), esta rama (C) puede reconstituir la arteria oftálmica, aunque más comunmente la arteria meníngea media cumple esta función a través de su arteria oftálmica.

D- Arteria del foramen rotundo- otro vaso importante que irriga el nervio del mismo foramen, colateraliza con la rama del agujero rotundo de la AMI (L) y es la ruta principal de reconstitución de la ACI a través de la AMI.

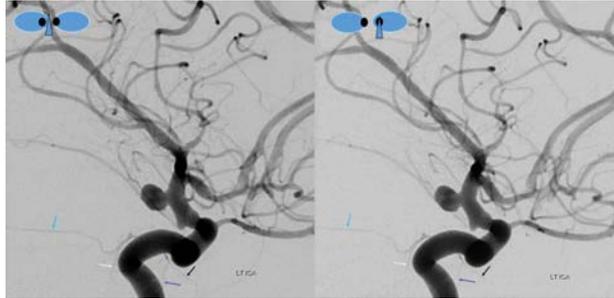
E- Rama del foramen oval- otra rama importante que irriga el nervio del foramen oval apropiado y colateraliza con la rteria meníngea accesoria (J) y también con la rama carótida de la arteria faríngea ascendente (H) que asciende a través del foramen oval y la rama cavernosa (I) de la arteria meníngea media. La arteria trigeminal a veces se origina de la región del ILT. (1, 3, 27)



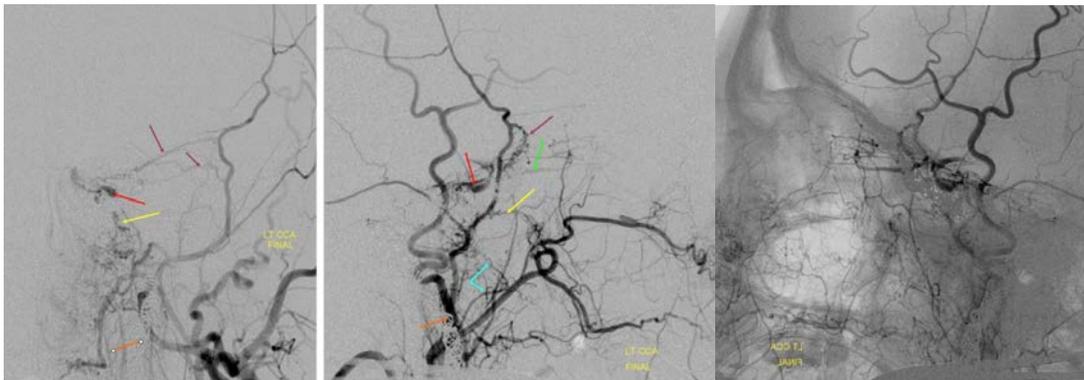
\*ILT prominente con reflujo hacia la arteria meníngea accesoria. ILT (púrpura), reflujo meníngea accesoria (rosa), AcoA (naranja), rama frontopolar izquierda (roja), A1 izquierda (amarilla).



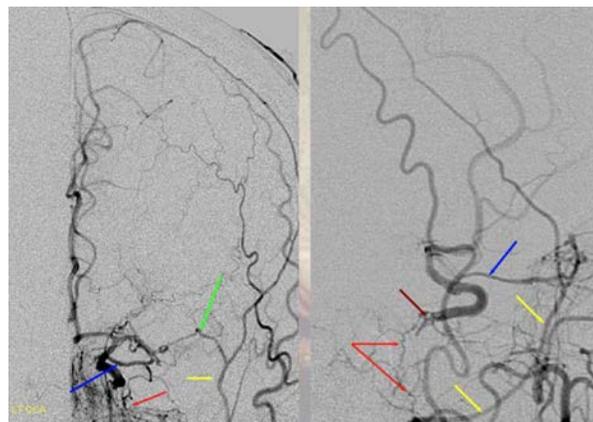
\*Arteria normalmente prominente del foramen rotundo: ILT normalmente prominente (rojo) da lugar a la arteria del foramen rotundo (amarillo), que irriga el techo de la nasofaringe, en combinación con la arteria mandibulovidiana también algo prominente (rosa) tomando el territorio de la faríngea ascendente para suministrar la irrigación de la farínge posterolateral (negro). Vista de la arteria del foramen rotundo dentro del agujero rotundo (parte inferior derecha).



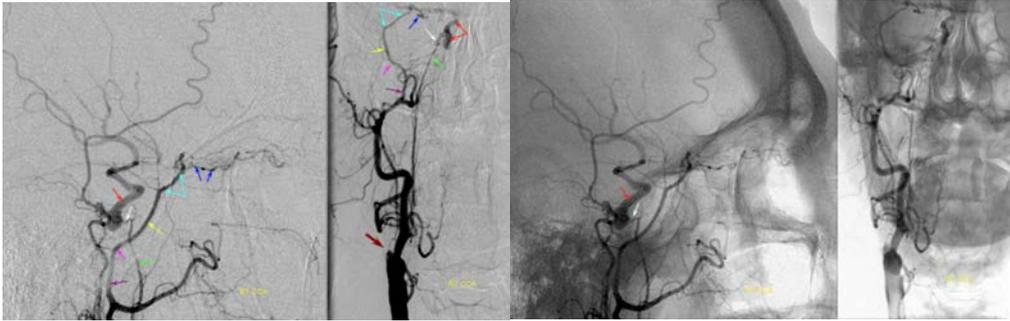
\*Aneurisma coroideo anterior roto: ILT y MHT normales bien visualizados. Rama anteromedial (negra) ya sea la rama rotunda u oval (púrpura) se ven en el ILT. La arcada tentorial lateral (azul) y la rama clival inferior (blanca) son del MHT.



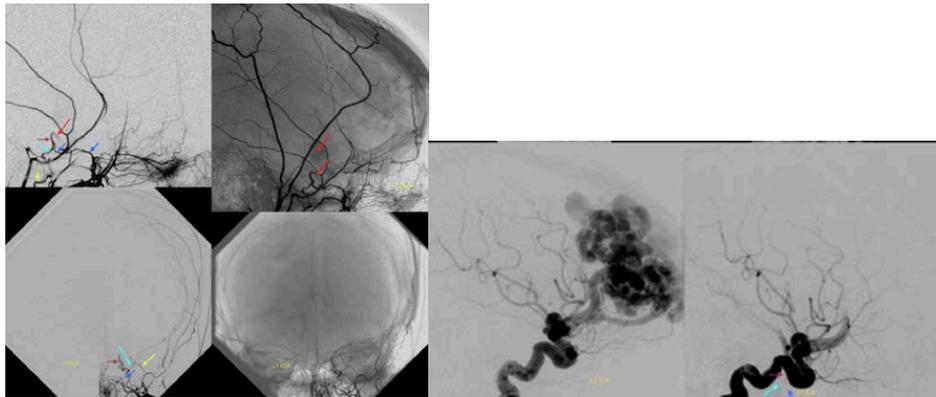
**\*Reconstitución del ILT de la ACI:** El ILT con la arteria oftálmica es una vía primaria de reconstitución de la ACI después de la oclusión proximal. Las vías comunes incluyen las ramas del foramen rotundo, las ramas accesorias y cavernosas de las arterias meníngeas accesorias y medias. En este caso de fístula CC dural- existe reconstitución de la ACI después de una oclusión iatrogénica con coils (flechas naranjas), el ILT reconstituye la ACI a través de ramas esfenoidales de la AMM (violeta), la rama del foramen rotundum de la AMI y las ramas cavernosas de las arterias meníngeas accesorias (azul). Posiblemente debido a que los vasos ILT ya estaban agrandados se reclutaron relativamente rápido en el suministro de la ACI en lugar de la arteria oftálmica (verde) que continúa llenando en su dirección anterograda habitual, muy inusual para una oclusión de ACI.



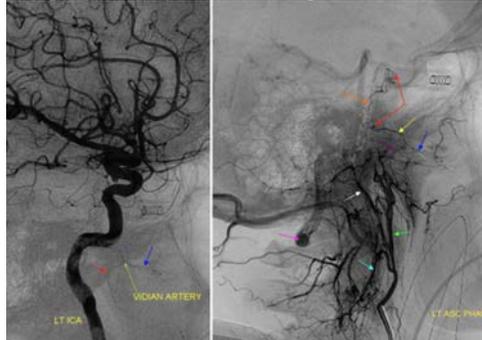
**\*Oclusión de la ACI con reconstitución ILT y oftálmica:** las ramas cavernosas de la AMM (rojo) participan en la reconstitución de la región del ILT (marrón), la rama esfenoidal (verde) de la AMM (amarilla) reconstituyen la arteria oftálmica (azul).



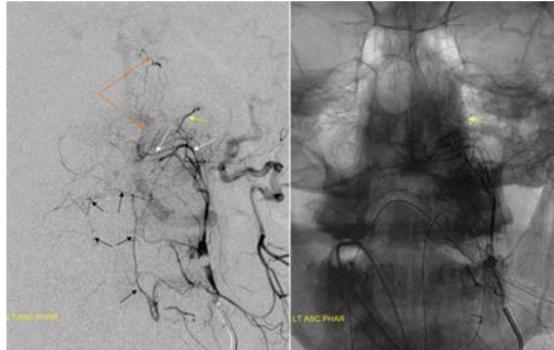
**\*Reconstitución meníngea accesoria del territorio de la ACM a través de la rama del foramen oval;** la ACI derecha está ocluida en el origen, la ACoA es insuficiente, la reconstitución energética del territorio de la ACM se logra a través de la entrada de la arteria meníngea accesoria a través de las ramas del foramen oval. Había suministrado adicional a la carótida cavernosa a través de las ramas clivales posteriores del MTH. La región orbital se está reconstituyendo a través de la AMM. Carótida (rojo), AMM extracraneal (morado), foramen espinoso (rosa), AMM intracraneal (amarillo), rama esfenoidal (azul claro), arteria meníngeo oftálmica (azul oscuro), AMM accesoria (verde), rama del foramen oval del ILT (blanco), muñón carotídeo (marrón).



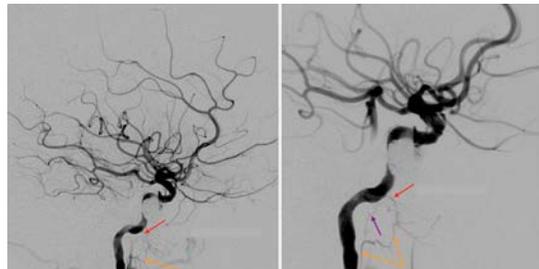
**\*Inversión del flujo del ILT en ICA para soportar la MAV.** Proyecciones laterales y AP que demuestran un aporte prominente del ILT a través de las ramas accesorias meníngeas del foramen rotundo. El flujo de ILT se revierte debido a la presencia de una MAV frontal derecha grande. Después de la embolización (inyección de ACI lateral inferior derecha), el ILT ahora es visible desde la ACI con flujo anterogrado normal. ACI (rojo), ILT (púrpura), rotundo (azul oscuro), rama del foramen oval a la arteria meníngeo accesoria (azul claro), meníngeo accesoria (amarilla).



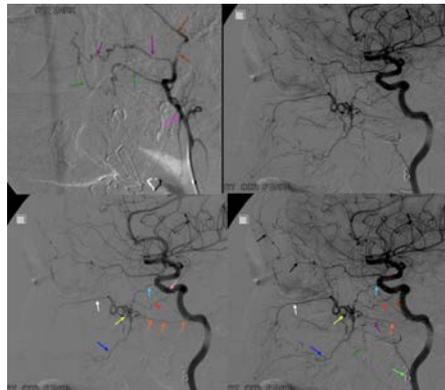
**\*Anastomosis arteria faríngea ascendente-vidiana:** Además de la AMI, la arteria faríngea ascendente, a través de su rama faríngea superior, contribuye al suministro de la nasofaringe. La inyección de proyección de ACI lateral izquierda muestra una arteria vidiana. La inyección faríngea ascendente lateral muestra: el tronco faríngeo (verde) a través de su rama superior (violeta) que reconstituye la arteria vidiana (amarilla) con un rubor apenas visible en su punto de anastomosis con la ACI (flecha roja). Prominentes ramas ascendentes del clival (naranja) de la división hipoglosa del tronco neuromeníngeo (blanco) que se anastomosan con la ACI cavernosa a nivel del tronco meníngeohipofisario a través de sus ramas clival inferior (flecha roja, superior). También tiene un tronco muscular prominente (azul claro) que se anastomosa prominentemente con la arteria vertebral (violeta).



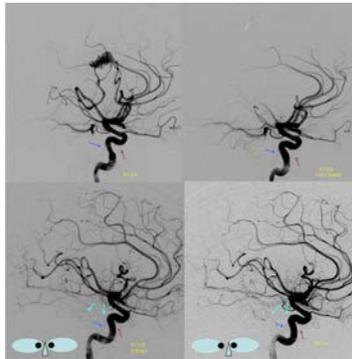
\*Inyección AP de la faríngea ascendente: la vidiana (amarilla), sistema del arco odontoideo (flechas negras), este arco surge de la rama hipoglosa (blanca) del tronco neuromeningeo.



\***Colaterales faríngeas ascendentes a las mandibulozygomáticas:** arteria mandibulozygomática (roja) colateralizada con la división superior de la faríngea ascendente (naranja), la rama del foramen lacerum visible (violeta)



\***Reconstrucción mandibulozygomática e ILT del territorio AMI:** La rama del foramen rotundo y otras ramas se reclutan habitualmente para la reconstrucción AMI de la ACI en el contexto de una oclusión proximal. Lo contrario también puede tener lugar después de la oclusión de la AMI proximal, por lo que el ILT se alimenta en la AMI terminal en la fosa pterigopalatina. Por lo general, la arteria facial es un candidato mucho más robusto para la reconstrucción, por lo que para que el ILT sea reclutado, la arteria facial también debe ser AMI. Paciente que ha tenido múltiples cirugías por maloclusión mandibular, la inyección de ACE (superior izquierda) demuestra la oclusión del tronco de ACE distal (rosa) con reconstrucción del AMI distal a través de dos ramas colaterales (verde oscuro y violeta). ILT (crema), mandibulozygomática (naranja). Las ramas esfenopalatina (blanca) y palatina descendente (azul) de la AMI irrigan el paladar y la mucosa nasal y se extienden bastante anteriormente en la imagen de la fase posterior. Observe también la reconstrucción de la arteria meníngea media (marrón) a través del flujo retrógrado a través de los canales AMI mencionados anteriormente (púrpura y verde oscuro) en la ACI por encima de los coils (rosa). Incidentalmente se observa la presencia de una arteria meníngea anterior prominente (negra) que surge de la arteria oftálmica.



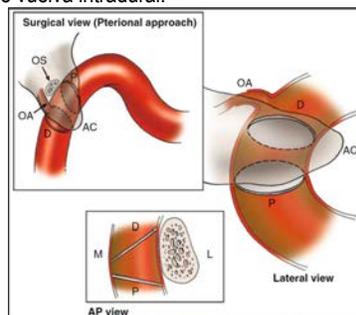
\*Prominencia de MHT e ILT despues de craneotomía: sacrificio de la AMM, ramas clival ascendente (azul), arcada tentorial marginal (azul claro), ILT (púrpura).

### **SEGMENTO CLINOIDEO (C5) (interdural\*)**

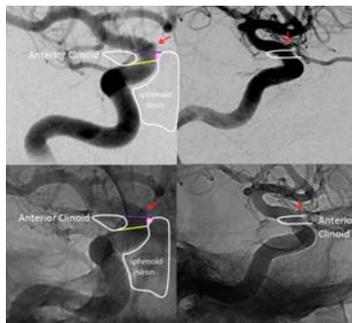
Segmento más corto de la ACI. Se encuentra entre los anillos proximales distal y proximal. Aunque este segmento se describe como interdural, la ACI se encuentra rodeada por un collar dural que contiene afluentes venosos del seno cavernoso (plexo venoso clinoideo), se extienden al anillo dural distal y tienen implicaciones para la cirugía de esta región, tiene forma de cuña cuando se ve desde la parte anterior, no se puede visualizar angiográficamente y en patología se ve modificado microquirúrgicamente. Relaciones: *Lateral*- la apófisis clinoides anterior yace por debajo y lateral al segmento C5. *Medial*: con el surco carotídeo de la base del esfenoides. *Superior*- posterosuperiormente el segmento C5 esta cubierto por dura que se refleja sobre la apófisis clinoides posterior y se continúa con el techo del seno cavernoso y el diafragma selar. Si las apófisis clinoides anteriores y medias se fusionan, el segmento C5 puede quedar completamente rodeado por hueso.

Subsegmentos- ninguno. Ramas- La arteria oftálmica puede surgir de este segmento en casos raros, pueden surgir algunas ramas capsulares diminutas. Variantes- Ninguna. Anomalías: son raras la ausencia o la hipoplasia, puede existir un vaso anastomótico intercavernoso conectando las ACI.

Existe incertidumbre angiográfica sobre la ubicación de los anillos duros proximales y distales, a menudo es imposible concluir con certeza si los aneurismas en la rodilla vertical superior son cavernosos (extradurales), intradurales (oftálmicos) o intermedios (clinoideos o transicionales). En este caso la definición de segmento de transición es conceptual más que anatómica, es ese segmento donde la ubicación del aneurisma con respecto a los anillos duros es incierta. Probable que parte del aneurisma se vuelva intradural.



\*Segmento clinoideo: el segmento clinoideo esta definido por el anillo dural proximal (P) y distal (D), los cuales estan relacionados al otro en un ángulo. La parte medial del anillo dural distal se encuentra incompleto; esta región, la cual incluye la porción proximal del segmento oftálmico es conocido como la cueva carotídea la cual es el sitio de formación de aneurismas. El proceso clinoideo anterior (AC) se extiende como un pulgar terminado el segmento clinoideo; las relaciones entre el anillo dural y la clinoides anterior son variables. OA arteria oftálmica, OS orificio óptico. M medial, L lateral. (1)



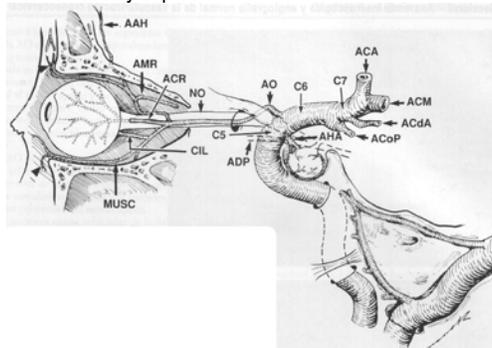
\*Ostium oftálmico (rojo), clinoides anterior (delineada en blanco), seno esfenoidal (delineado en blanco, inferior), anillo proximal (línea amarilla- de la superficie anterior de la clinoides hasta la pared medial de la ACI), anillo distal (línea púrpura- se desprende del techo clinoideo), segmento clinoideo (espacio entre los dos anillos), cueva carotídea (triángulo rosa-espacio pequeño debajo del anillo dural distal).

### **SEGMENTO OFTÁLMICO (C6) (intradural).**

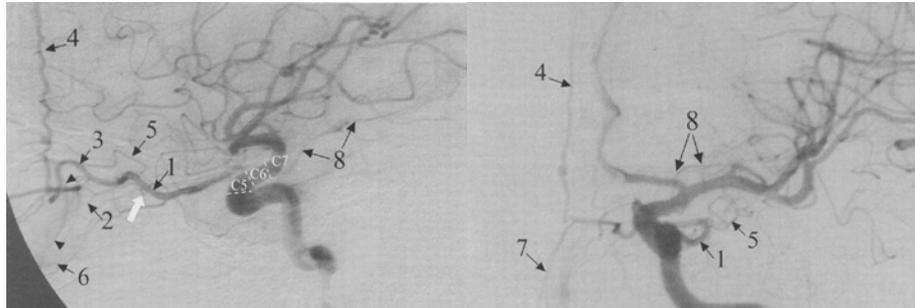
Parte intradural más proximal de la ACI, se extiende desde el anillo dural distal hasta el origen de la comunicante posterior no siempre contiene a la arteria oftálmica. Bouthillier lo definió a partir del ostium de la arteria oftálmica hasta la AcoP, en su ubicación clásica el ostium se encuentra justo distal 1mm al anillo dural y por lo tanto intradural, sin embargo la oftálmica puede surgir algo más distal al anillo (hasta la AcoA- variante oftálmica ventral o algo proximal- en cuyo caso puede ser extradural-dentro de segmentos transicionales o cavernosos). Longitud de 9.6mm. El nervio óptico viaja superior y medial a la ACI, el seno esfenoidal es anteroinferior. El puntal óptico es un proceso óseo que se extiende entre la base de la clinoides anterior al cuerpo del esfenoides, separa el canal óptico de la fisura orbitaria superior, su identificación en TC puede ayudar a distinguir entre aneurismas cavernosos y oftálmicos. Los aneurismas en esta localización son llamados de la cavidad carotídea, estas lesiones pueden romperse hacia el interior del espacio subaracnoideo.

Límites: Lateral- se encuentra el anillo dural distal. Medial- Rodeado por LCR dentro del espacio subaracnoideo supraselar. Superior- NO, NCII, cursa superomedial al segmento oftálmico. Inferior- seno esfenoidal es anteroinferior, en cerca del 80% de los casos, el hueso separa el NO y su cubierta del seno esfenoidal es menor de 0.5mm de grosor. Anterior- la arteria oftálmica se origina en la región anterosuperior del segmento C6 y acompañado del NO cursa inferolateralmente a través del canal óptico hacia el interior de la órbita.

En angiografía se ve mejor en proyecciones laterales, siguiendo una dirección hacia arriba y hacia atrás para completar el denominado sifón carotídeo, una curva con forma de S formada por los segmentos cavernosos y supraclinoideo de la ACI.



ADP- anillo dural proximal y distal están marcados por líneas discontinuas. NO- nervio óptico. AO- arteria oftálmica. La AO se encuentra angulada sobre el NO, las puntas de flecha señalan las ramas extraorbitarias de la AO (que se anastomosan con numerosas ramas de la ACE). ACR- arteria central de la retina y sus ramas oculares. CIL- arterias ciliares. AAH- arteria anterior de la hoz. AMR- arteria meníngea recurrente. MUSC- ramas musculares. AHA- arterias hipofisarias anteriores. Se ve un infundíbulo en la AcoP. ACA- arteria cerebral anterior. ACdA- arteria coroidea anterior.



Lateral y AP ACI izq en fase arterial tardía. 1-AO. 2-Ramas oculares de la AO (las puntas de flecha marcan el tefido vascular coroideo). 3-Ramas orbitarias de la AO. 4- Arteria anterior de la hoz (una rama extraorbitaria de la AO). 5-arteria lacrimal. 6. Ramas musculares. 7-Arterias etmoidales anteriores. 8-arteria coroidea anterior.

**Subsegmentos-** Ninguno.

#### **Ramas-**

**A) Arteria oftálmica:** El desarrollo definitivo de la AO desde las arterias primitivas depende de ambos sistemas carotídeos, interno y externo, las ramas orbitarias y extraorbitarias de estos dos vasos presentan un equilibrio hemodinámico, de este modo, ambos vasos pueden proporcionar el flujo dominante a la órbita. En los casos en los que la AO es embriológicamente dominante y asume parte de la arteria fetal hioideostapedia, la AO vascularizará parte del territorio que suele pertenecer a la ACE, un ejemplo de esto es el origen oftálmico de la arteria meníngea media que se presenta en un 0.5% de los casos y donde la arteria meníngea media surge de la rama meníngea recurrente de la AO.

Surge del aspecto de la ACI, medial al proceso clinoides anterior. Se origina distal o en el anillo dural distal (intradural-90%) y del segmento cavernoso (8%). Trayecto inferolateral al nervio óptico en el canal óptico, dentro de la órbita se curva inferolateral al nervio óptico (83%) y luego se acerca al globo ocular a lo largo de su aspecto medial, medial al oculomotor y abducens (III y IV NC), cruza el NO y el músculo recto superior, recorriendo la pared medial de la órbita entre los músculos recto medial y oblicuo superior. En 17% de los casos la arteria oftálmica permanece inferomedial al nervio óptico a lo largo de su curso. Diámetro promedio 1.4mm (0.9-2.1mm). Rama mayor intracraneal de la ACI. En angiografía desde su origen se dirige hacia arriba 1-2mm, entonces gira y avanza directamente hacia adelante, cerca del punto medio entre su origen y el globo ocular, la AO suele angularse abruptamente a su paso sobre el NO.

Presenta ramas que son altamente variables y presentan anastomosis con la carótida externa, se dividen en 3 grupos: Grupo ocular, orbitario y extraorbitario.

**Grupo ocular:** irrigan la retina y la coroides, así como algunas ramas colaterales del nervio óptico.

**a) Arteria central de la retina:** Surge de la arteria oftálmica como un solo tronco o en común con la arteria ciliar posterior, luego penetra en la vaina del nervio óptico para abastecer la retina. Es una rama terminal de la arteria oftálmica, sin colaterales. Su oclusión produce pérdida de visión. Diámetro interno promedio 400micras (300-600). No se ve en angiografía.

**b) Arterias ciliares:** Se dividen en ciliares anteriores y posteriores, producen el blush coroideo visto en la angiografía lateral en forma de media luna en la fase media arterial.

**Grupo orbitario:** irrigan la musculatura extraocular y el periostio orbitario.

**a) Arteria lacrimal:** Surge de la arteria oftálmica adyacente al nervio óptico, pasa a lo largo del borde superior del músculo recto lateral para irrigar la glándula lagrimal y la conjuntiva. Se anastomosa anteriormente con ramas de la arteria temporal superficial y con múltiples ramas de la arteria maxilar interna. Da la rama meníngea recurrente (rama de la lacrimal) que viaja atrás y fuera de la órbita, a través de la fisura orbitaria superior y se anastomosa con ramas de la arteria meníngea media. Ramas zigomático-faciales que se anastomosan con la arteria temporal profunda y ramas transversales faciales.

**b) Ramas musculares:** Arterias que irrigan los músculos extraoculares y el periostio de la órbita, cada rama es nombrada por la estructura que irriga (ej. Rama muscular del recto medial).

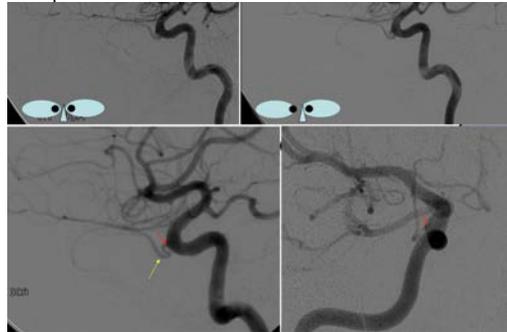
**Grupo extraorbitario:** tienen múltiples anastomosis con las ramas faciales y etmoidales de la ACE. Las anastomosis pueden convertirse en una importante fuente de flujo colateral de la ACI intracraneal en caso de una oclusión proximal. Una rama importante la arteria anterior de la hoz surge de las arterias etmoidales anteriores y vasculariza parte de la hoz cerebral.

**a) Arterias etmoidales:** Irrigan la mucosa nasal superior y se anastomosan con ramas de la esfenopalatina rama de la maxilar interna. También perforan la placa cribiforme para irrigar la duramadre de la fosa anterior. *Arteria etmoidal anterior*- da lugar a la arteria anterior de la falx que ingresa al espacio intracraneal por el agujero ciego. *Arteria etmoidal posterior*- se anastomosa con ramas de la arteria esfenopalatina.

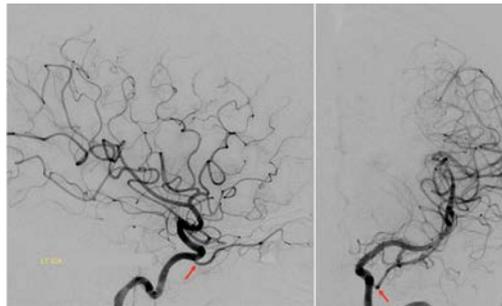
**b) Arteria palpebral:** Se divide en medial, inferomedial y superomedial, se anastomosan con la rama frontal de la temporal superficial y la rama infraorbitaria de la maxilar interna.

**c) Porción terminal de la arteria oftálmica:** Esta se termina dividiendo en la rama supratrocLEAR (se anastomosa con ramas de la arteria temporal superficial) y la rama dorsal nasal (se anastomosa con ramas de la arteria facial).

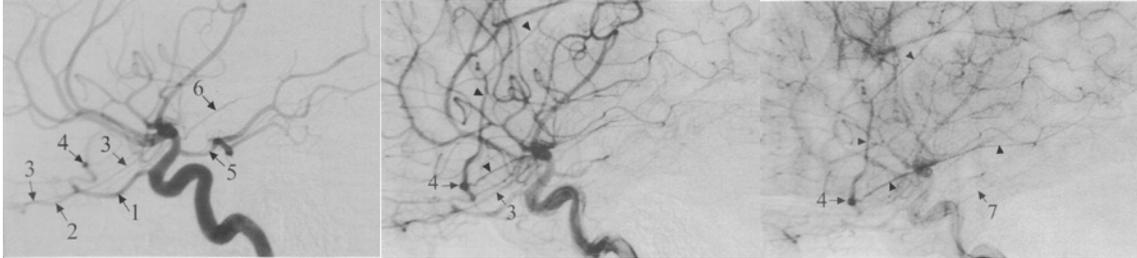
**Variantes de la arteria oftálmica:** El más común es el origen de la arteria meníngea media (16% disecciones, 0.5% de las angiografías). Orígenes de la ACI cavernosa, ACM, ACA, ACP y basilar. Se han reportado fenestraciones. <sup>(1,2)</sup>



**\*Origen de la arteria oftálmica desde la rodilla superior de la ACI,** proximal al su ubicación habitual; el ostium puede estar ubicado dentro de los segmentos cavernosos (8%) o de transición, pero definitivamente es demasiado distal para el ILT, por lo general este tipo de oftálmica entra en la órbita a través de su propio foramen privado (foramen oftálmico). <sup>(2)</sup>



**\*Arteria oftálmica dorsal,** la oftálmica surge del ILT (flecha roja), normalmente entra en la órbita a través de la fisura orbitaria superior.



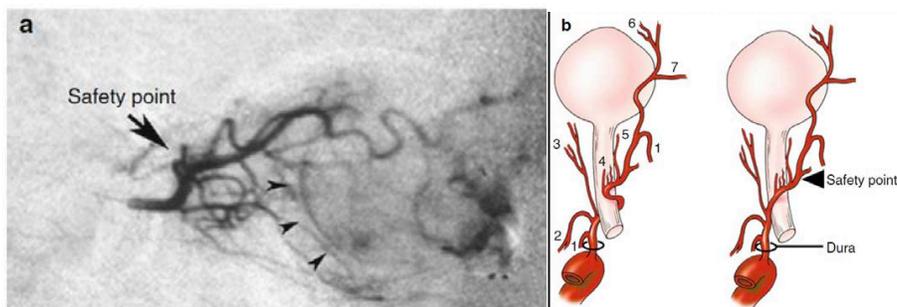
**Origen aberrante de la arteria meníngea media desde la arteria oftálmica:** 1. AO 2. Arteria lacrimonal 3. Arteria meníngea recurrente (curso hacia atrás a través de la fisura orbitaria superior) 4. Arteria meníngea media (las puntas de flecha indican sus ramas distales) 5. Arteria comunicante posterior 6. Arteria coroidea anterior 7. Rama tentorial del tronco meningohipofisiario.

**Origen de la AO desde la arteria meníngea media:** en este caso la AO entra en la órbita a través de la fisura orbitaria superior o por un agujero del ala mayor del esfenoides, en lugar de hacerlo a través del canal óptico.

**Origen cavernoso de la AO** es una anomalía menos común encontrándose en un 8% de las disecciones anatómicas.

**B) Arteria hipofisiaria superior:** Promedio de 1.8 arterias hipofisiarias superiores que surgen de la región posteromedial del segmento C6 de la ACI, la mayoría dentro de los 5mm del origen de la arteria oftálmica. Estos vasos luego viajan hacia el origen del tallo hipofisiario y conectan con las ramas de la arteria hipofisiaria superior contralateral y las arterias comunicantes posteriores para formar una anastomosis circunfundibular. Las arterias hipofisiarias superiores y el plexo circunfundibular se distribuyen al tallo hipofisiario y el lóbulo anterior de la hipófisis (la rama hipofisiaria inferior de la arteria meningohipofisiaria irriga el lóbulo posterior). Esencialmente invisibles desde el punto de vista angiográfico, pueden ser lugar de formación de aneurismas. En cerca de la mitad de los casos, una rama única dominante vasculariza el lóbulo anterior de la hipófisis, el tallo hipofisiario, el NO y el quiasma.

**C) Ramas perforantes:** Varias ramas perforantes que surgen del segmento oftálmico no se incluyen con las ramas hipofisiarias superiores. Surgen del aspecto posterior o medial de la ACI y principalmente irrigan el quiasma óptico, nervio óptico, piso del tercer ventrículo y tracto óptico.



\*Arteria oftálmica: vista lateral de una angiografía selectiva de la arteria oftálmica y vista superior de la arteria oftálmica (OA). A) en la angiografía nota el curso hacia arriba de la OA cuando cruza sobre el nervio óptico (flecha) y el blush coroideo (cabeza de flecha). En 83% de los casos, la OA pasa alrededor del aspecto lateral del nervio óptico. B) izquierdo; en el resto de los casos la OA queda medial al nervio óptico (b, derecho). Ramas significativas incluyen: (1) Arteria meníngea recurrente, (2) arteria etmoidal posterior, (3) ramas musculares, (4) arteria central de la retina, (5) arterias ciliares (anterior y posterior), (6) arteria lacrimonal y (7) arteria de la falx anterior. La OA puede estar dividida en 3 segmentos. (1) segmento 1: se extiende de la entrada de la OA dentro de la órbita al punto donde la dirección de los vasos cambia cuando pasa sobre el nervio. (2) segmento 2: se extiende del punto donde el aspecto medial del nervio óptico al borde de la órbita. El punto de seguridad, más allá en el cual la embolización puede realizarse con el menor riesgo de embolización de la retina.

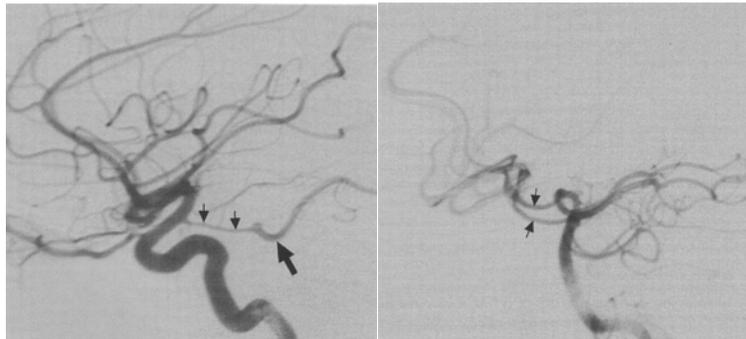
### **SEGMENTO COMUNICANTE (C7)**

Proximal al origen de la arteria comunicante posterior y termina en la bifurcación de la ACI con la bifurcación en ACA y ACM. Longitud de 10.6mm. Incluye la arteria coroidea sin embargo se puede separar del segmento coroideo y terminal, desde la AcoP hasta el ostium coroideo anterior. Relaciones: Medial- pasa entre el NO y el oculomotor, el NO queda superomedial a la ACI. Superior- la ACI termina debajo de la sustancia perforada anterior, en el fondo medial de la cisura de Silvio (surco cerebral lateral). Desde su origen la AcoP se dirige hacia atrás avanzando por encima del NC III.

### **Ramas:**

#### **A) Arteria comunicante posterior:**

1) Surge de la ACI intradural posterior 9.6mm distal a la arteria oftálmica, 9.7 proximal a la bifurcación de la ACI. Viaja posteromedialmente a una distancia de 12mm para unirse a la ACP en la unión entre los segmentos P1 y P2. Es frecuente el reflujo de contraste durante la inyección en algunas de las ACI o en las arterias vertebrales. La compresión temporal de la ACC homolateral durante la inyección de contraste en la arteria vertebral puede provocar reflujo de la ACP. Las proyecciones que mejor estudian la anatomía de la ACP son la lateral y la submentovértex.

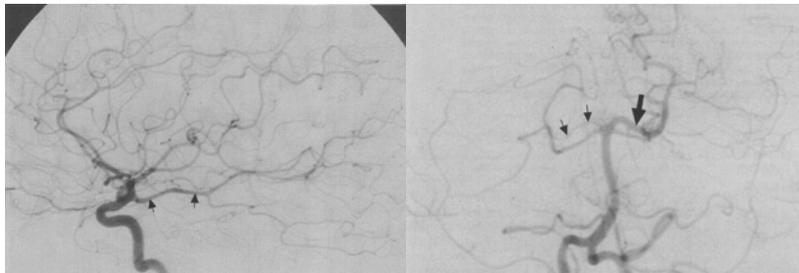


ACI izq lateral: llenado de la ACoP (flechas pequeñas), ACP (flecha grande). AV izq lateral: llenado de ambas ACoP (flechas).

2) Ramas- Varía de 4-14 con un promedio de 7.8, terminan en el piso del tercer ventrículo, sustancia perforada posterior, tracto óptico, tallo hipofisiario y quiasma óptico. Alcanzan el tálamo, el hipotálamo y la cápsula interna. Estas arterias se llaman talamo perforantes anteriores (atravesan la sustancia perforada posterior para vascularizar los núcleos mediales del tálamo y paredes del tercer ventrículo) para distinguirlos de las talamo perforantes que surgen del segmento P1, el segmento más largo y más constante es la arteria premamilar. Los aneurismas de la ACoP surgen de la pared posterolateral impactando el NCIII con preservación de la pupila.

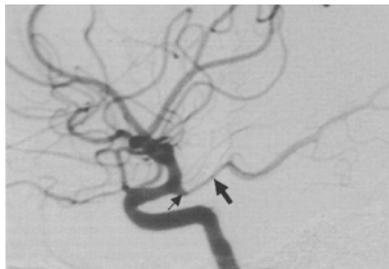
3) Variantes:

**Origen fetal persistente-“ configuración fetal”**, es una arteria comunicante posterior prominente que da origen y tiene el mismo diámetro que el segmento P2 de la ACP. Frecuencia del 18-22%, 20-30%. El segmento P1 ipsilateral puede ser hipoplásico o no existir, en este último caso vasculariza todo el territorio de la ACP.



ACI der lateral- ACP fetal, la ACoP tiene el mismo diámetro que ACP. AV der AP P1 hipoplásico, ACP derecha no se opacifica.

**Infundibulo-** Origen en forma de embudo de la ACoP, 6-17% de los casos, el ensanchamiento es típicamente redondo o cónico, de 2mm o menos de diámetro, simétrico y tiene la zona más ancha (base) en su origen en la ACI, la ACP surge de su vértice, debe diferenciarse de un aneurisma en la misma localización.



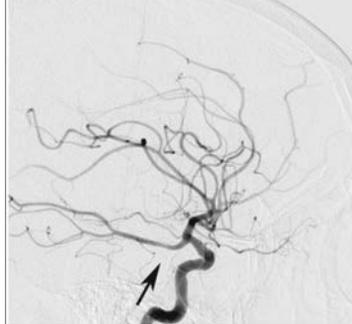
ACI der lateral, ACoP infundibular (flecha pequeña) dilatación en forma de embudo en su origen surge directamente surge la ACoP (flecha grande)

**Hipoplasia-** Presente en 15-22% de las angiografías <sup>(2)</sup> 34% de las disecciones <sup>(1)</sup>. Cuando mide menos de 1mm de diámetro.

**Ausencia-** Ausencia completa es muy rara, se ve en 0.6% de las disecciones.

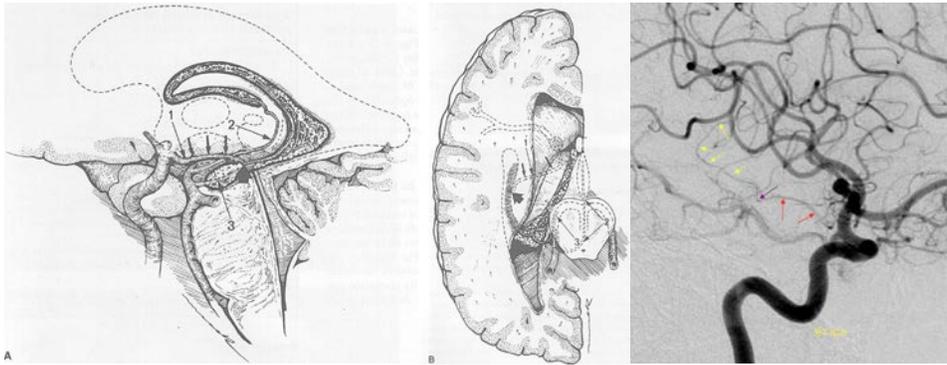
La hipoplasia y la ausencia representa factor de riesgo independiente para el infarto isquémico cerebral en pacientes con oclusión de la ACI.

**Fenestraciones.** <sup>(1,2)</sup>



\*Configuración arteria fetal persistente de la AcoP. El diámetro del vaso es del mismo diámetro que el segmento P2 que lo conecta.

**B) Arteria coroidea anterior:** Surge del aspecto posteromedial de la ACI supraclinoidea, 2-4mm distal a la arteria comunicante posterior, 5.6mm proximal a la bifurcación de la ACI. Diámetro de 1mm. Duplicado en el 4% de los casos, puede existir como un vaso único o como un plexo de vasos pequeños. Embriológicamente en etapas tempranas irriga el cerebro supratentorial disminuyendo conforme se desarrolla la circulación posterior. Raro su visualización completa a menos que exista patología significativa para agrandarla. Solo existe una AchA y una AcoP. Puede tener una proyección de 80-60°. La mejor proyección para visualizarla principalmente cuando existe aneurisma es la oblicua ipsolateral y algo submentoniana. Las MAVs que afectan el ventrículo lateral a menudo son irrigadas por la AchA. A diferencia de los aneurismas de la comunicante, los coroideos se proyectan inferomedialmente. Puede ser identificada aproximadamente en el 95% de todas las angiografías de la ACI y puede ser observada tanto en proyecciones lateral y AP.

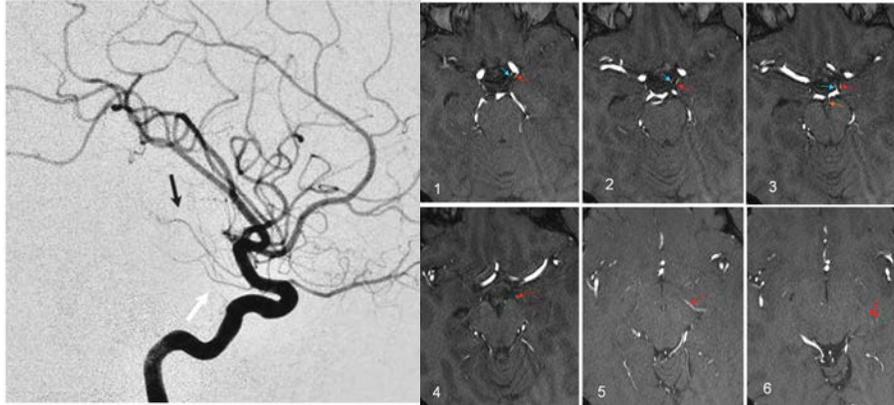


ACdA y sus relaciones con las arterias coroideas posteriores (ramas de la ACP). Segmento cisternal de la ACdA (flechas pequeñas), punto de plexo (flecha negra grande) donde la ACdA entra en la fisura coroidea al asta temporal. 1-ACdA. 2-Arteria coroidea posteromedial. 3-Arteria coroidea posterolateral.

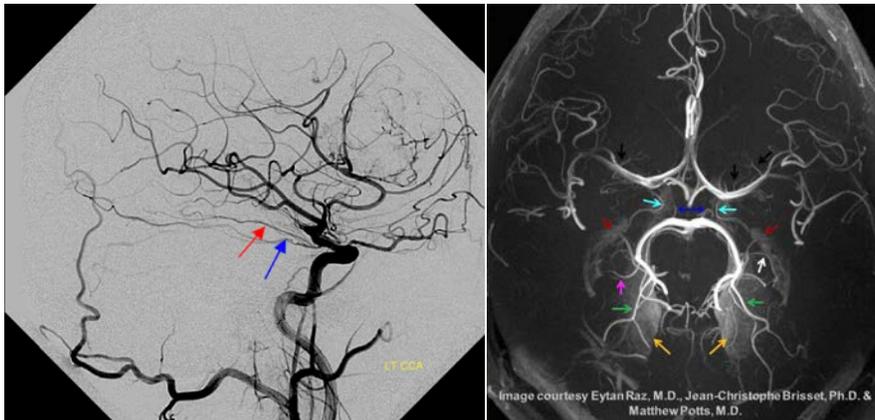
Tiene dos **segmentos**:

**1. Segmento cisternal:** Proximal. Viaja en una dirección posterior, primero medial bajo el tracto óptico y superomedial al uncus del lóbulo temporal, luego gira lateralmente continuando su curso a través de la cisterna supraselar y se incurva alrededor del pedúnculo cerebral hacia el cuerpo geniculado lateral, se angula hacia arriba a medida que pasa a través de la fisura coroidea para ingresar al asta temporal del ventrículo lateral. Mide 24mm de longitud. Da lugar a 8 ramas perforantes, mismas que irrigan la mayoría de las estructuras que son vitales vulnerables a lesión isquémica con su oclusión. En las proyecciones laterales, el segmento cisternal termina en una angulación lateral denominada punto de plexo angiográfico

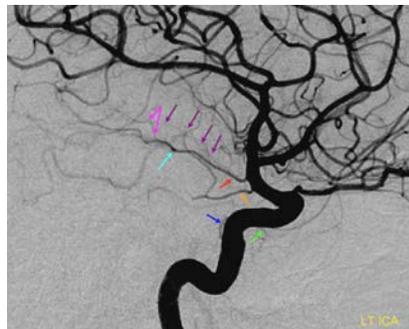
**2. Segmento intraventricular:** Distal. Dentro del ventrículo, viaja con el plexo coroideo anastomosándose con ramas de la arteria coroidea posterolateral. Luego se arquea hacia arriba y alrededor del tálamo (núcleo pulvinar) y en algunos casos llega hasta el agujero de Monro y anastomosa con ramas de la arteria coroidea posteromedial (circulación posterior). Ramas del segmento intraventricular suplen el tracto óptico, cuerpo geniculado lateral y tálamo. El plexo coroideo del ventrículo lateral puede aparecer como un denso teñido homogéneo que persiste tanto en la fase capilar como en la venosa precoz.



\*RM: arteria coroidea (roja)- ostium coroidea (azul) distal a la AcoP. 2-porción cisternal. 3-cisternal perimesencefálica a nivel de la confluencia AcoP-ACP, arteria coroidea medial (naranja), 4-entrada en la fisura coroidea, 5-continuación fisura coroidea, 6-ramificación para entrar al plexo coroideo.

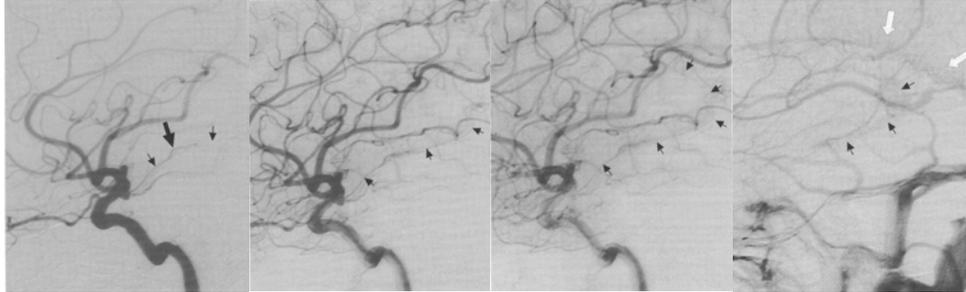


\*RM: Coroides anterior (azul claro) se puede rastrear hasta el plexo coroides (rojo oscuro), lenticuloestriadas laterales (negro), talamogeniculado (azul oscuro), coroides posterior (blanco), temporal posterior (verde), temporal inferior medio (rosa), realce de la tienda del cerebelo (amarillo).

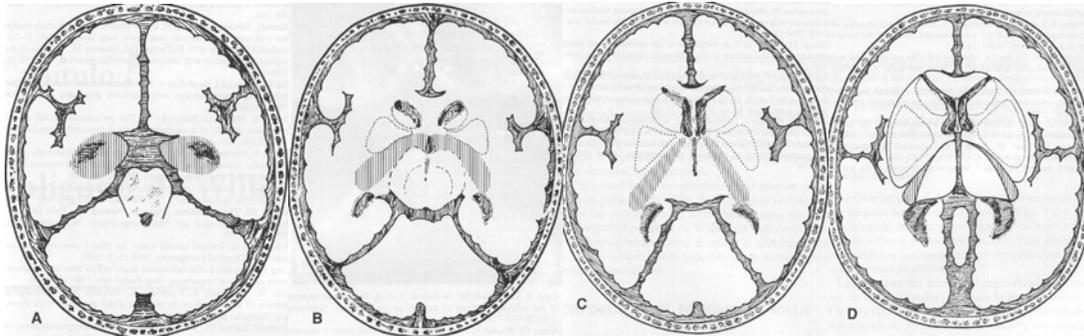


\*Arteria coroidea anterior (roja), ramas perforantes coroides anteriores (violeta) antes del punto del plexo (rosa-donde entra a la fisura coroidea), AcoP con una rama talámica propia (naranja), rama MHT (azul oscuro) e ILT (verde).

**Territorios:** La arteria coroidea anterior manda ramas en en disminuido orden de frecuencia (tracto óptico, pedúnculo cerebral, cuerpo geniculado lateral, uncus y lóbulo temporal, radiación óptica, globo pálido, mesencéfalo, tálamo, brazo posterior de la cápsula interna) su oclusión puede producir hemiplejía contralateral, hemianestesia, hemianopsia, pérdida de memoria y somnolencia. En TC se identifica hipodensidad del brazo posterior de la cápsula interna, porción retrolenticular de la cápsula interna, porción interna del globo pálido y tálamo lateral. La severidad del déficit neurológico después de la oclusión es muy variable debido a las múltiples anastomosis coroides posteriores y la ACP (menos común la ACA y ACM)



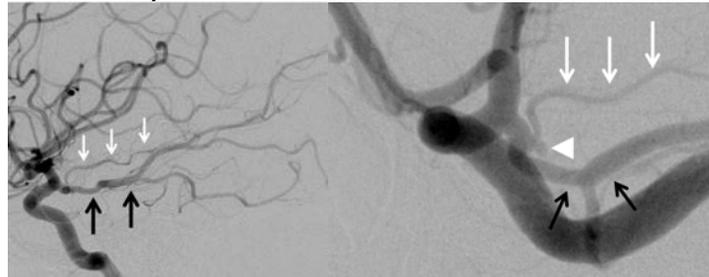
Angiografía ACI izq (fase arterial precoz, media y tardía, fase venosa). Arteria coroidea anterior (flechas negras pequeñas), punto del plexo (flecha negra grande). Fase venosa (teñido vascular coroideo-flechas negras pequeñas, venas de la sustancia blanca prominentes normales- flechas blancas).



Territorio de la arteria coroidea anterior.

**Variantes:**

**Origen ectópico-** 4% de las disecciones. Puede originarse de la ACM o ACP. Raramente se puede originar de la ACI proximal a la arteria comunicante posterior. Puede haber un tronco común de la AcoP y la AchA. (1, 2)

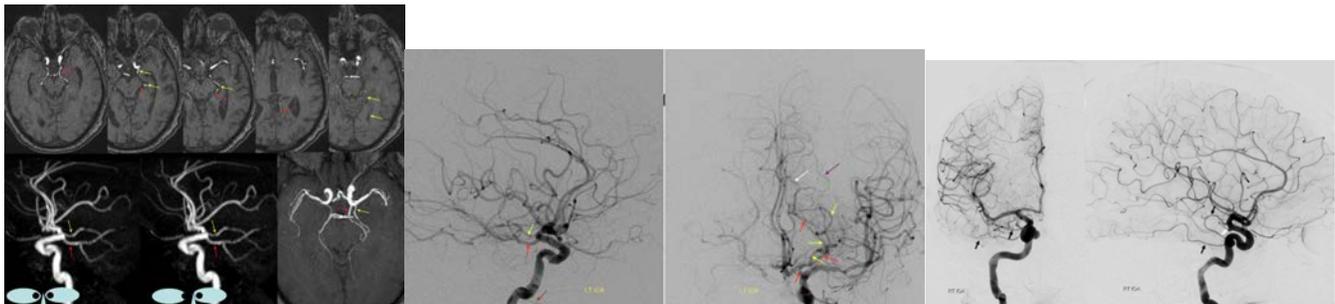


\*Aneurisma en la bifurcación del tronco común de la AcoP (negra) y la AchA (blancas).

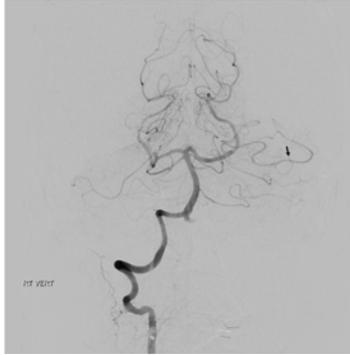
**Anomalías:**

**Ausencia** en 3% de las angiografías.

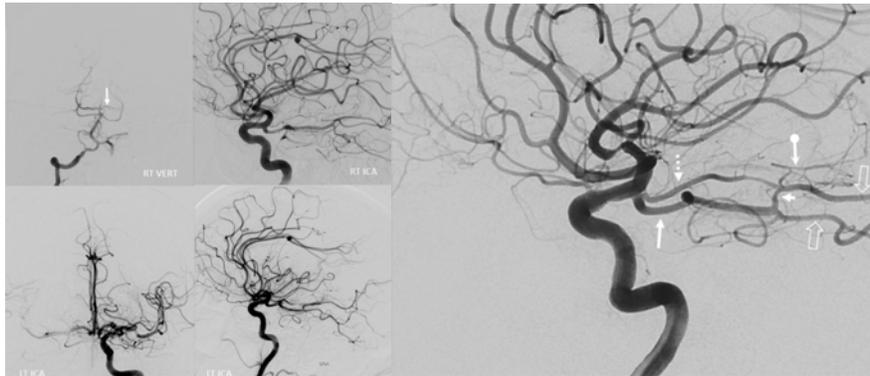
**Hiperplasia-** la arteria coroidea anterior suple parte del territorio de la ACP, vista en 2.3% de las angiografías, la variante más común es que capture el territorio de la rama temporal inferior, las ramas parieto-occipital y calcarina se originan típicamente en sus posiciones habituales. No confundir con una AcoP o coroidea duplicadas. (1, 2)



AcoP/ACP (rojo), AchA (amarillo). Rama temporal (negro).

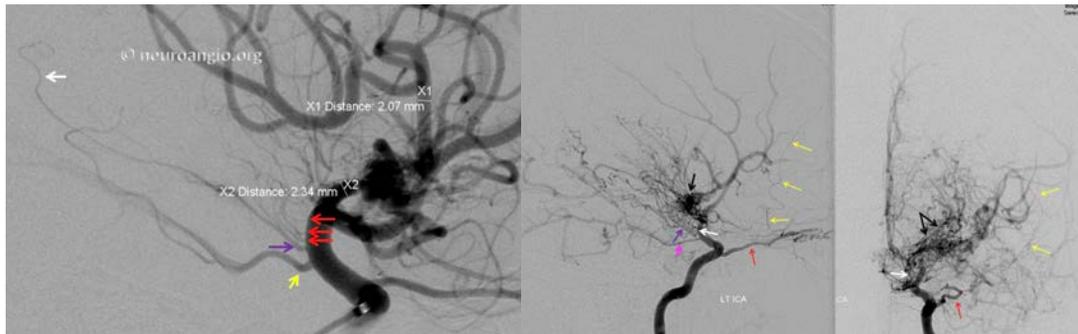


\*Ausencia de rama temporal inferior derecha, temporal inferior izquierda (negra).



**Fusión AchA-AcoP:** conexión coroidea y ACP segmento P2 (diámetro mayor). P1 izquierda pequeña (blanca). Derecha: proyección lateral oblicua, AcoP (flecha blanca), coroidea proximal (flecha discontinua), coroidea distal (flecha esférica), conexión AcoP-AchA (flecha pequeña).

Ramas perforantes: Las ramas perforantes que surgen del segmento comunicante se extienden hacia el tracto óptico, piso del tercer ventrículo y sustancia perforada anterior. A veces pueden surgir directa de la ACI, son todos elocuentes, son los vasos que se hipertrofian para proporcionar anastomosis entre el sistema perforante coroideo y los vasos lenticuloestriados en Moya-Moya.



\*Perforantes de la coroidea anterior (rojas), AchA (morado), AcoP (amarillo). \*Apariencia en bocanada de humo Moya-Moya mediante **la reconstitución de la ACM a través de las perforantes coroideas anteriores (púrpura) y el del segmento terminal (blanca) a través del grupo lenticuloestriado lateral de la ACM (negro), origen proximal de la oftálmica (segmentos cavernosos distales o quizás de transición) y una rama meníngea recurrente hipertrofiada de la arteria oftálmica (amarilla).**

**Infundíbulo:** Variante normal. Prevalencia en angiografías normales del 7-15%. Dilatación cónica, triangular o en forma de embudo, sin cuello aneurismático, la arteria surge de su ápice. se encuentra más comunmente en la arteria comunicante posterior y la ACI. Diámetro máximo de 3mm. También se han encontrado en la unión de la comunicante posterior y la ACP segmento P2 (bilateral en 25%), el origen de la arteria oftálmica y el origen de la arteria coroidea anterior. <sup>(1,2)</sup>

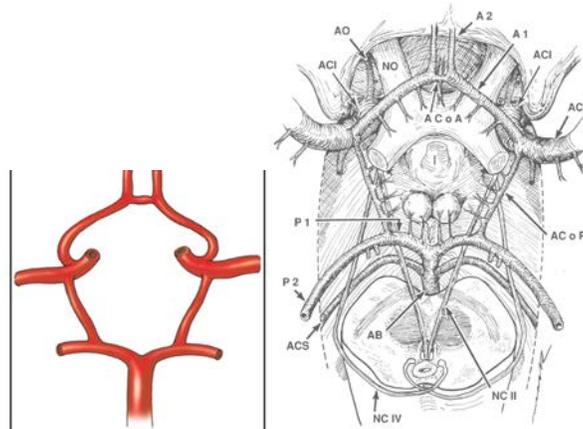
**Ausencia congénita de la ACI:** anomalía rara, <0.1%. incluye agenesia-aplasia-hipoplasia, existe flujo colateral a través del polígono de Willis AcoA, AcoP, con menos frecuencia el flujo colateral se proporciona a través de vasos embrionarios persistentes o de colaterales transcraneales que se originan del sistema de la ACE. Muchos permanecen asintomáticos y no se detectan, se asocian con aneurismas cerebrales. <sup>(1,2)</sup>

#### POLÍGONO DE WILLIS:

Es un anillo de vasos interconectados que rodean el infundíbulo hipofisario, proporciona circulación colateral importante entre los ejes carotídeo y vertebrobasilar. Conecta las circulaciones anteriores de ambos lados con el sistema vertebrobasilar. Es un nonágono (9 lados), lleva el nombre de Thomas

Willis (nombrado por su alumno Lower, quien describió la estructura en 1664, ilustrada por Sir Christopher Wren). Esta presente completamente en el 90%, solo en el 50% se encuentra bien desarrollado y simétrico. En 60% de los casos al menos un componente es hipoplásico y disminuido para proporcionar flujo colateral. La asimetría de la circulación en el polígono produce un flujo asimétrico significativo, siendo un factor importante para el desarrollo de aneurismas y ACV isquémico.

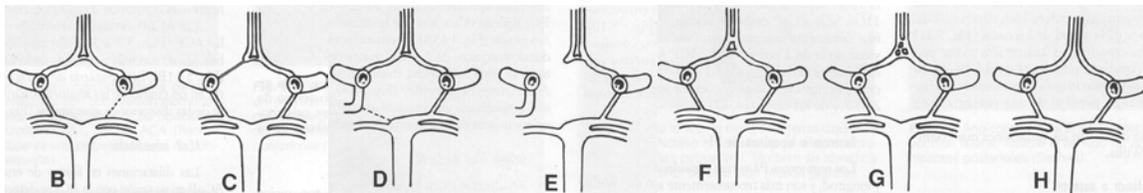
Se encuentra sobre la silla turca, dentro de las cisterna supraselar e interpeduncular, rodea la superficie ventral del diencefalo y esta adyacente a los nervios y tractos ópticos. *Superior*: hipotálamo y receso anterior del 3V, los tractos ópticos cursan sobre las ACoP, desde su origen cada ACA A1 cursa medialmente bajo la sustancia perforada anterior y la circunvolución recta. *Inferior*: hipófisis, diafragma selar, base del esfenoides. El NC III cursa oblicuamente por delante y por debajo de las ACoP. Desde su origen, los dos segmentos A1 pasan medialmente sobre los NO hasta la cisura interhemisférica. La unión de la AcoA con los dos segmentos A1 se encuentran bien por encima del quiasma óptico (70%), bien por encima de los NO (30%). Posterior: la bifurcación basilar se encuentra en la fosa interpeduncular frente al mesencéfalo. Lateral: La cisura tentorial y el lóbulo temporal. Medial: rodea el tallo hipofisiario y los cuerpos mamilares.



Polígono de Willis: Diez componentes- ACI (2), AcoA (1), ACA A1 (2), ACoP (2), ACP P1 (2), AB (1)

Los segmentos ACA A1 cursan sobre los NO. Las ACoP cursan bajo los tractos ópticos.

Ramas: ACA A1 (lenticuloestriadas mediales), A2 (recurrente de Heubner), ACoP-AB-P1 (talamoperforantes, talamogeniculadas).



Variantes anatómicas del polígono de Willis.

#### Perforantes del polígono de Willis:

ACA: arterias lenticuloestriadas mediales y arteria recurrente de Heubner- irrigan la cabeza del núcleo caudado, brazo anterior de la cápsula interna y parte de los n. basales.

AcoA: irrigan la superficie anterior del quiasma óptico y el hipotálamo anterior, pueden tener un territorio vascular significativo que incluya parte del cuerpo calloso, pilares del fórnix, áreas paraolfatorias, lámina terminal e hipotálamo.

AcoP: talamoperforantes anteriores- irrigan parte del tálamo, brazo infralenticular de la cápsula interna y tractos ópticos.

AB y ACP: talamoperforantes posteriores, arterias talamogeniculadas-mesencéfalo y tálamo.

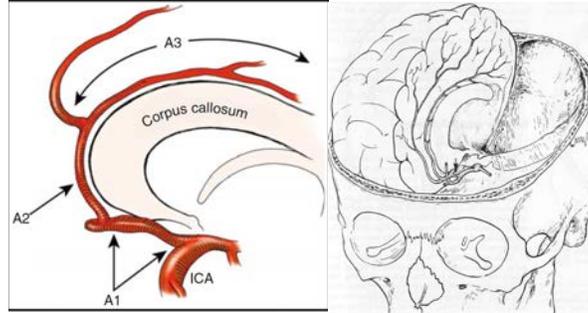
Vessel	Variant	Incidence
A1 segment	Hypoplastic	10% <sup>152</sup>
	Absent	1-2% <sup>1</sup>
A-comm artery	Absent	5% <sup>171</sup>
P-comm artery	Hyperplastic (Fetal)	18-22% <sup>88</sup>
	Hypoplastic	34% <sup>88</sup>
	Absent	0.6% <sup>131</sup>
ICA	Hypoplastic	0.079% <sup>83</sup>
	Absent	0.01% <sup>81</sup>
P1 segment	Hypoplastic	15-22%
	Absent	Rare <sup>131</sup>

## ARTERIA CEREBRAL ANTERIOR

Vaso único, filogenéticamente más antiguo de la especie telencefálica (vasculariza entre otras cosas, el lóbulo olfatorio más primitivo). Se han descrito varios esquemas de clasificación para la ACA. A1 y A2 (segmento proximal).

El más simple incluye 3 **segmentos**:

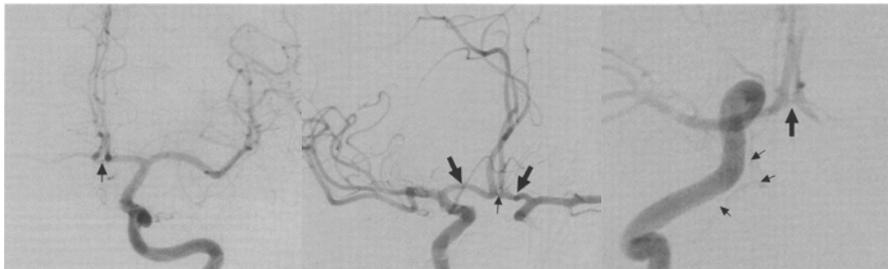
- 1) A1: De la ACI a la AcoA.
- 2) A2: De la AcoA hasta la arteria pericallosa y supramarginal.
- 3) A3: Ramas distales.



### SEGMENTO A1 Y COMPLEJO DEL DE LA COMUNICANTE ANTERIOR

Segmento A1 (segmento precomunicante): Se extiende desde la bifurcación de la ACI en una dirección medial y superior a su unión con la AcoA dentro o inferior a la cisura interhemisférica. Viaja superior al quiasma óptico (70%) o nervios ópticos (30%) e inferior a la sustancia perforada anterior. El complejo de la AcoA es muy variable y puede tomar uno de los patrones principales. En angiografía tiene un curso recto ascendente y en mayores es frecuente que descienda. En las proyecciones laterales queda cubierto por la ACM, por lo que para su visualización son mejores las proyecciones AP y submentovértex. La proyección transorbitaria oblicua de 30-45° suele ser óptima para ver el segmento A1 y su unión con la AcoA.

**AcoA**- longitud promedio 4mm, 1.7mm diámetro. Una AcoA única se encuentra presente en el 60%. Al estar orientada en un plano ligeramente oblicua sin ser estrictamente AP es frecuente que no pueda ser vista en las proyecciones AP y lateral, suelen necesitarse las proyecciones oblicua, Waters o submentovértex, en ocasiones es necesario comprimir la carótida contralateral para demostrar su presencia.



AP ACI izq AcoA fenestrada. ACI der oblicua compresión de la ACC izq. ACI der submentovértex (se ven las ACP)

### Ramas:

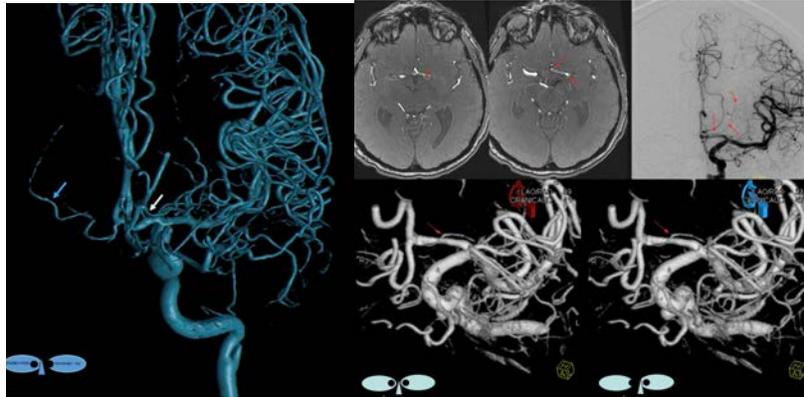
**a) Perforantes de A1** (se dividen en superiores e inferiores). Ramas superiores- 2-15 son arterias lenticuloestriadas mediales que viajan hacia arriba y hacia atrás en la sustancia perforada anterior, suministran el hipotálamo anterior, septum pellucidum, comisura anterior, fornix y estriado anterior. Ramas inferiores- Irrigan el quiasma óptico y nervios ópticos.

**b) Perforantes de la AcoA:** Se dividen en ramas subcallosas (hacia atrás y arriba, arriba a lo largo del margen anterior del hipotálamo y debajo del cuerpo calloso, irriga el hipotálamo, puede irrigar el cuerpo calloso, especialmente cuando existe un sistema callosomarginal dominante llamándose arteria callosa mediana- básicamente lo mismo que una pericallosa pero sin ramas corticales), hipotalámicas y quiasmáticas según sus territorios vasculares. La rama subcallosa suele ser única y la rama más grande de la AcoA, irriga el septum pellucidum, columnas del fórnix, cuerpo calloso y lámina terminalis. Las ramas hipotalámicas son más pequeñas y múltiples. Una rama quiasmática esta presente solo en el 20% de los casos.

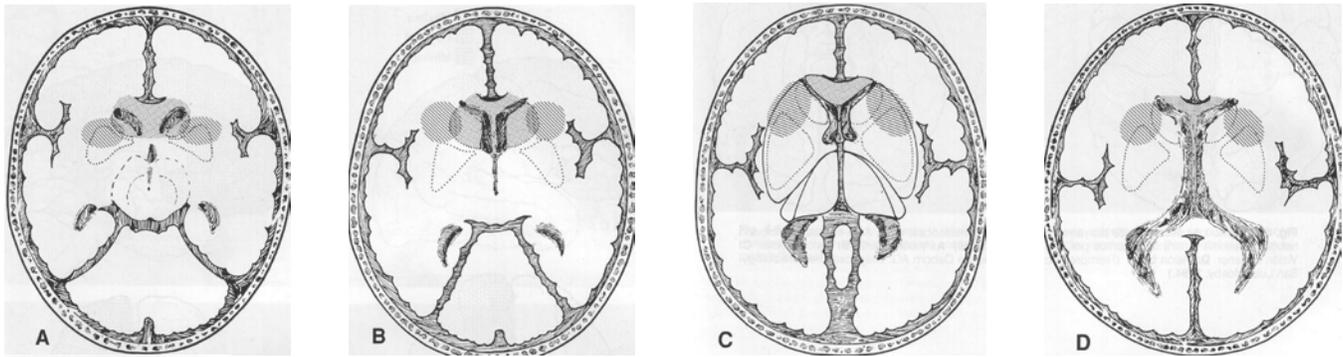


\*Subcallosa más proximal (flechas blancas discontinuas), callosa mediana (blancas sólidas), callosomarginal izquierda más dominante (amarillas), tronco pericallosa derecho (rojo), callosomarginal derecha(violeta)

**c) Recurrente de Heubner:** Más a menudo rama de A2 proximal (34-50%), puede surgir del segmento A1 en hasta 17-41% de los casos y desde la unión ACA-AcoA en el 5-20% (2) 35% (1) de los casos. Recurrente por que retrocede lateralmente a lo largo del segmento A1 hacia la ACI terminal, es una de las arterias perforantes mediales más grandes que surgen de los segmentos A1 y M1 para dirigirse a los núcleos basales. A menudo es más fácil verla con una inyección por el eje contralateral. Su tamaño variará dependiendo del desarrollo de los vasos colaterales en el misma área. (1, 27)



\*ARH derecha prominente (flecha azul), que surge de la unión A1-A2, ARH. Izquierda (flecha blanca).



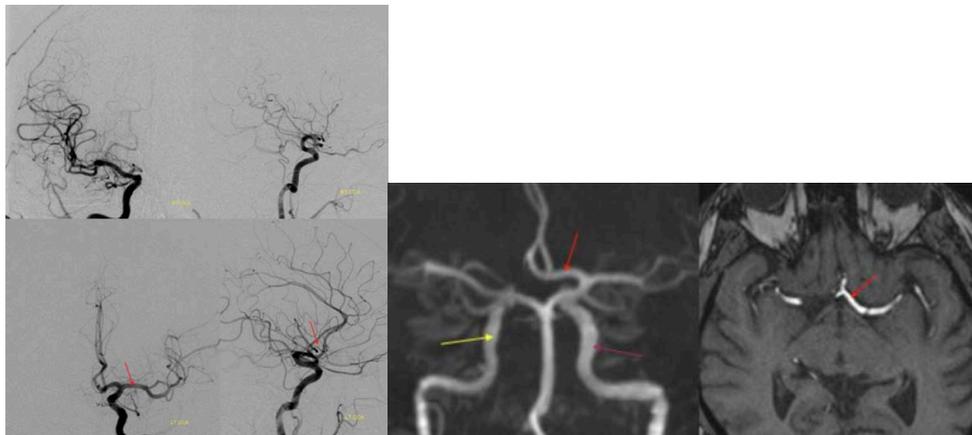
A Arterias lenticuloestriadas mediales y perforantes callosas  
B Arteria recurrente de Heubner (cuando está presente)

Territorios vasculares de las ramas perforantes de la ACA (arterias lenticuloestriadas mediales, perforantes callosas, recurrente de Heubner): cabeza del n. caudado, región anteromedial del putamen y el pálido, región inferomedial del brazo anterior de la cápsula interna, rostrum del cuerpo calloso y parte de la comisura anterior.

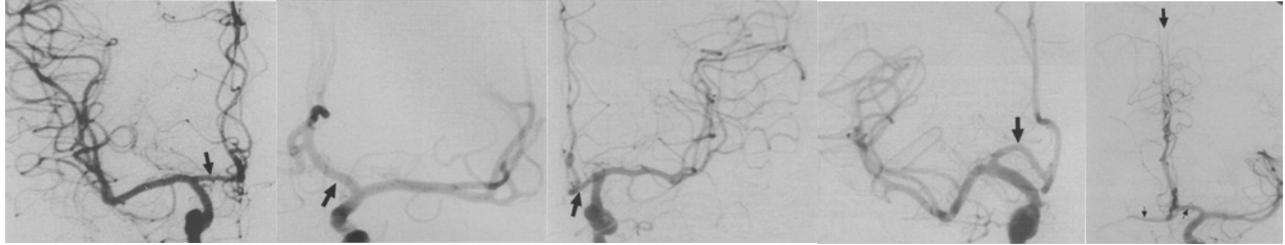
Variantes:

**a) A1:**

**1- Asimetría-** Los segmentos A1 izquierdo y derecho son asimétricos en hasta el 80% de los casos. El segmento A1 derecho tiende a ser más largo, más tortuoso, desviado y angosto que el izquierdo. Alrededor del 10% de los vasos A1 son hipoplásicos (diámetro de 1.5mm). Por lo general esto también conduce a una asimetría en el tamaño de la ACI lo que a veces genera confusión como una posible disección o estenosis de segmento largo

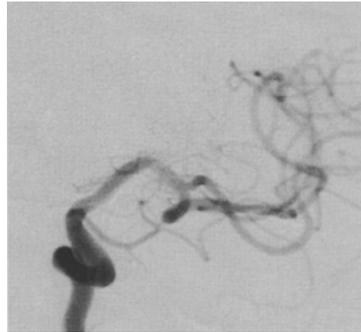


\*ACI izquierdo (violeta) más grande que el derecho (amarillo) ya que el izquierdo también suministra ambos territorios ACA a través de un A1 izquierdo dominante (rojo)



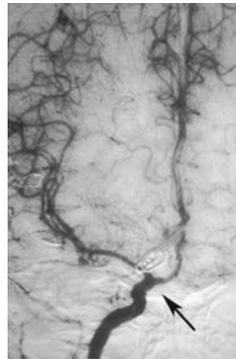
Variaciones normales en el curso del segmento A1 (horizontal o precomunicante- flechas)

**2- Ausencia:** En el 1-2% de los casos.



**3- Arteria olfatoria persistente:** Rara anomalía en la que una arteria olfatoria persistente viaja desde la ACI a lo largo del tracto óptico para abastecer el territorio distal de ACA, puede estar asociado a aneurismas.

**4. ACA infraóptica-** En raros casos el segmento A1 puede viajar por debajo o a través del nervio óptico, es raro y se encuentra asociado a aneurismas. En el desarrollo embriológico temprano las estructuras orbitarias son irrigadas por dos vasos, los cuales no se originan en la ubicación adulta, una arteria oftálmica dorsal surge de la región del futuro ILT y la segunda arteria oftálmica ventral se extiende desde la arteria cerebral anterior debajo del NO y a través del canal óptico hacia la órbita, ocasionalmente la arteria oftálmica dorsal persiste y en muy raras ocasiones la AO ventral también puede persistir. (La ACA surge de la ACI junto al origen de la arteria oftálmica, sigue un curso característico pasando por delante del quiasma y entre los dos NO antes de ascender por la cisura interhemisférica).

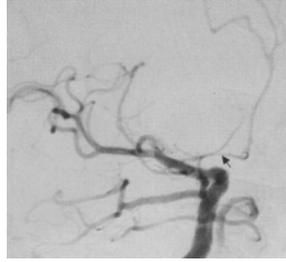


**5. Fenestración:** Es rara, asociada con aneurismas.

**6. ACA accesoria-** Una rama atípica cruza debajo del nervio óptico y ACA para dar lugar a la arteria orbitofrontal y frontopolar.

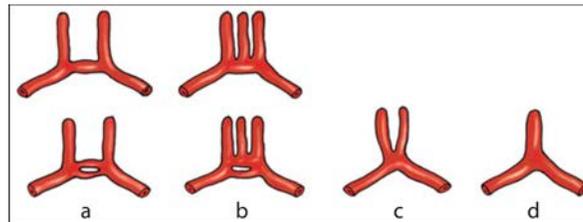
**7. Orígenes anómalos** de la A1 de la ACI cavernosa, de la ACI proximal o en el segmento oftálmico y de la ACI contralateral.

**8. Hipoplasia-** 10-25%, la ACA contralateral se encarga de vascularizar el territorio de las ACA en ambos hemisferios por una AcoA y ambas A2 distales normales.



### b) Variantes de la AcoA:

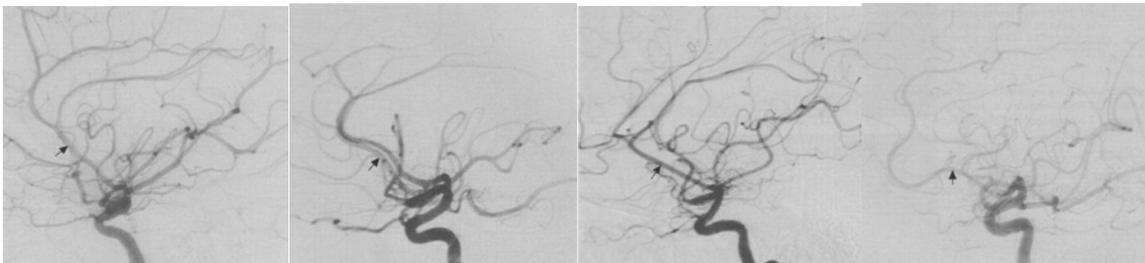
Se han descrito múltiples, difíciles de evaluar angiográficamente por el flujo competitivo del otro lado y en proyecciones angiográficas estándar, lo normal es un solo vaso que conecte las arterias cerebrales anteriores no anómalas (40% de los casos). **Patrón plexiforme- múltiples canales vasculares complejos 10-33%, (fenestración incompleta- 33%, fenestración-12-21%, duplicación- 18%, cuerda-18%, fusión- 12%, arteria mediana del cuerpo calloso- 6%, ACA ácidos-3%, ausencia-5%).** (1, 2, 3, 16, 27)



\*Complejo de la comunicante anterior, en la mayoría de los casos, el complejo de la arteria comunicante asume uno de las siguientes configuraciones. a) un puente simple o duplicado entre las ACA. b) una rama simple larga surge del segmento comunicante. c) AcoA no esta presente y las dos ACA se unen directamente. d) ACA azygos.

### SEGMENTO A2

Segmento postcomunicante. Viaja en una dirección vertical de la AcoA hasta su división en las arterias pericallosa y callosomarginal adyacentes al genu del cuerpo calloso. Definido de esta manera, el segmento A2 es análogo al segmento M1 de la ACM. Otros autores han definido el segmento A2-A3 al segmento de la ACA anterior al genu o a la unión entre el rostro y el genu del cuerpo calloso. La longitud del segmento A2 mide 43mm cuando se define como la extensión desde la AcoA hasta el origen de la arteria callosomarginal. Los segmentos A2 derecho e izquierdo usualmente viajan juntos en la cisura interhemisférica, aunque el segmento A2 derecho es más anterior al contralateral en plano sagital (72%). En angiografía en proyección lateral el segmento A2 se ve claramente en su paso anterior a la lámina terminal y en su curso ascendente hacia la rodilla del cuerpo calloso, su curso es muy variable, suele seguir una curva convexa y suave, adoptar un curso en joroba o cóncavo hacia abajo o presentar una angulación aguda, ocasionalmente puede tener un extremo anterior romo o cuadrangular. Cuando la ACA termina simplemente en el inicio de la arteria callosomarginal, el segmento A2 toma una forma en hocio de toro.



ACI lateral: variabilidad en el segmento A2 (flechas) continuándose con la callosomarginal.

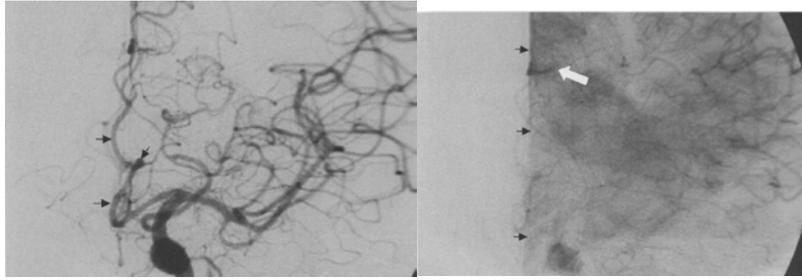
### Ramas:

a) **Perforantes**- Se encuentran a lo largo de los primeros 5mm del segmento A2 y penetran en el giro recto y surco olfatorio.

b) **Arteria recurrente de Heubner**- es una gran arteria lenticuloestriada, surge de A2 en la mayoría de los casos (57-78%), se duplica y corre en dirección opuesta al segmento A1 para ingresar en la sustancia perforada anterior anterolateral a la bifurcación de la ACI, irriga la cabeza del núcleo caudado, brazo anterior de la cápsula interna y tercio anterior del putamen. Aunque a menudo no es lo suficientemente grande como para verse en la angiografía. El territorio de este vaso puede ser clínicamente silencioso o producir una hemiparesia predominantemente en la cara y extremidad superior.

c) **Arteria orbitofrontal**- Es la primera rama cortical del segmento A2, puede aparecer como dos o tres vasos en lugar de una sola rama, corre cerca de la línea media en dirección anterior al giro recto, bulbo olfatorio y aspecto medial del lóbulo frontal inferior. d) **Arteria frontopolar**- Puede aparecer como un grupo de vasos y generalmente surge del segmento distal de A2, debajo del cuerpo calloso, viaja anterior y superior hacia el polo frontal.

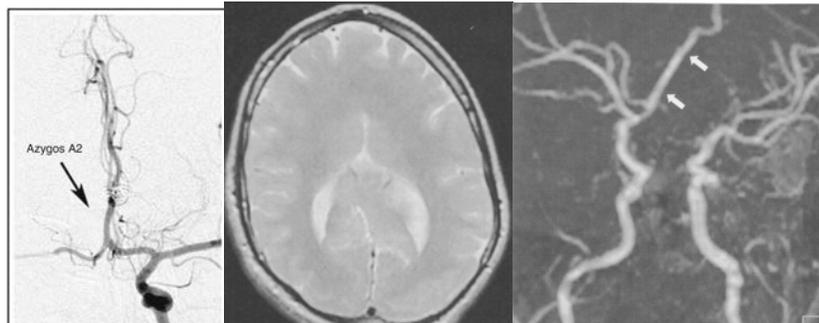
### Variantes:



ACI izq AP- tortuosidad de A2, A1 cruza hacia atrás y de allí a la línea media. Fase arterial tardía-teñido vascular (flechas pequeñas) marca la línea media, teñido vascular de la arteria pericallosa (flecha blanca)

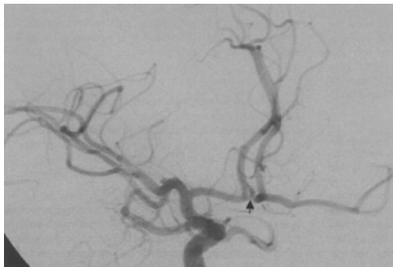
**a) ACA Bihemisférica-** Un segmento A2 es hipoplásico y el otro irriga ambos hemisferios, 2- 7% de los casos, puede ser difícil de distinguir angiográficamente de una ACA ácidos verdadera a menos que se identifique el segmento A2 contralateral hipoplásico. <sup>(2)</sup>

**b) ACA ácidos-** Único segmento A2 que surge desde la unión de los A1, 0.1-1% de la población, 0.2-4%, el 74% tiene un aneurisma terminal, asociada a holoprosencefalia, anomalías en la migración neuronal, no existe AcoA, puede confundirse cuando se tiene un origen de A1 de la frontopolar o una Heubner hipertrofiada que se encuentre cerca de la fusión de las A1 dando apariencia que existe ACoA. Resultado de la persistencia de la arteria media embrionaria del cuerpo calloso.



RM T2 axial holoprosencefalia lobar- ausencia de la cisura interhemisférica anterior, los lóbulos frontales están fusionados en la línea media. ARM-ACA única (ácidos).

**c) A2 duplicado-** más de dos segmentos A2 en 13%, puede representar la persistencia de una arteria mediana primitiva del cuerpo calloso que se encuentra en 6% de los casos, no existe realmente, sino son troncos dominantes pericallosos o calloso-marginales, o cuando la A2 es corta por lo que da este aspecto. "A2 triplicado": la tercera rama es la frontopolar o una división temprana en ramas pericallosa y calloso-marginal inmediatamente cerca de la AcoA o una Heubner con una A1 hipoplásica. <sup>(1)</sup>



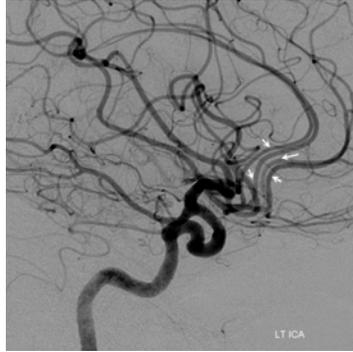
ACI der oblicua transorbitaria con compresión manual, de la AcoA tiene una rama grande (flecha) que surge de ella y sigue un curso hacia arriba puede representar una duplicación de la AC como una gran rama media del cuerpo calloso.

**d) AcoA superior-** Comunicación anómala entre las ACA cerca del cuerpo calloso, asociada con aneurismas.

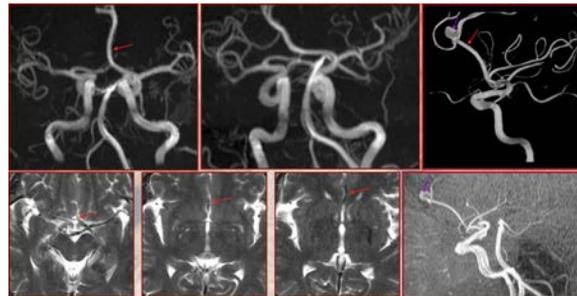
**e) ACA múltiple-** se ven más de dos segmentos A2, quizás represente la arteria mediana embrionaria del cuerpo calloso 2-13% <sup>(2)</sup>

**f) Arteria olfatoria primitiva persistente-** Resulta de un vaso anómalo que se asocia con una AcoA más larga, no existe la recurrente de Heubner, presenta una alta prevalencia de aneurismas.

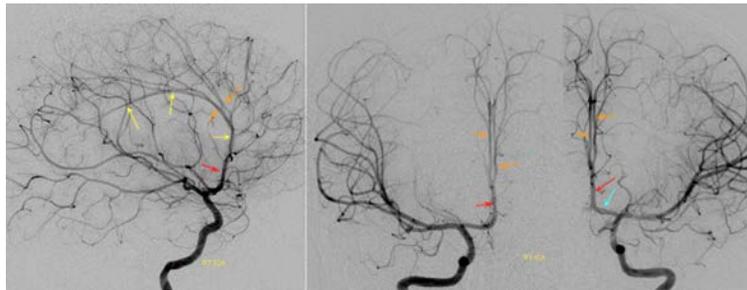
**g) Ramas aberrantes-** origen desde el segmento A1 de la oftálmica y de la ACM accesoria.



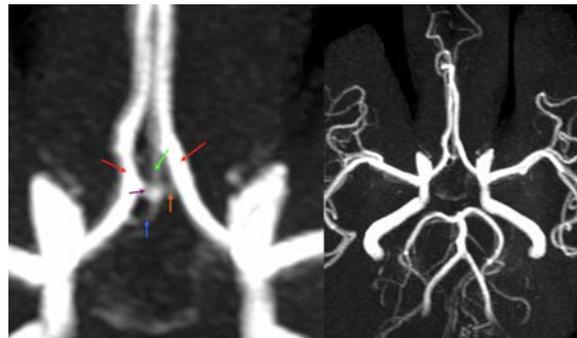
**\*Bifurcación temprana bilateral**, aspecto de 2 pericallosas-posteriores irrigando las áreas motoras y sensoriales, 2 callosomarginales-anteriores irrigando las regiones mesial anterior y medio frontal, que surgen de la AcoA.



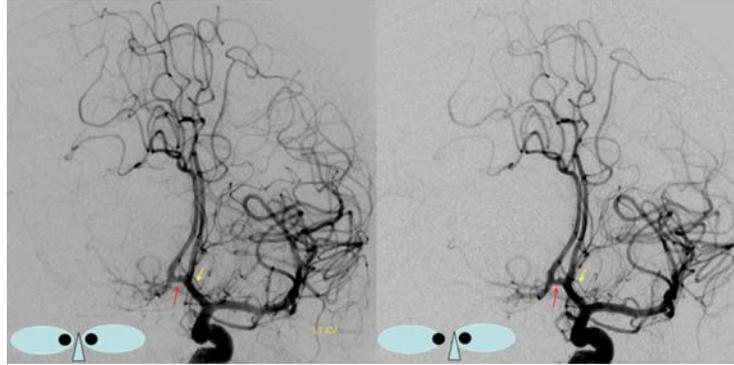
**\*ACA ácidos**, aneurisma terminal callosomarginal



\*Bifurcación por encima de la rodilla (naranja) por lo que no se puede llamar Ácidos (Lasjunias, Berenstein). **Fenestración A1 izq** (azul), ACA pericallosa distal (amarilla) desplazada por hidrocefalia. (27)



**\*Origen de la frontopolar de la AcoA**: ARM MIP, A2 (rojo), rama frontopolar (verde) que surge de la AcoA, rama inferior (azul) que se dirige a la región del quiasma óptico.



\*Origen de la frontopolar (amarilla) de la AcoA (roja).

### SEGMENTO A3

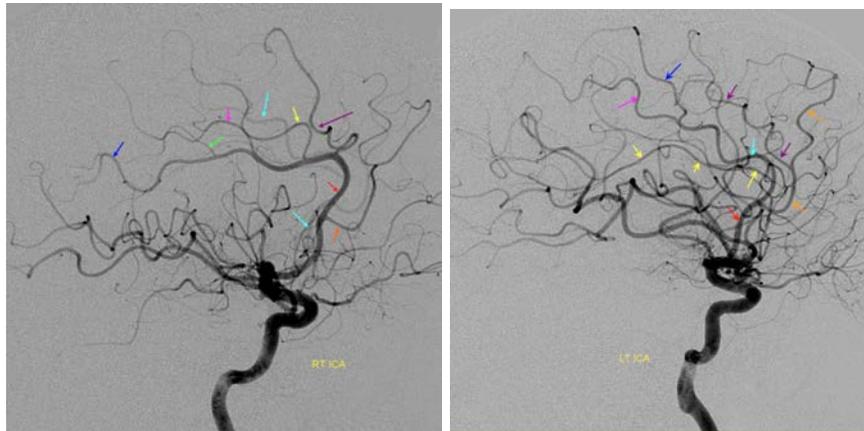
Las ramas A3 incluyen todas las ramas ACA distales al origen de la pericallosa y callosomarginal. La ACA distal puede subdividirse en segmentos A4 y A5, el segmento A3 es definido como la parte de la ACA que se extiende alrededor del genu del cuerpo caloso, los segmentos A3 y A4 comprenden la parte de la ACA que viaja posteriormente sobre el cuerpo caloso, estos segmentos son separados por la sutura coronal. Las ramas distales de ACA tienen anastomosis extensas con ramas distales de ACM y ACP. Estas arterias de conexión en lo más alejado de los alcances de la circulación intracraneal, comprenden las zonas frontera que son más vulnerables a la isquemia durante una falla hemodinámica.

#### Ramas:

**a) Arteria pericallosa-** es el tronco principal de la ACA, a medida que pasa posteriormente sobre el cuerpo caloso, emite múltiples pequeñas ramas (arterias callosas cortas) que viajan lateralmente a lo largo del cuerpo caloso y anastomosan con la arteria esplénica ("rama pericallosa posterior" una rama de la ACP). Con poca frecuencia una arteria callosa larga puede estar presente y corre paralela a la arteria pericallosa.

**b) Arteria callosomarginal-** Es la segunda rama más grande distal de la ACA, viaja superiormente sobre el giro del cíngulo con una dirección posterior dentro del surco del cíngulo. Ausente en el 18% de los hemisferios. Presente en el 50% de los casos. Ramas parietales y ramas corticales terminales.

Los segmentos distales tienen un territorio vascular: dos tercios anteriores del hemisferio medial, una banda de tamaño variable (generalmente pequeña) de corteza bajo la convexidad, cuerpo del cuerpo caloso. Variantes: la ACA distal puede vascularizar parte del hemisferio contralateral.



\*Sin arteria callosomarginal derecha: las ramas hemisféricas mediales que se originan de un pericallosa dominante. La callosa marginal izquierda es dominante.

**c) Ramas frontales internas-** Se identifican de acuerdo con que parte del giro frontal suministran, pueden surgir de la pericallosa o la callosa marginal.

\*Arterias frontales internas anteriores. \*Arterias frontales internas medias. \*Arterias frontales internas posteriores.

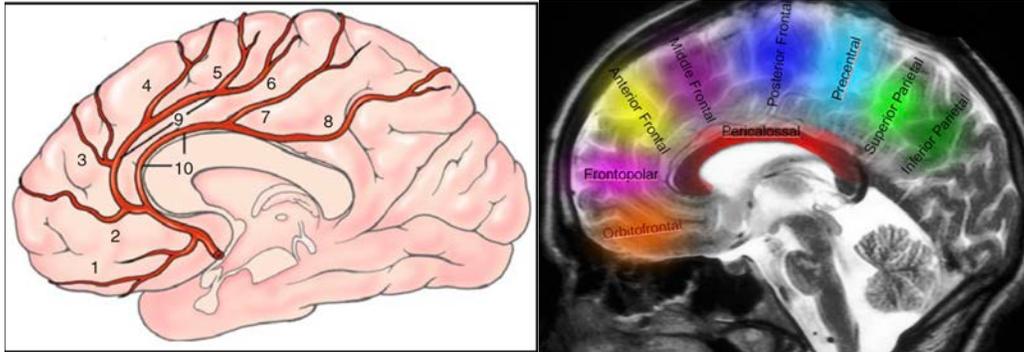
**d) Arteria paracentral-** Surge de la arteria pericallosa o callosomarginal entre el genu y el esplenio del cuerpo caloso para suministrar el lóbulo paracentral.

**e) Arterias parietales-** Son las ramas finales y más distales de la ACA, suministran el aspecto medial del hemisferio sobre el cuerpo caloso y la mayor parte del precuneo, se anastomosan con la parietooccipital rama de la ACP, se dividen en \*Arteria parietal superior e inferior.

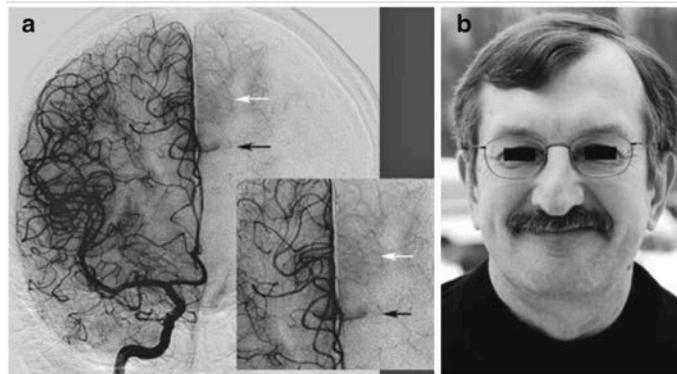
#### Variantes:

**a) Ramas del hemisferio contralateral** se encuentran en el 64% de los casos.

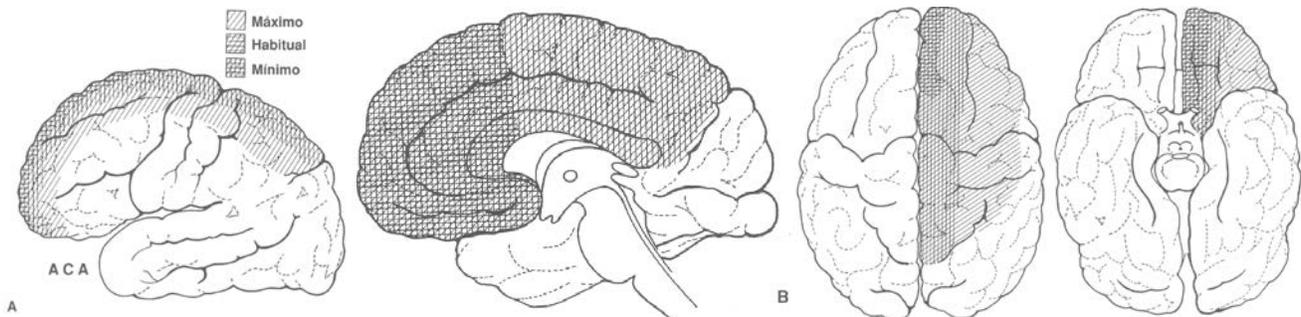
**b)** Aunque la anatomía de las ramas distales de la ACA es muy variable, las verdaderas anomalías del desarrollo en esta región son poco frecuentes.



\*Ramas distales de la ACA. 1) Arteria orbitofrontal, 2) Arteria frontopolar, 3) arteria frontal inferior, 4) arteria frontal medial interna, 5) arteria frontal posterior interna, 6) arteria paracentral, 7) arteria parietal superior, 8) arteria parietal inferior, 9) arteria callosomarginal, 10) arteria pericallosa.



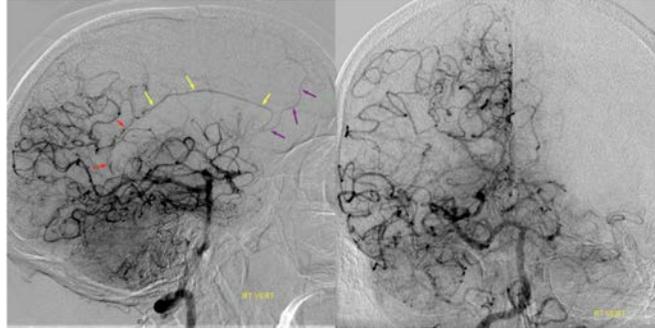
\*La sonrisa y el bigote. Durante la fase arterial tardía de una angiografía AP, las ramas de la arteria pericallosa arriba a lo largo de la superficie del cuerpo calloso forman una sonrisa (a, flecha negra). Ramas de la arteria callosomarginal curvan hacia abajo, formando el bigote (a, flechas blancas)



Territorios vasculares de las ramas corticales (hemisféricas) de la ACA con su distribución habitual, máxima y mínima descritos por Van der Zwan. Las ramas orbitarias vascularizan el bulbo, tracto olfatorio y la circunvolución orbitaria medial, las ramas frontales la superficie ventromedial del polo frontal y una banda de parénquima cerebral que se extiende varios centímetros en la convexidad frontal.

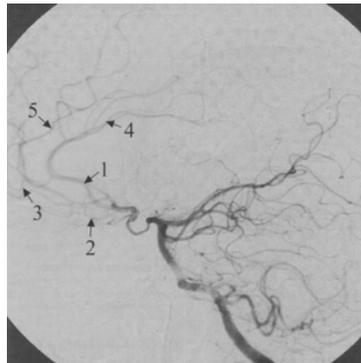
**Anastomosis:** En el complejo normal ACA-AcoA, la arteria comunicante conecta los dos segmentos horizontales de las ACA, que son iguales en tamaños. En esta situación ambos segmentos A1 y la AcoA facilitan la potencial circulación cruzada entre las dos arterias carótidas por el polígono de Willis. Las ramas perforantes basales de la ACA son generalmente vasos terminales impares y únicos, con pocas anastomosis y un pequeño potencial para desarrollar flujo colateral desde otras ramas profundas.

**Circulación colateral del territorio ACA:** ACP (\*ramas pericallosas, esplénicas posteriores) pueden reconstituir eficazmente el territorio ACA pericallosa distal, correspondiendo a una anastomosis ACP/ACA.

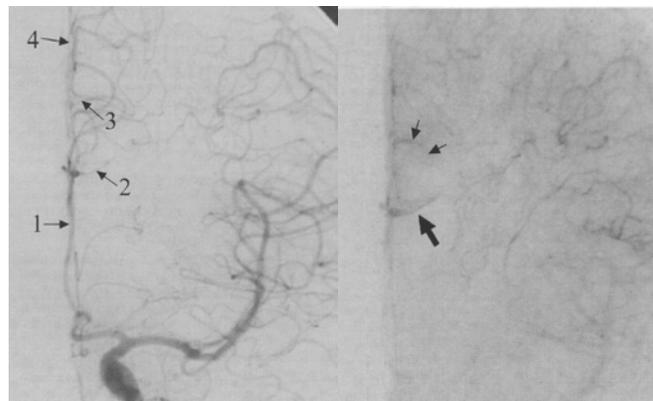


Oclusión de ACI derecha con reconstitución a través de la ACP ramas pericallosas posteriores (rojo) al territorio pericalloso de la ACA (amarillo) con flujo hasta la rama frontal inferior (violeta).

En proyección lateral: las dos ramas principales de la ACA (callosomarginal y pericallosa) pueden ser identificadas con esta proyección, las ramas de la ACA distal se encuentran generalmente tapadas por las ramas de la ACM, haciendo difícil la identificación de sus pequeñas divisiones corticales. Además, las divisiones distales de las arterias callosomarginal y pericallosa son muy variables. Las ramas de la ACA reciben el nombre de su área terminal de distribución en lugar de hacerlo de su origen. En proyección AP: las arterias pericallosa y callosomarginal pueden ser difíciles de distinguir una de otra en esta proyección. La arteria callosomarginal suele tener un aspecto más serpenteante, mientras que la pericallosa usualmente es algo más recta.



AV izq lateral fase arterial- existe reflujó por la AcoP opacificando la ACA y sus ramas 1-ACA A2 (vertical o postcomunicante) 2-Ramas orbitofrontales 3-Frontopolar 4-Pericallosa 5-Callosomarginal.



ACI izq fase arterial precoz y tardía AP.

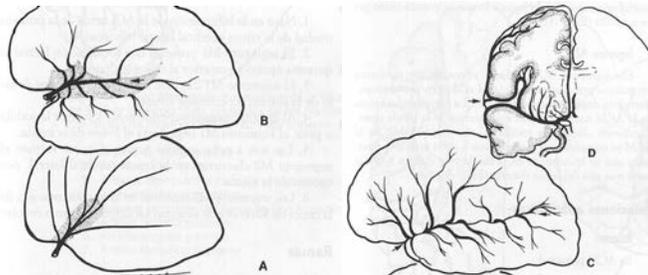
1-ACA A2 2-Pericallosa (sonrisa en la fase arterial tardía-flecha grande) 3-Callosomarginal (bigote en la fase arterial tardía-flecha pequeña) 4-Ramas corticales

Las variantes de la ACA distal son frecuentes y se detectan en un cuarto a dos tercios de los especímenes anatómicos. En la variante más común, una de las ACA distales envía algunas ramas a una pequeña área de la superficie medial del hemisferio contralateral. Este hallazgo se aprecia en el 64% de las disecciones cerebrales. Las verdaderas anomalías de la ACA distal son infrecuentes, ha sido descrita una rara comunicación entre las dos ACA distales junto al cuerpo calloso. Esta anomalía, la arteria comunicante anterosuperior, ha sido asociada con un riesgo incrementado de aneurismas cerebrales.

## **ARTERIA CEREBRAL MEDIA**

Embriología: El desarrollo normal de la ACM se encuentra íntimamente relacionada con el desarrollo de la cisura silviana (lateral) y la ínsula. Entre la 8va y 12va SDG aparece en la parte lateral de cada hemisferio cerebral en desarrollo una depresión de morfología triangular cuya posterior invaginación dara lugar a la ínsula de Reil. A medida que progresa la invaginación, los lóbulos frontal y parietal comienzan a cubrir la ínsula en su porción más superior mientras que el lóbulo temporal lo hace inferiormente. Por último, la aposición de los operculos frontoparietales superiormente y de los temporales inferiormente termina por rodear completamente la ínsula y da lugar a la cisura cerebral lateral. La cisura silviana así desarrollada presenta dos componentes, superficial y profundo. Mientras que la porción superficial es visible desde la superficie cerebral, la profunda, a veces denominada cisterna silviana, queda sepultada y escondida de la superficie por los opérculos que la rodean.

Antes de la formación de la ínsula y de la cisura de Silvio, las ramas corticales de la ACM se ramifican por encima de las superficies laterales de los hemisferios cerebrales. En este momento del desarrollo estas ramas parecen discurrir casi verticalmente desde su origen en la bifurcación terminal de la ACI. A medida que se forman los lóbulos frontal, parietal y temporal y que la cisura lateral comienza a desarrollarse, las ramas de la ACM van adaptándose a la depresión que más tarde constituirá la ínsula. La progresiva invaginación del córtex insular y de las ramas de la ACM hace que dichos vasos inicialmente se curven en la cisura de Silvio y discurran sobre la ínsula para desde allí disponerse lateralmente en los márgenes de la posición de los opérculos frontal, parietal y temporal y ramificarse por encima de la superficie lateral de los hemisferios cerebrales. Puede decirse que al nacimiento, la ACM presenta esencialmente una configuración adulta.

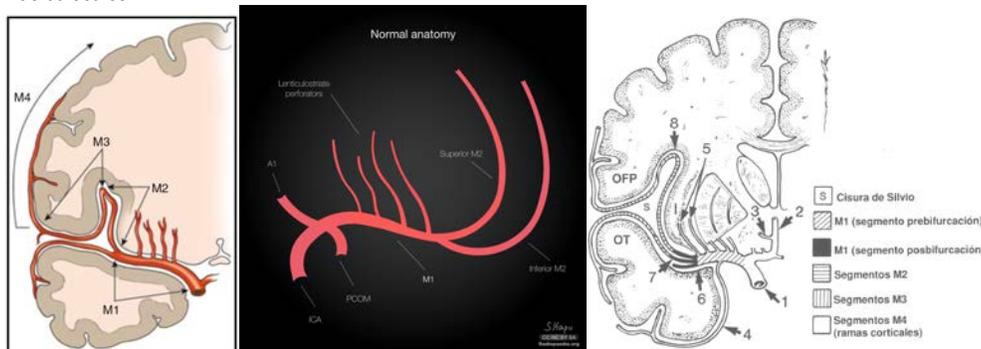


Es la mayor de las dos ramas terminales de la ACI. Irriga a la mayor parte de la superficie lateral de los hemisferios cerebrales. En su origen mide el doble que la ACA

Es filogenéticamente el vaso cerebral más joven de todos los vasos cerebrales, reflejando el desarrollo relativamente reciente de la neocorteza en "especies superiores", a medida que emerge y se agranda la neocorteza de 6 capas, se recluta en el sistema lenticuloestriado para suministrarlo, por lo tanto la ACM es un vaso lenticuloestriado hipertrofiado que captura el territorio cortical del cerebro, por lo tanto es una rama de la ACA como una rama del sistema lenticuloestriado, no al revés. La mayoría de los esquemas de clasificación dividen la ACM en cuatro segmentos.

Territorio vascular del segmento proximal: ramas perforantes-mayor parte del núcleo caudado, cápsula interna, mayor parte de los ganglios basales. Ramas corticales- polo anterior del lóbulo temporal.

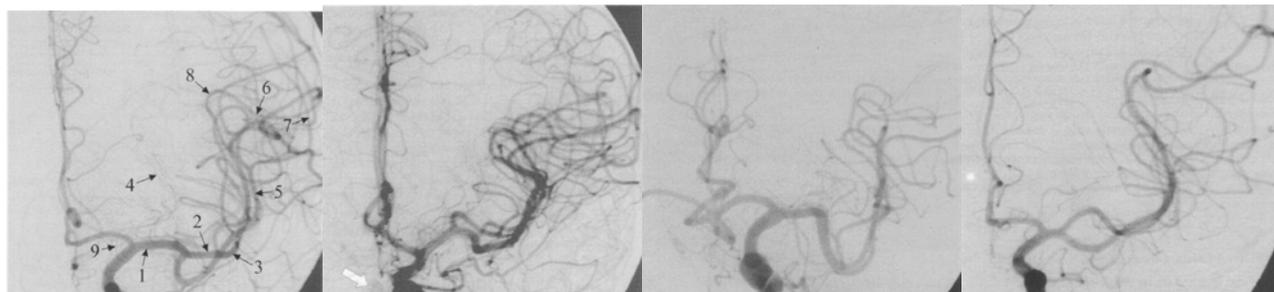
1. **M1- horizontal** de la ACI a la bifurcación o trifurcación hasta la cisura de Silvio. (prebifurcación- tronco único/ posbifurcación)
2. **M2- insular** de la bifurcación de la ACM al surco circular de la ínsula. (bifurcación 50%, trifurcación o tronco común 25%).
3. **M3- opercular** del surco circular al aspecto superficial de la cisura Silviana.
4. **M4- corticales** ramas corticales.



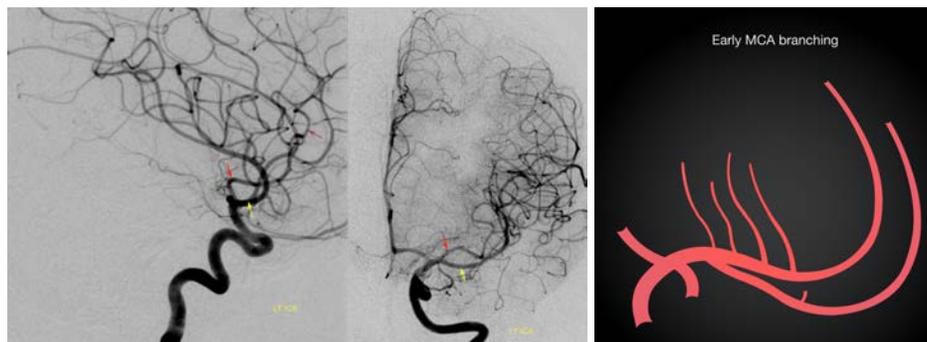
### **SEGMENTO M1 (HORIZONTAL O ESFENOIDAL)**

También llamado horizontal o segmento esfenoideal. Surge desde la ACI y viaja en dirección lateral, paralela al ala esfenoideal, termina dividiéndose en los segmentos M2. El origen M1 suele ser el doble de tamaño del origen de A1. Se termina cuando se da un giro (genu o rodilla) de 90° dentro de la Cisura de Silvio. La ACM se bifurca en el 71%, se trifurca en 12-20% y se divide en cuatro ramas en 9% de los casos. El segmento M1 en promedio mide 16mm de longitud, se divide aproximadamente a los 10-12mm desde su origen. Este segmento se estudia mejor en la proyección AP o vértice submentoniana, sigue un curso relativamente recta y horizontal desde su origen en la ACI hasta la entrada en la cisura lateral, sin embargo en neonatos y pacientes muy jóvenes puede tener una localización bastante alta, mientras que en pacientes mayores puede describir una pronunciada curva sinusoidal u oblicua inferior.

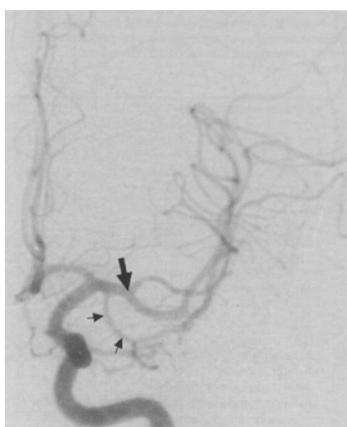
Variante normal: bifurcación precoz de la ACM, es posible ver una ACA naciendo del segmento M1 proximal la cual no debe confundirse con una ACM accesoria (anomalía asociada a un elevado riesgo de formación aneurismática).



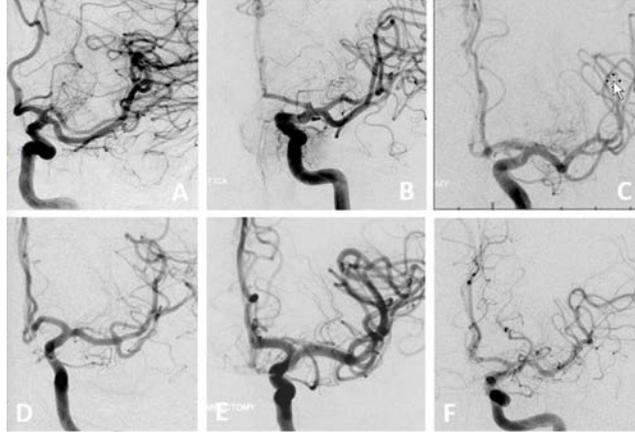
1- Segmento M1 prebifurcación. 2-Segmento M1 posbifurcación. 3-Rodilla de la ACM. 4-Ramas perforantes de la ACM (lenticuloestriadas). 5-Segmento M2. 6-Segmento M3. 7-Segmento M4. 8-Ápex de la cisura de Silvio (punto angiográfico silviano). 9-Arteria coroidea anterior (rama de la ACI distal).  
 Flecha blanca: glándula hipófisis/ Paciente con tortuosidad de la ACM M1 y ACA/ Bifurcación precoz de la ACM (10mm previos)



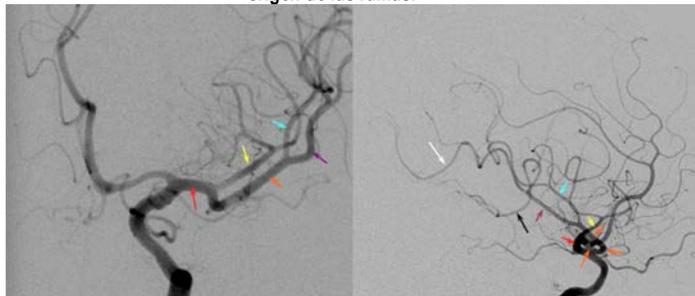
**\*Bifurcación temprana con división inferior dominante (amarillo).**



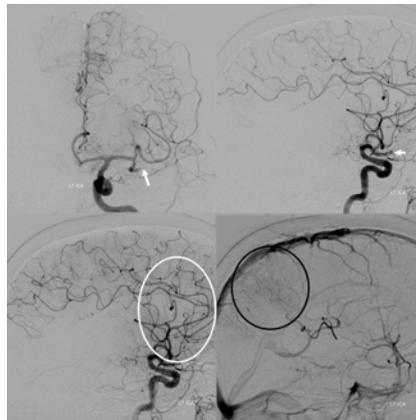
ACI izq AP bifurcación precoz de la ACM (flecha grande), arteria temporal anterior prominente (flecha pequeña) que nace del segmento M1 inmediatamente después de su origen en la ACI, no debe confundirse con una ACM duplicada o accesoria.



\*A) ACM accesoria, M1 corto. B) Bifurcación precoz. C) División superior dominante. D) Trifurcación. E) Pentafurcación. F) No bifurcación, origen individual del origen de las ramas.



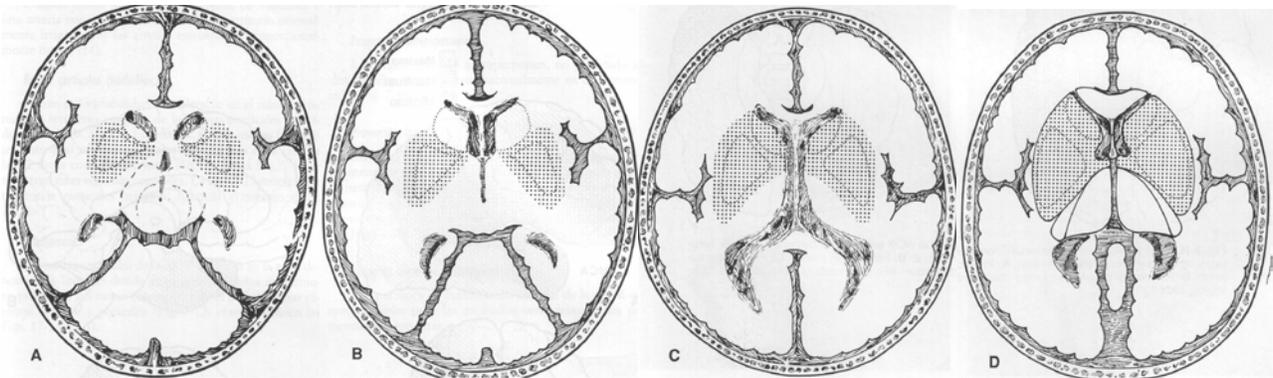
\*División inferior dominante: segmento M1 corto (rojo) con una división superior más pequeña (amarillo) que suministra la convexidad frontal y una división inferior más grande (naranja) en el lóbulo temporal (violeta, subdividido en negro anterior y blanco posterior temporal y blanco parietooccipital) y alimentadores del lóbulo parietal (azul).



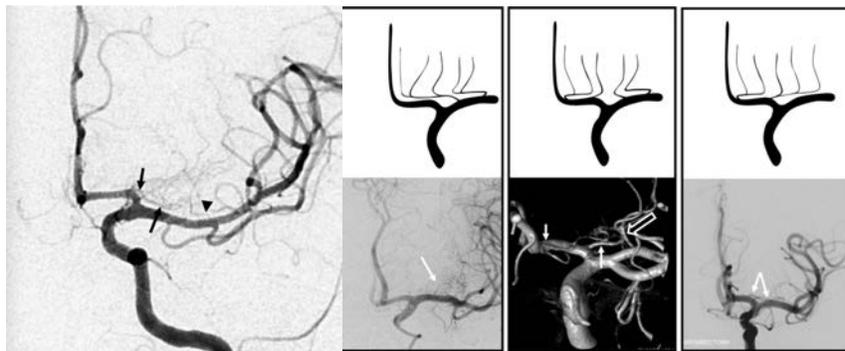
\*División inferior dominante demostrada por oclusión tromboembólica (flecha blanca), la división superior irriga lóbulo anterior y medio frontal (óvalo blanco), la división inferior comprende las regiones posterior frontal, parietal y temporal. Fase venosa tardía apoyo del territorio parietal leptomenígeo.

**Ramas: Ramas perforantes-** arterias lenticuloestriadas medial (ACM proximal-cerca de la bifurcación de la ACI) y lateral (mitad distal de la ACM M1). Arterias lenticuloestriadas mediales: alcanzan la sustancia perforada anterior y se dirigen superiormente atravesando el núcleo lenticular, así como el n. caudado y la cápsula interna. En casi la mitad de las disecciones anatómicas una o más de las grandes arterias perforantes nace de la ACM después de la bifurcación.

**a) Arterias lenticuloestriadas laterales:** el 80% de las arterias lenticuloestriadas surgen del segmento M1 de la ACM, son en promedio 10 ramas, la mayoría surgen del aspecto superior. Entran en la sustancia perforada anterior para irrigar la comisura anterior, mitad superior de la cápsula interna y corona radiada adyacente, núcleo caudado (cuerpo y cabeza- excepto la porción anteroinferior), putamen, globo pálido lateral, región lateral de la sustancia innominada, parte de las radiaciones ópticas y de los fascículos arqueados. <sup>(23)</sup>

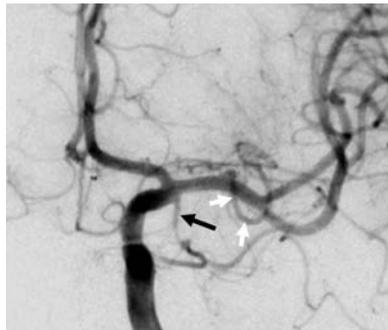


Dibujos anatómicos axiales que muestran el territorio vascular de las arterias perforantes de la ACM (fundamentalmente las arterias lenticuloestriadas laterales). Cuando existe una arteria recurrente de Heubner o una arteria coroidea anterior grande, el territorio normalmente irrigado por las arterias estriadas es proporcionalmente menor.



*\*Origen de las lenticuloestriadas del segmento proximal de A1 que irrigan la mayor parte del territorio lenticuloestriado lateral.*

**b) Arteria temporal anterior:** Surge del punto medio del segmento M1, menos comunmente surge de la división inferior (segmento M2) o como parte de una trifurcación M1. Viaja en dirección anteroinferior sobre la polo temporal, usualmente no entra en la cisura silviana. Irriga el lóbulo temporal anterior. Es una rama cortical.



*\*Rama temporal anterior de origen temprano (flecha negra).*

Mientras que los patrones de ramificación de la ACM son muy variables, puede decirse que las anomalías reales son muy infrecuentes, observándose solo en el 1-3% de las disecciones anatómicas y en menos de 1% de las angiografías cerebrales.

#### **Anomalías:**

Fenestración de la ACM.

Tronco único no bifurcante de la ACM.

Origen anómalo de las ramas de la ACM.

Hipoplasia o aplasia muy rara.

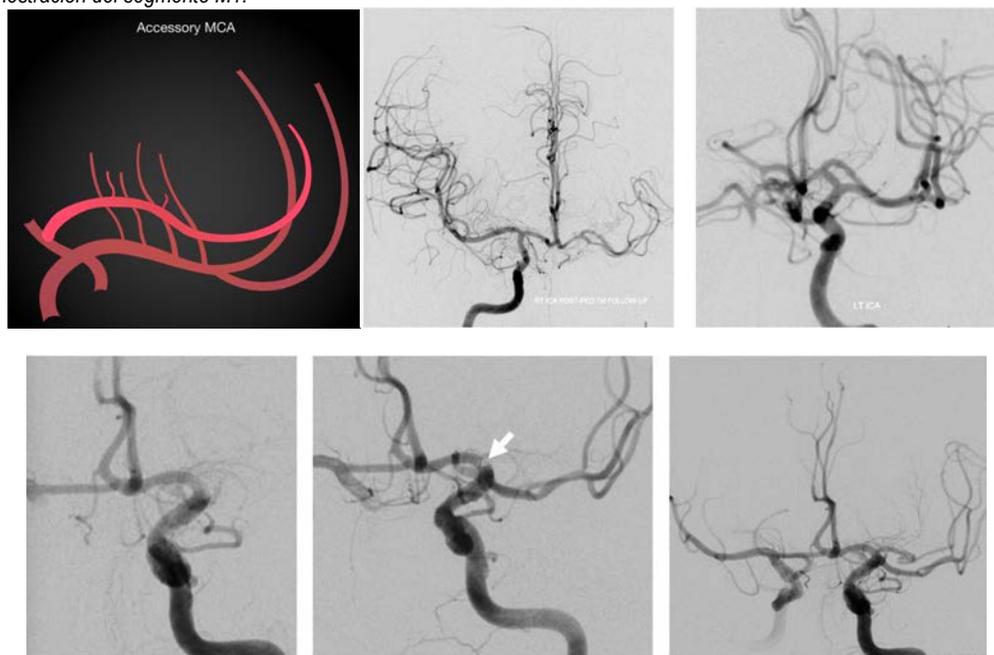
La **ACM duplicada y accesoria** no es más que una disposición de dos vasos perforantes que permanecen en equilibrio en lugar de la selección de un solo tronco dominante.

**a) Duplicación de la ACM-** Es una larga rama que surge de la ACI proximal a la bifurcación de la ACI, frecuencia de 0.2-2.9%. Este viaja paralela e inferior al segmento M1 principal, irriga principalmente el lóbulo temporal anterior, se encuentra asociado con aneurismas, no debe confundirse con una ramificación precoz de la ACM.

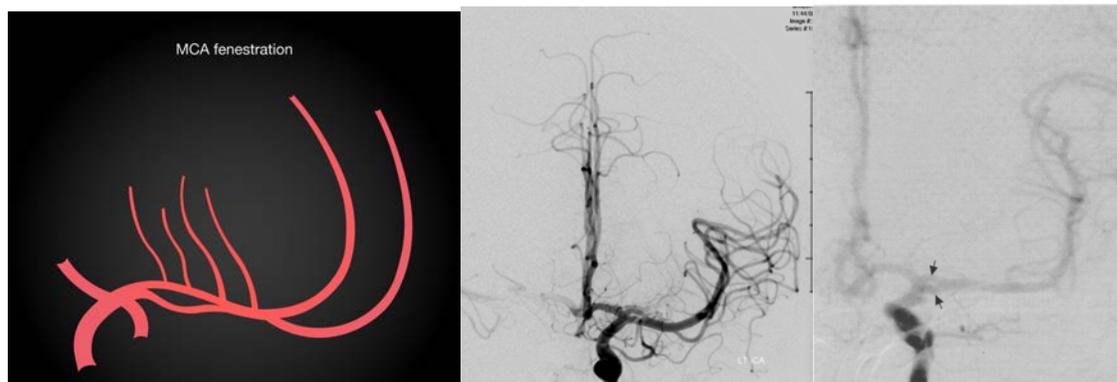


ACI izq AP duplicación de la ACM (flechas), una gran rama nace de la ACI distal inmediatamente antes de su bifurcación terminal. Sigue un curso paralelo al tronco principal de la ACM.

**B) ACM accesoria-** Una ACM surge de la ACA y se dirige paralela al segmento M1, con una prevalencia de 0.3-4%, irriga el área orbitofrontal y se encuentra asociada a aneurismas, no debe confundirse con una larga recurrente de Heubner. Existe una clasificación para las ACM accesorias: tipo 1\*- surge de la ACI (duplicación de la ACM), tipo 2\*- surge del segmento A1, tipo 3\*- surge del segmento A2. c) *Aplasia-* es rara y se encuentra asociada a aneurismas. d) *Fenestración del segmento M1.* <sup>(18)</sup>



\*Oclusión ACM accesoria, rescate vascular.



Fenestración es una anomalía infrecuente de la ACM.



ACI der oblicua, vasos de pequeño tamaño (flechas) que parten de la ACI cavernosa, (son ramas anómalas de la ACM que nutren el polo temporal).

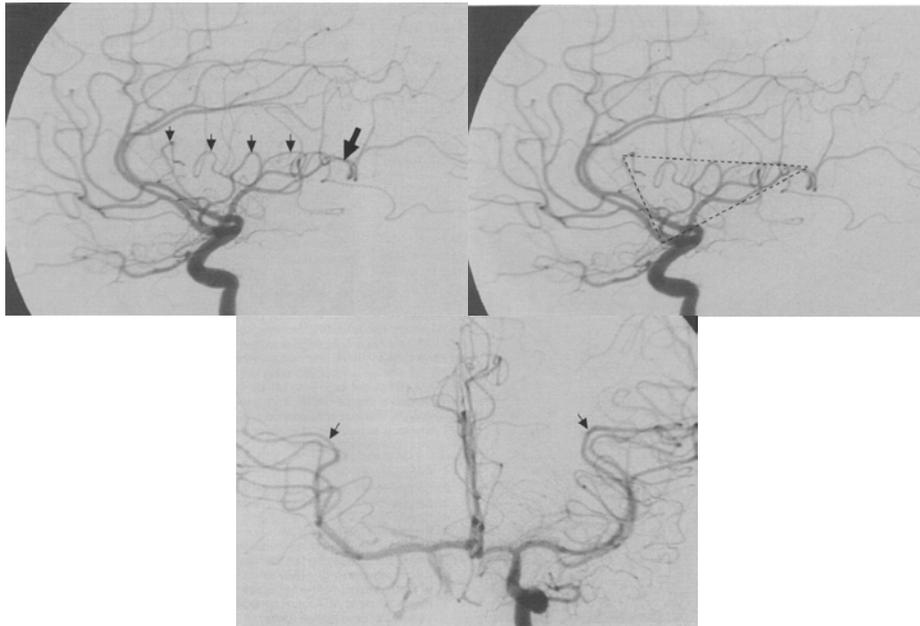
### **SEGMENTO M2 (INSULAR)**

\*Segmento insular, se extiende desde el punto de división principal del segmento M1 sobre la ínsula, dentro de la fisura Silviana y termina en el surco circular de la ínsula. Las divisiones de la ACM son iguales en diámetro y tamaño en el 18% de los hemisferios, la división superior es más grande (dominante) en el 28% y la división inferior en 32% de los hemisferios. El área cortical suministrada por la división superior, se extiende desde el área orbitofrontal hasta la zona parietal posterior. El área cortical suministrada por la división inferior se extiende desde el polo temporal al área angular. Existen 6 a 8 arterias en el punto de transición a los segmentos M3.

M1 se estudia mejor en la proyección AP o vértice submentoniana, M1 sigue un curso relativamente recto y horizontal desde su origen hasta la entrada en la cisura lateral, en neonatos o pacientes jóvenes el segmento M1 puede tener una localización bastante alta, mientras que en pacientes mayores puede describir una pronunciada curva sinusoidal u oblicua inferior. Las arterias lenticuloestriadas se estudian bien tanto en proyección AP como levemente oblicua, durante un corto recorrido, conforme atraviesan la sustancia perforada anterior, estas arterias se dirigen superomedialmente para después tomar una dirección superolateral a través de los gánglios basales y la cápsula externa y adoptar lateralmente una curva convexa. Al presentar la ACM una morfología curva superiormente en el límen se forma la rodilla o genu, aparecen los segmentos M2 que presentan medialmente una configuración convexa al dirigirse hacia arriba y por encima de la ínsula. Las ramas M2 se dirigen entonces inferolateralmente al alcanzar el ápex del surco circular (la cisterna cerebroespinal que rodea a la ínsula) donde aparecen los segmentos M3. La proyección lateral- no es fácil visualizar el segmento M1, sin embargo pueden verse ramas insulares (M2) a medida que se dirigen posterosuperiormente a través de la ínsula para alcanzar la parte más alta de la cisura de Silvio.

*Punto angiográfico silviano-* el punto más alto y medial donde la última rama cortical de la ACM (normalmente la arteria angular) cambia el rumbo para dirigirse inferolateralmente y abandonar la cisura de Silvio. Este punto se encuentra próximo al ápex de la ínsula y representa el límite posterior del surco cerebral lateral. en la proyección AP los puntos silvianos de cada ACM deben tener una disposición similar. Una asimetría significativa indica pérdida de volumen o la presencia de una msa.

*El triángulo angiográfico silviano-* en una angiografía lateral esta delimitado por la línea insular superior (una línea tangente a ambos techos insulares), el tronco principal de la ACM (límite posteroinferior del triángulo) y la rama más anterior del complejo frontal ascendente (límite anterior del triángulo). La existencia de desplazamientos en el punto o triángulo deben orientar a la presencia de masas intracraneales.



ACI izq lateral-Segmento M2 (flechas sólidas) se dirigen superiormente hacia la parte más alta del surco circular delimitando la ínsula/ Triángulo silviano

La presencia de una prominente mancha o tefido vascular visible en los ganglios de la base y la corteza durante la fase arterial tardía en las angiografías carotídea es un hallazgo normal que no debe interpretarse como neoplasia.

### **SEGMENTO M3 (OPERCULAR)**

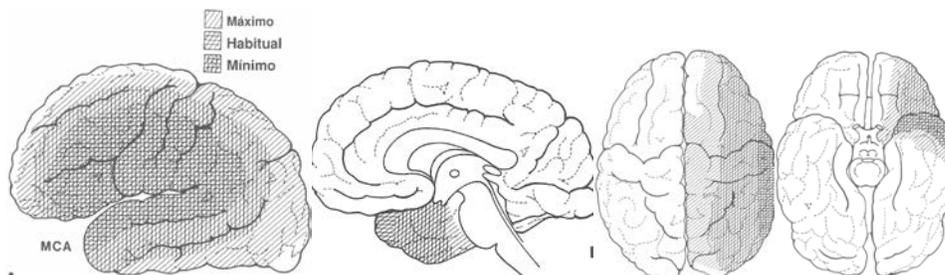
Segmento opercular, comienza en el surco circular de la ínsula y termina en la superficie de la cisura Silviana, viajan sobre la superficie del opérculo frontal y temporal para alcanzar la superficie externa de la cisura Silviana. Las ramas M3 y M2 dan lugar a las arterias madre las cuales dan las ramas corticales. Generalmente hay 8 arterias madre por hemisferio, cada una típicamente da lugar a uno a 5 ramas corticales.

En angiografía las proyecciones AP los segmentos M3 se superponen unos con otros pudiendo ser identificados en grupo por curso lateral desde la ínsula a través de la cisura de Silvio en dirección a la superficie de los hemisferios.

En proyección lateral frecuentemente presentan una característica doble curva, la primera curva tiene lugar allí donde los vasos M2 que discurren por encima de la superficie insular, cambian su dirección 180 grados para dirigirse inferiormente por debajo de los opérculos frontoparietales, esta curva constituye el límite superior del triángulo angiográfico silviano, la segunda curva aparece al torcer de nuevo las ramas de la ACM para abandonar la cisura de Silvio y convertirse en ramas M4 (corticales).

### **SEGMENTO M4 (CORTICALES)**

También llamadas ramas corticales, comienzan en la superficie de la cisura Silviana y se extienden en la superficie del hemisferio cerebral. Las ramas corticales más pequeñas surgen de la cisura Silviana anterior dirigiéndose hacia arriba y los más grandes surgen de la fisura Silviana posterior dirigiéndose hacia abajo. Las ramas corticales se pueden agrupar de acuerdo con la región de la corteza que irriga. La región puede tener una sola arteria o varias arterias que la suministran. Existen 12 subdivisiones, de uso común, aunque se discute cada rama como una sola arteria, cualquier arteria cortical puede existir como varias ramas (hasta 5) de una sola arteria madre. Estas ramas pueden clasificarse en grupos anterior, medio y posterior. Existe variabilidad considerable en el número y territorio vascular de las ramas corticales individuales, en general una o menos frecuentemente las dos vascularizan una de las 12 áreas corticales mayores.



**Ramas:****RAMAS ANTERIORES**

**1) Arteria orbitofrontal (frontobasal lateral)**- puede surgir del segmento M1 o M2, puede compartir un origen común con la arteria prefrontal, viaja dentro del ramo horizontal anterior de la cisura Silvana para irrigar la superficie orbitaria (inferior) del lóbulo frontal.

**2) Arteria prefrontal**- Puede compartir un origen común con la arteria orbitofrontal, irriga el opérculo que es parte del giro frontal inferior y la mayor parte del lóbulo frontal. Se ramifican con una morfología en candelabro alrededor del opérculo frontal antes de dirigirse a la convexidad del lóbulo frontal. Frecuentemente los territorios prefrontal y orbitofrontal se superponen.

**RAMAS INTERMEDIAS (CENTRALES)**

**3) Arteria precentral del surco (precentral, prerrolándica)**- Formada por una o dos ramas que se localizan en la convexidad y que discurren posterosuperiormente entre los surcos pre y poscentral hacia el margen superior del hemisferio. (En el surco precentral, irriga parte del giro frontal inferior y la parte inferior del giro precentral)

**4) Arteria central del surco o arteria de Rolando (central, rolándica)**- viaja en el surco central, puede presentar un origen común con la arteria parietal anterior, es la rama más larga de la ACM del lóbulo frontal, irriga la parte superior del giro precentral y la mitad inferior del giro poscentral.

**5) Arteria parietal anterior (poscentral del surco)**- Puede surgir con la arteria central o la arteria parietal posterior, viaja en el surco poscentral, irriga la parte superior del giro poscentral, la parte superior del surco central, la parte anterior del lóbulo parietal inferior y la parte anteroinferior del lóbulo parietal superior. (Se sitúa inicialmente en el surco poscentral y posteriormente lo hace en el surco intraparietal).

**RAMAS POSTERIORES**- nutren gran parte del lóbulo frontal, así como parte de los lóbulos temporal y occipital.

**6) Arteria parietal posterior**- Es la rama ascendente más posterior de la ACM, puede compartir un tronco común con la arteria parietal anterior o la arteria angular, irriga la parte posterior de los lóbulos parietales superiores e inferiores incluyendo la el giro supramarginal. (Cruza la convexidad en la región posterior del surco lateral, desde allí se dirige posterosuperiormente delimitando anteriormente las circunvoluciones supramarginales, la arteria angular es la mayor de las ramas terminales de la ACM, dicha arteria abandona el surco lateral en su porción más posterosuperior y atraviesa la circunvolución de Heschl-temporal transversa).

**7) Arteria angular**- Es la rama terminal más grande de la ACM, emerge del extremo posterior de la cisura silvana para viajar sobre el giro temporal superior y termina sobre la mitad superior del lóbulo occipital, irriga la parte posterior del giro temporal superior y partes del giro supramarginal y angular, así como parte superior del lóbulo occipital lateral.

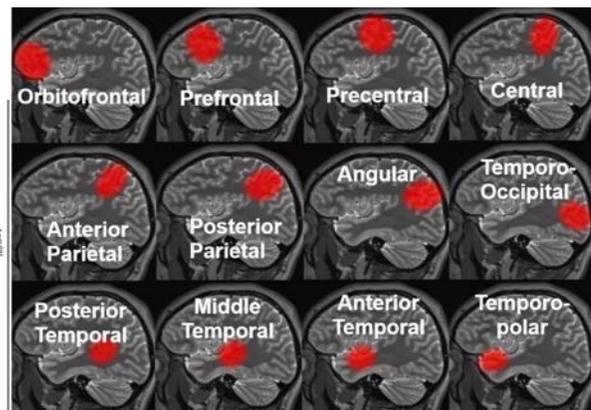
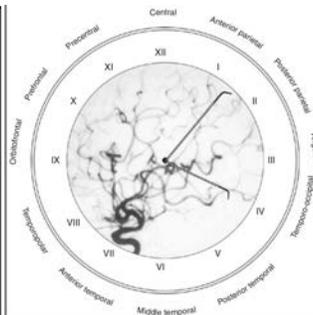
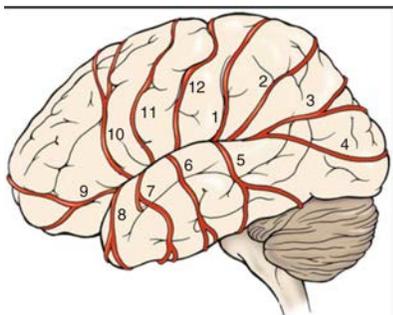
**8) Arteria temporo-occipital**- Puede compartir un origen con la arteria angular, irriga la mitad posterior del giro temporal superior, parte posterior de los giros medio e inferior y la parte inferior del lóbulo occipital lateral. (Tiene una localización posterior en el surco temporal superior y nutre la circunvolución correspondiente, desde allí se ramifica en la región occipital para nutrir también la superficie lateral del lóbulo occipital)

**9) Arteria temporal posterior**- Sale de la cisura Silvana posterior y cruza el giro temporal superior y medio, irriga las partes posterior y media del giro temporal superior, tercio posterior del giro temporal medio y la extensión posterior del giro temporal inferior. (Antes de situarse en el surco temporal superior la arteria temporal posterior adquiere una morfología en horquilla al atravesar la circunvolución temporal superior, esta rama cruza la circunvolución temporal media para alcanzar el surco temporal inferior y nutrir la porción posterior del lóbulo temporal).

**10) Arteria temporal medial (intermedia)**- Emerge de la mitad de la cisura Silvana, irriga la parte medial de los giros temporales. (Cruza la circunvolución temporal superior hacia el surco correspondiente y atraviesa entonces la circunvolución temporal media para terminar en el surco temporal inferior).

**11) Arteria temporal anterior**- Pasa por debajo y detrás sobre el giro temporal y termina en el surco temporal medial, irriga las partes anteriores del giro temporal superior, medio e inferior. (Normalmente rama del segmento M1, cruza el lóbulo temporal para nutrir las porciones anterolaterales de las circunvoluciones temporales superior, media e inferior).

**12) Arteria temporepolar**- Irriga el polo anterior del lóbulo temporal. (Vasculariza el polo temporal y puede nacer de forma aislada o como rama de la arteria temporal anterior)<sup>(1, 2, 3, 17, 27)</sup>



\*Ramas corticales: (1) Rama parietal anterior, (2) rama parietal posterior, (3) arteria angular, (4) arteria temporo-occipital, (5) arteria temporal posterior, (6) arteria temporal medial, (7) arteria temporal anterior, (8) arteria temporo-occipital, (9) arteria orbitofrontal, (10) arteria prefrontal, (11) arteria precentral, (12) arteria central.

\*Mnemotecnia para las ramas corticales, 12 hrs, 12 ramas corticales de la ACM. La arteria central ocupa la posición central del reloj a las 12, la rama angular a las 3, la arteria medial temporal se encuentra a las 6, la arteria orbitofrontal a las 9 (rama más extrema anterior de la ACM).

Las ramas corticales se pueden agrupar según el lóbulo que suministran.

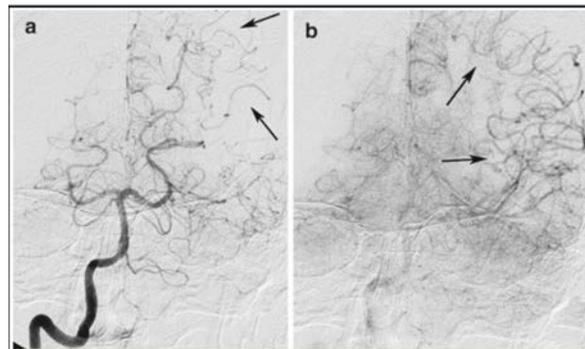
- 1) Lóbulo frontal: Orbitofrontal, prefrontal, precentral, central.
- 2) Lóbulo parietal: Arterias parietal anterior y posterior, angular.
- 3) Lóbulo temporal: Temporopolar, temporal anterior, media y posterior, temporo-occipital.

Las ramas corticales pueden ser agrupadas de acuerdo al segmento M2 del que surgen.

- 1) División superior: arterias orbitofrontal, prefrontal, precentral y central.
- 2) División inferior: Temporopolar, temporo-occipital, angular y temporales anterior, media y posterior.
- 3) División dominante: Estas ramas pueden surgir de cualquiera de las divisiones y generalmente vienen fuera de la mayoría de las divisiones. Arterias parietales anterior y posterior.

Las colaterales leptomeníngicas: Es una red de canales anastomóticos de 1mm que conectan ramas corticales distales. Bastante variables en tamaño y distribución. Importancia en ACV y vasoespismo. (7)

Las ramas corticales de la ACM finalizan en la zona denominada "crítica" donde establecen pequeñas anastomosis piales con sus ramas correspondientes de las arterias cerebrales anterior y posterior.



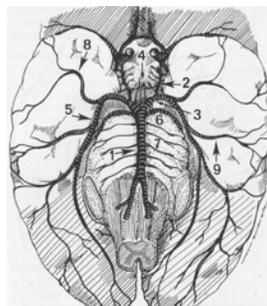
\*Colaterales leptomeníngicas: las colaterales leptomeníngicas pueden ser difíciles de ver en una angiografía a menos que exista una enfermedad oclusiva. Estenosis severa de la cerebral media izquierda, (a) fase temprana arterial muestra colateralidad leptomeníngica de ramas de la ACP, (b) muestra flujo de estas colaterales hacia el territorio de la ACM.

Los segmentos M4 se superponen no pudiendo ser distinguidos unos de otros, habitualmente en proyección AP. En la proyección lateral, las ramas M4 se superponen frecuentemente con la ACA, puede ser útil utilizar una plantilla para denominar las ramas individuales y delinear sus territorios vasculares. Es más fácil identificar los segmentos M4 cuando no se rellena la ACA del mismo lado.

Los patrones de ramificación cortical de la ACM son variables pero las anomalías verdaderas de los segmentos M4 son raras.

### **ARTERIA CEREBRAL POSTERIOR**

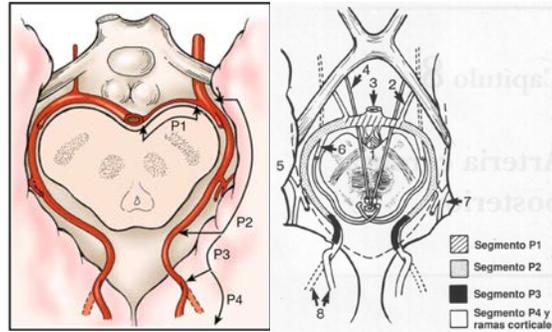
Las dos arterias cerebrales posteriores son las ramas terminales principales de la AB, más que ningún otro vaso craneal, son ellas las que mantienen las funciones principales de la visión y la mirada. Además de vascularizar la corteza visual, las ACP también contribuyen a otras funciones visuales, incluyendo reflejos oculares, movimientos del ojo y la transmisión e integración de la información visual y memoria. La ACP vasculariza además la mayor parte del sistema límbico y muchas de las estructuras vitales de la base del cerebro.



Dibujo anatómico de la ACP proximal y sus estructuras adyacentes en una visión anteroinferior. La bifurcación distal de la ACP y sus ramas terminales se encuentran en el área sombreada. 1-AB, 2-AcoP, 3-Segmento P1 (horizontal o precomunicante), 4-Ramas perforante, 5-Segmento P2 (ambiens), 6-SUCA, 7-Ramas pontinas de la AB, 8-Arteria temporal anterior, 9-Arteria temporal posterior.

La mayoría de los esquemas de clasificación para la ACP incluyen 3 o 4 segmentos.

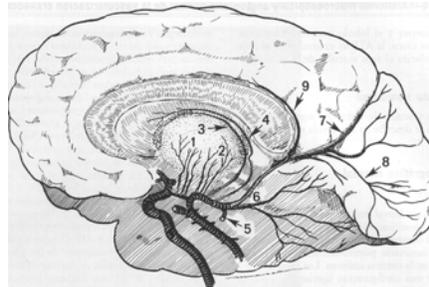
Segmento P1 desde la bifurcación de la arteria basilar hasta la unión con la AcoP. Segmento P2 desde la AcoP hasta el aspecto posterior del mesencéfalo. Segmento P3 del aspecto posterior del mesencéfalo hasta la cisura calcarina. Segmento P4 las ramas terminales distales de la ACP anterior a la cisura calcarina.



\*Arteria cerebral posterior. Configuración más común de la ACP en la izquierda, persistencia del origen fetal en la derecha.

P1: Precomunicante (mesencefálico), P2: Ambiens, P3: Cuadrigémino, P4: Calcarino.

Esquema 2: Anatomía segmentaria de la ACP vista desde arriba y sus relaciones con las estructura adyacentes. La posición aproximada de la incisura de la tienda del cerebelo esta indicada con una línea discontinua. 1-Ramas perforantes pedunculares, 2-AcoP, 3-AB, 4-III NC, 5-IV NC, 6-Ramas coroideas posteriores, 7-Ramas temporales, 8-Arterias calcarina (continua) y arteria parietooccipital (discontinua).



Dibujo anatómico de la ACP: 1-ATPA, 2-ATPP y ATG, 3-ACPM, 4-ACPL, 5-ATA, 6-ATP, 7-APO, 8-AC, 9-Esplenia.

#### ACP P1 Y P2:

**Embriología:** La ACP no aparece hasta los últimos estadios del desarrollo fetal. Algunos vasos embrionarios prominentes que vascularizan el mesencéfalo, diencefalo y los plexos coroideos y que surgen de un tronco común en el límite caudal de la AcoP se fusionan para formar el segmento proximal de la futura ACP. En el estadio fetal de 40mm, la ACP puede ser identificada como una continuación posterior de la AcoP (división caudal de la ACI). La AcoP normalmente disminuye de calibre al desarrollarse el sistema vertebrobasilar.

Las ACP se originan de la bifurcación terminal de la arteria basilar, ventral al mesencéfalo, en el 90% de los casos normales, la bifurcación basilar se encuentra bien en la cisterna interpeduncular (adyacente al dorso selar), bien en la cisterna supraselar (bajo el suelo del tercer ventrículo).



Esquema anatómico que representa el desarrollo de la ACP y sus ramas mostradas en negro. También puede apreciarse la arteria comunicante posterior. Los plexos coroideos están representados como áreas de puntos. Figura izquierda: 7SDG. Figura medial: 8SDG. Figura derecha: 10SDG. 1-ACI primitiva. 2-División craneal de la ACI. 3-División caudal de la ACI (futura ACP), 4-Arterias diencefálicas y mesencefálica. 5-Arterias coroideas primitivas. 6-Tronco de la ACP. 7-Arterias neurales longitudinales dorsales.

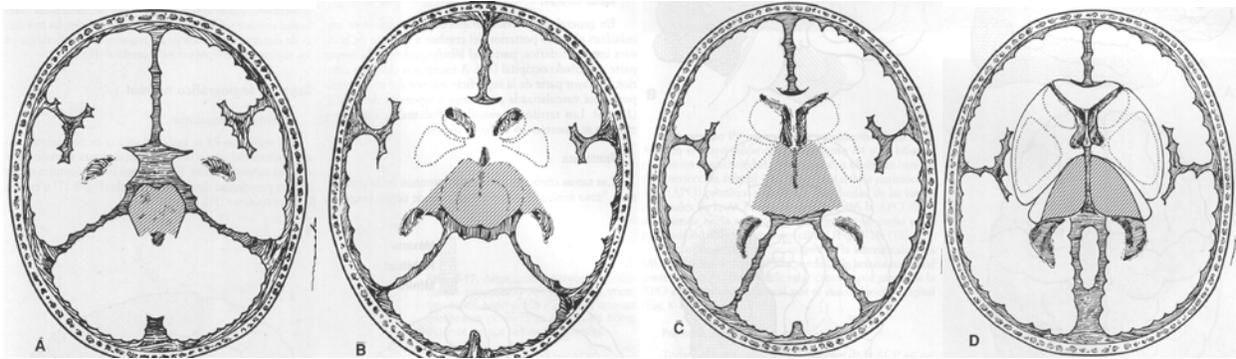
#### Ramas de la ACP:

Se pueden dividir en *ramas perforantes* (hasta el tallo y tálamo, surgen de los segmentos P1 y P2, se dividen en ramas directas- las cuales pasan dentro del cerebro y vasos circunflejos los cuales viajan alrededor del tallo en varias distancias antes de entrar al cerebro), *ramas ventriculares* (surgen \*P2) y *ramas corticales* (surgen de P2, P3 y P4). <sup>(19)</sup>

Ramas centrales (perforantes):

La ACP da lugar a 3 grupos principales de ramas perforantes:

arterias talamoperforantes posteriores (de P1, pasan posterosuperiormente en la fosa interpeduncular, pasan a través de la sustancia perforada posterior y entran en el cerebro justo por debajo de los cuerpos mamilares. En el 42% de las disecciones anatómicas, la rama más larga que surge del segmento P1 es una ATPP, en el 80% de los casos existen entre uno y seis canales anastomóticos entre las ATPP; estos canales están ausentes del 20% de las disecciones restantes, vascularizan una parte significativa de los ganglios basales centrales, su área de vascularización incluye la mayor parte del tálamo, hipotálamo, brazo posterior de la cápsula interna y parte del mesencéfalo, también irrigan los núcleos de los n. oculomotor y troclear), talamogeniculadas (en el 80% de los casos estos vasos se originan de P2-ambiens, en el 20% restante lo hacen del segmento P3, el número de ATG presentes varía desde 2-12, las ATG pueden nacer como vasos individuales- 2/3 de los casos- o a partir de un tronco común -1/3- en el 33% de las disecciones anatómicas pueden encontrarse canales anastomóticos entre las ATG y la arteria coroidea posteromedial u otras ramas mesencefalotalámicas, vascularizan el pulvinar, los cuerpos geniculador y parte de las regiones subtalámicas), las perforantes pedunculares (son unas ramas pequeñas que surgen del segmento P2 y pasan directamente desde la ACP a los pedúnculos cerebrales, el número de APP varía entre uno y 6 según los especímenes anatómicos, vascularizan el mesencéfalo).



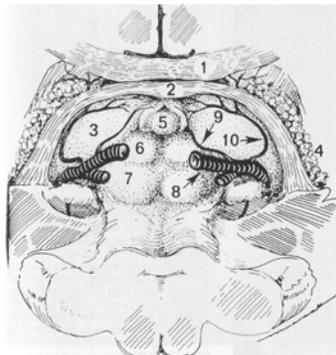
Territorio vascular de las ramas perforantes de la ACP, parte de este territorio también recibe vascularización de ramas perforantes que surgen de las ACP y Ach.

Ramas ventriculares y de los plexos coroideos:

Desde la ACP surgen dos importantes arterias para los ventrículos y los plexos coroideos: la arteria coroidea posteromedial y la arteria coroidea posterolateral.

La arteria coroidea posteromedial (ACPM) surge típicamente como un vaso único, aunque en el 10-45% de las disecciones anatómicas están presentes múltiples ACPM, en el 70% de los casos, la ACPM nace en el segmento P2. También pueden hacerlo desde el segmento precomunicante (P1) (12% de los casos) o de la aretria parietooccipital (10% de los casos). Después de su origen, la ACPM cursa alrededor del tronco cerebral, gira superomedialmente y avanza hacia delante para entrar en el techo del tercer ventrículo entre los tálamos. La ACPM termina pasando a través del agujero de Monro y entrando en el plexo coroideo del tercer ventrículo así como parte del tálamo ventromedial.

El grupo de las arterias coroideas posterolaterales (ACPL) puede nacer del segmento P2 o desde algunas ramas corticales de la ACP. En contraste con la ACPM, que generalmente es única, las ACPL suelen ser múltiples. Después de su origen las ACPL pasan lateralmente a través de la fisura coroidea para entrar en el plexo coroideo del asta temporal y del atrio. Junto al plexo coroideo, las ACPL se incurvan alrededor del pulvinar talámico dentro del ventrículo lateral. Las ACPL se anastomosa con ramas de la arteria coroidea anterior (una rama arterial interna) así como con la ACPM. Además de vascularizar los plexos coroideos, pueden enviar cierto número de pequeñas ramas a los pedúnculos cerebrales, la comisura posterior y a parte del fórnix, de los tálamos y del cuerpo de los núcleos caudados.



Dibujo anatómico del tronco del encéfalo, lámina cuadrigémina y CC vistos desde abajo, se pueden apreciar las relaciones entre las ramas coroideas de la ACP y sus estructuras adyacentes. 1-CC, 2-Fórnix, 3-Pulvinar talámico, 4-Plexo coroideo del VL, 5-Glándula pineal, 6-Colículo superior, 7-Colículo inferior, 8-ACP (inicio del segmento P3), 9-ACPM, 10-ACPL

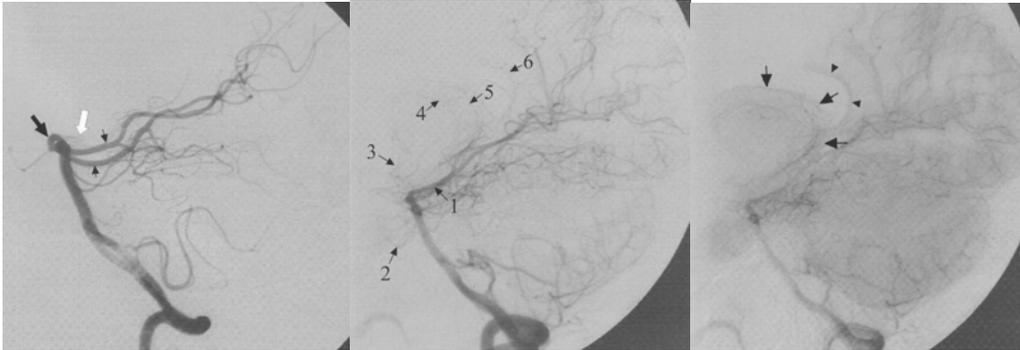
Ramas cerebrales:

La ACP proximal tiene dos ramas cerebrales principales; las arterias temporales anterior y posterior. La arteria temporal anterior (ATA) es la primera rama cortical de la ACP. Puede nacer tanto como múltiples ramas individuales o como un tronco único desde el segmento ambiens (P2). La ATA cursa anterolateralmente por debajo de la circunvolución del hipocampo y se anastomosa con ramas temporales anteriores de la ACM. Arteria temporal posterior

(ATP) es la segunda rama cortical de la ACP, surge de la mitad del segmento P2. En su curso hacia atrás y lateral a lo largo de la circunvolución del hipocampo la ATP da numerosas ramas para la región inferior del lóbulo temporal posterior y el lóbulo occipital adyacente. En el 20% de los casos, la ATP se extiende por el polo occipital y vasculariza el área macular de la corteza visual.

#### ANGIOGRAFÍA:

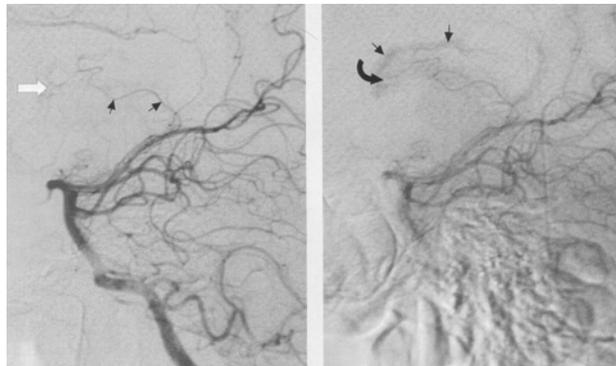
**PROYECCION LATERAL-** Al tener un curso lateral frente al mesencéfalo, los segmentos P1 no se identifican fácilmente en esta proyección, por el contrario los segmentos P2 se observan con claridad al incurcarse posterolateralmente alrededor del mesencéfalo en la cisterna ambiens, los segmentos P2 suelen presentar una configuración ligeramente convexa hacia abajo. Las ACP ascienden al aproximarse una a la otra por detrás del mesencéfalo. Este punto marca el inicio de los segmentos P3. Las ramas penetrantes y pedunculares de la ACP también se ven mejor en esta proyección. Las arterias tálamo perforantes y talamogeniculadas siguen inicialmente un curso tortuoso dentro de la cisterna interpeduncular y suelen adoptar una configuración rectilínea al penetrar en el mesencéfalo y el tálamo. Las arterias coroideas también se observan con facilidad en la proyección lateral de las angiografías vertebrales. La ACPM describe una curva posterior alrededor de la glándula pineal que recuerda al número 3. La ACPM se dirige hacia adelante para vascularizar el plexo coroideo en el techo del tercer ventrículo. Termina recorriendo el agujero de Monro para anastomosarse con ramas de las ACPL y vascularizar el plexo coroideo en el cuerpo del ventrículo lateral. La ACPL siguen un elegante curso cóncavo hacia adelante alrededor del tálamo. En las proyecciones laterales, las ACPL recorren algunos milímetros superpuestas a la ACPM. Ocasionalmente puede observarse un teñido prominente de los plexos coroideos en la fase arterial tardía de las angiografías vertebrales; este hallazgo normal no debe ser confundido con una MAV o una neoplasia. La mayoría de las ramas corticales de la ACP pueden observarse con facilidad en las angiografías vertebrales laterales. Las arterias temporales anteriores se ven frente de la arteria basilar, y se incurvan hacia abajo en la fosa craneal media. La arteria temporal posterior cursa hacia atrás y hacia abajo caudalmente a las arterias calcarina y parietooccipital.



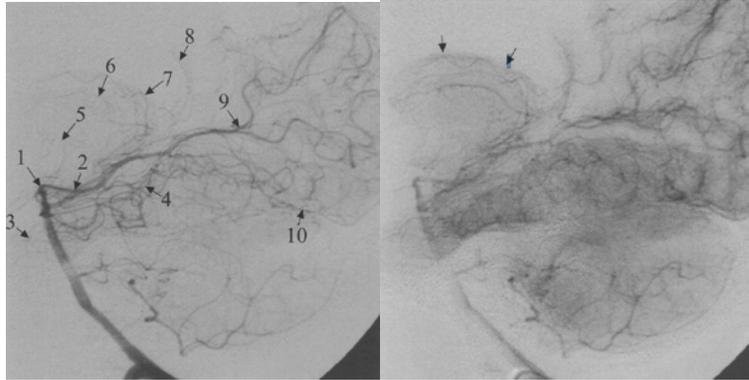
\*Angiografía lateral AV izq fase arterial temprana (segmentos P1-flecha negra grande no se ven con claridad por su curso lateral, segmentos P2-flechas negras pequeñas se observan en su curso posterolateral alrededor del mesencéfalo, las ramas perforantes-flecha blanca surgen de la parte más alta de la arteria basilar y de los segmentos P1 proximales, y se dirigen hacia arriba para vascularizar el mesencéfalo y los tálamos.

\*Fase arterial temprana: 1-P2, 2-ramas temporales anteriores, 3-ATP y ATG, 4-ACPM, 5-ACPL, 6-Ramas esplenias (arteria pericallosa posterior).

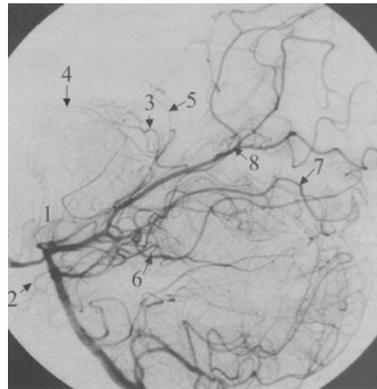
\*Fase arterial tardía: muestra el teñido vascular prominente pero normal en los plexos coroideos (flechas) y a lo largo de la superficie dorsal de la parte posterior del CC (puntas de flecha)



\*Fases arteriales precoz y tardía AV lateral presencia de una ACPM prominente pero normal, recuerda al número 3 (flechas pequeñas), nótese el brusco giro en horquilla que describe en su paso a través del agujero de Monro. (flecha blanca, flecha curva), teñido vascular prominente en los plexos coroideos de los VL (flechas pequeñas).

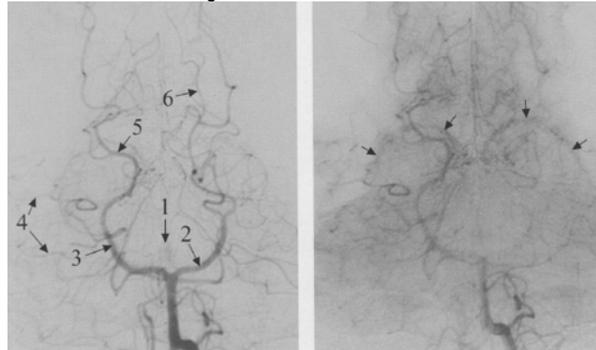


Fases arteriales precoz y tardía AV lateral (teñido vascular coroideo prominente-flechas negras). 1-ACP P1, 2-ACP P2, 3-ATA, 4-ATP, 5-Ramas perforantes, 6- ACPM, 7- ACPL, 8-Ramas esplenias, 9-APO, 10-AC.



AV izq lat en fase arterial media. 1-Ramas perforantes, 2-ATA, 3-ACPM, 4-ACPL, 5-Ramas esplenias, 6-ATipost, 7-AC, 8-APO.

PROYECCION AP- Los segmentos P1 se delinean con más claridad en la proyección AP Towne o en la submentovértex de las angiografías vertebrales. Es frecuente que exista una considerable asimetría entre los segmentos P1 de ambos lados. Los dos segmentos P2 primero se incurvan lateralmente alrededor del mesencéfalo y después giran medialmente. Los segmentos P3 se inician en el mesencéfalo dorsal, cuando las ACP se aproximan una a la otra dentro de la cisterna cuadrigémina. De todas las ramas penetrantes de la ACP, solo las ACPL se ven claramente en la proyección AP. Las ACPL cursan primero lateralmente para entrar en la fisura coroidea del asta temporal. En este momento giran hacia arriba y medialmente alrededor del pulvinar talámico. En la fase arterial tardía las angiografías vertebrales suelen observarse un prominente teñido vascular curvilíneo, que corresponde al plexo coroideo en su disposición dentro del asta temporal posterior, atrio y cuerpo del ventrículo lateral. Ocasionalmente se aprecia un pequeño teñido vascular en la línea media, justo por encima de la bifurcación basilar, en las proyecciones AP. Este hallazgo normal esta causado por las ramas perforantes pedunculares. Algunas ramas corticales pueden verse mejor en las proyecciones AP. La arteria temporal posterior se ve especialmente bien en su extensión lateral desde su origen en la cisterna ambiens. Esta arteria se dirige hacia atrás siendo la más lateral de todas las ramas corticales de la ACP.



\*Fases arterial precoz y tardía. AV izq AP. Teñido vascular de la línea media en flecha 1 que esta causado por las talamoperforantes.

1-ATP, 2-ACP P1, 3-ACP P2, 4-arteria temporal inferior, 5-APO, 6-AC.

**Segmento P1:** Segmento precomunicante, mesencéfalo u horizontal. Se encuentra superior a los nervios oculomotor y troclear. Longitud 6.6mm, cuando existe una ACP fetal mide 8.6mm. Este segmento representa la porción más proximal de la ACP. Se extiende desde la bifurcación basilar hasta la unión con la AcoP. Al incurvarse posterolateralmente alrededor del mesencéfalo, los segmentos P1 dan lugar a cierto número de importantes ramas perforantes que vascularizan el tronco del encéfalo y los tálamos.

**RAMAS:****Perforantes:**

**Ramas perforantes directas** (arteria tálamo perforantes posteriores) del segmento P1 pasa directamente al tallo, son denominados así para distinguirlos de las talamoperforantes anteriores, que surgen de la AcoP. Estas arterias promedian 2.7 en número y surgen de los aspectos posterosuperiores del segmento P1, aunque rara vez pueden surgir del aspecto anterior del vaso. Ingresan a los pedúnculos cerebrales mediales y sustancia perforada posterior para suministrar partes del tálamo, tallo cerebral y cápsula interna posterior.

**Arterias circunflejas:** llamadas arterias pedunculares, mesencefálicas o talamoperforantes tegmentarias, surgen de los segmentos P1 y P2 y rodean el mesencéfalo paralelo y medial a la ACP. Estas se subdividen en circunflejas pequeñas y largas en un promedio de 0.8 y 1.3 por hemisferio respectivamente.

\***Arterias circunflejas cortas:** Viajan una distancia corta alrededor del tallo antes de ingresar al cerebro y llegar solo hasta los cuerpos geniculados. La mayoría de las arterias circunflejas que surgen de P1 terminan en la parte posterolateral del pedúnculo.

\***Arterias circunflejas largas:** Cerca de 3 arterias circunflejas (arterias cuadrigeminales) pasan alrededor del tallo cerebral, abastecen los cuerpos geniculados y los colículos superiores. Estas surgen de la ACP distal al origen de las arterias circunferenciales cortas en el 80% de los casos de P1 y el resto de los casos restantes surgen de P2. La anastomosis larga circunflejas con las ramas de la arteria cerebelosa superior.

**Arteria coroidea posteromedial:** Este vaso generalmente surge del segmento P2 pero emerge del segmento P1 en el 12% de los casos.

**Rama meníngea:** o arteria de Davidoff y Schecter, una rama pequeña del segmento P1 que suministra una franja de la superficie inferior del tentorio, puede agrandarse en procesos patológicos.

**VARIANTES:**

-**Asimetría de lado a lado de los segmentos P1** esta presente en 52% de las angiografías. Cuando esta presente una ACP fetal (15-22%), la P1 ipsilateral es típicamente hipoplásica y puede no identificarse en la angiografía, haciendo que parezca ausente u ocluida.

-En algunas **anastomosis carótido vertebrobasilares persistentes**, la ACP puede ser suministrada por ramas del sistema carotídeo.

-Las anomalías verdaderas del segmento P1 son poco frecuentes y representan el 3% de los casos en una serie de autopsias. Estos incluyen duplicación, fenestración y origen bilateral compartido de la ACP y la SUCA.

-**Ausencia de P1** es rara.

-Puede haber una **rama perforante prominente** que suministre porciones tanto del tálamo ipsilateral y contralateral y potencialmente el mesencéfalo (arteria de Percheron).

**Segmento P2:** Segmento ambiens, es relativamente largo, promedio de 50mm de longitud. Se divide en una mitad anterior y una mitad posterior para discusión de abordajes quirúrgicos. Comienza en la unión de la AcoP y viaja alrededor de la cara lateral del mesencéfalo dentro de la cisterna ambiens, paralela e inferior a la vena basal de Rosenthal, otras estructuras adyacentes son el nervio troclear, el borde libre de la tienda y la SUCA. (Relaciones: La ACP comienza en la cisterna interpeduncular anterior del mesencéfalo, luego se extiende alrededor y por detrás del mismo, se encuentra por encima del III NC y más lateralmente del IV NC, cursa medial a la incisura del tentorio y al tracto óptico después se dirige hacia atrás por encima del tentorio, termina por debajo de los lóbulos occipital y temporal posterior).

**RAMAS:****Perforantes:**

-**Perforantes directas-** Arterias talamogeniculadas; se originan en la porción media del segmento P2, surgen en una dirección superior y lateral para perforar la superficie inferior de los cuerpos geniculados, son 1-3 por hemisferio y suministran la mitad posterior del tálamo lateral, el brazo posterior de la cápsula interna y el tracto óptico.

-**Perforantes pedunculares;** pasan directamente dentro del pedúnculo cerebral y suministra múltiples estructuras dentro del tallo cerebral, así como partes del nervio oculomotor. Promedio 2.8 por hemisferio.

-**Arterias circunflejas-** Generalmente surgen del segmento P1. En el 20% de los casos, la arteria circunfleja larga surge del segmento P2.

**Arteria coroidea posteromedial:** Única en el 54% de los hemisferios, puede encontrarse duplicada o triplicada. Surge del segmento P2 en la mayoría de los casos, segmento P1 (12%), segmento P3 (4%), arteria parieto-occipital (10%) y arteria calcarina (3%) o raramente la arteria basilar.

Tiene dos **segmentos;**

**Segmento cisternal-** 42mm de longitud, desde su origen el vaso se curva alrededor del tallo medial al tronco principal de la ACP y emite pequeñas ramas tegmentales antes de que gire hacia adelante adyacente a la glándula pineal para ingresar al techo del tercer ventrículo. Las ramas tegmentales irrigan porciones del mesencéfalo, placa tectal, glándula pineal, tálamo y cuerpo geniculado medial.

**Segmento plexal-** Viaja alrededor del velum interpositum entre el tálamo adyacente a la vena cerebral interna y anastomosa con las ramas terminales de la arteria coroidea posterolateral, las ramas del segmento plexal irrigan el plexo coroideo, tercer ventrículo, así como el tálamo y la estria medular.

**Arterias coroideas posterolateral:** A diferencia de las arterias coroideas posteromediales, las arterias coroideas posterolaterales son múltiples en la mayoría de los casos (84%), aproximadamente hasta 9 (promedio 4), surgen del segmento P2 en el 51% de los casos, arteria parieto-occipital (13%), arteria temporal anterior (10%), hipocampo (8%), temporal posterior (9%), coroidea posteromedial (4%), calcarina (2%) o arteria temporal medial (2%). Los tamaños de estas arterias son inversamente proporcionales al tamaño de la arteria coroidea anterior. Viaja lateralmente para entrar a la fisura coroidea, tiene dos segmentos.

**Segmento cisternal-** Mide 23mm de longitud y envía ramas al tálamo, cuerpo geniculado, fórnix, pedúnculo cerebral, cuerpo pineal, cuerpo calloso, tegmento y corteza temporal occipital.

**Segmento plexal-** este segmento comienza con el paso de las arterias coroideas posterolaterales a través de la fisura coroidea lateral a la cisterna ambiens a nivel del asta lateral temporal o del atrio. Viajan a lo largo del borde medial del plexo coroideo en el ventrículo lateral, eventualmente mezclándose con ramas de la arteria coroidea medial posterior en el cuerpo del ventrículo y en el agujero de Monro. Ramas del segmento plexal irrigan el plexo coroideo y penetran la superficie ventricular del tálamo y fórnix.

**Arterias hipocampales:** Una arteria del hipocampo surge del segmento P2 en 64% de los casos; cuando esta presente, es la primera rama cortical de la ACP. Esta arteria suministra el uncus, la circunvolución del hipocampo, la formación del hipocampo y giro dentado. Algunos autores incluyen la arteria del hipocampo con las arterias temporales inferiores.

**Arterias temporales inferiores:** La arteria temporal inferior se distingue de las arterias temporales, que son ramas de la ACM. Las arterias temporales inferiores son variables y pueden aparecer como una sola rama inicial del segmento P2 llamado arteria temporal común (también conocida como división lateral de la ACP o arteria occipital lateral) que se observa en el 16% de los casos.

**\*Arteria temporal anteroinferior:** Suele ser la segunda rama cortical de la ACP, puede encontrarse duplicada, viaja inferoanterolateral al giro del hipocampo y anastomosa con la arteria temporal anterior, rama de la ACM. **\*Arteria temporal media inferior:** presente en el 38% de los hemisferios, abastece la superficie inferior del lóbulo temporal. **\*Arteria temporal posteroinferior:** es una rama prominente de la ACP y generalmente surge desde el aspecto inferior y lateral del segmento P2 y viaja oblicuamente hacia el polo occipital, suministra el temporal inferior y superficies occipitales. Este vaso surge del segmento P3 en 6% de los casos.

**Arteria parieto-occipital:** Surge como una rama del segmento P2, un poco más a menudo del segmento P3, viaja posterior y lateralmente dentro de la cisura parieto-occipital que separa el lóbulo parietal del occipital, para suministrar la región parasagital posterior posterior, cuneus, precuneus y giro occipital lateral. En el 24% de los casos envía ramas a través de la cisura coroidea en el ventrículo lateral.

**Arteria calcarina:** surge del segmento P2, menos frecuente en el segmento P3.

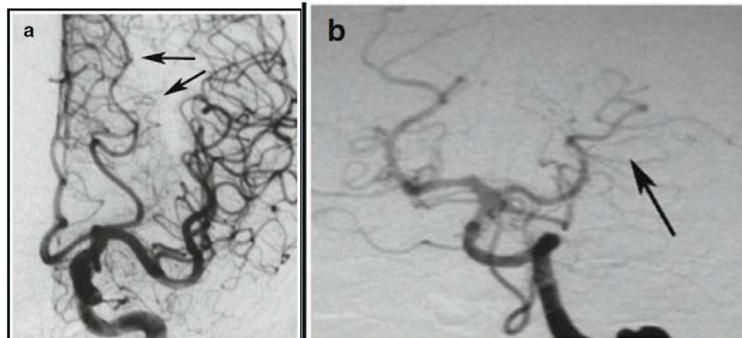
**Arteria esplenial:** Se origina en el segmento P2 (4%). Vascularizan la región posterior del cuerpo calloso y el esplenio del cuerpo calloso, se anastomosan con sus homólogas de la arteria cerebral anterior.

**Arteria de Davidoff y Schechter (rama dural):** Generalmente solo se ve en condiciones patológicas, irriga el ápice de la tienda, paredes de la vena de Galeno y luego se curva hacia delante a lo largo del borde libre de la falx del cerebro. También puede proporcionar un suministro colateral al vermis superior y colículos inferiores. A menudo es difícil de ver angiográficamente, incluso cuando esta agrandado, debido a superposición con otras ramas de la ACP, se encuentra más comunmente de lado izquierdo. <sup>(6)</sup>

#### VARIANTES:

**Origen anómalo de las ramas corticales:** En casos raros la arteria parieto-occipital, temporal posterior o la calcarina puede surgir directamente de la ACI. De manera similar, un suministro anómalo de la arteria coroidea anterior hacia regiones corticales temporales, parietal y occipital, que normalmente son suministradas por ramas de la ACP. <sup>(1, 2, 3)</sup>

En algunos casos el territorio temporo-occipital esta vascularizado por ramas de la arteria coroidea anterior. Esto representa una transferencia embrionaria parcial de un territorio vascular (ACP) a otro (arteria coroidea anterior).



(a) PCA accesoria, la cual luce como un origen fetal de la ACP supliendo los territorios parietal y occipital de la ACP (flechas), (b) inyección por eje vertebral izquierdo muestra la ACP nativa que mantiene el llenado de la rama temporal posterior de la ACP.

**EMBRIOLOGÍA SEGMENTO P3-P4:** Cuando el embrión madura y se expande el lóbulo occipital, cada ACP se elonga e incrementa su calibre. Esta expansión posterior da origen a las ramas corticales definitivas de la ACP.

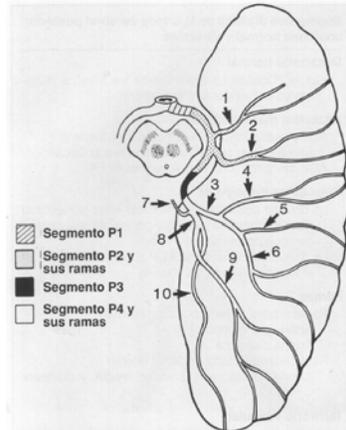
La ACP distal suele dividirse por encima de la incisura tentorial y por debajo del cuerpo geniculado lateral.

La ACP distal (P3-P4) se divide en dos troncos terminales al llegar al surco calcarino o justo antes de hacerlo. Estos vasos nutren un grupo lateral y otro medial de ramas terminales.

**Ramas mediales:** La rama distal medial de la ACP denominada arteria occipital medial se divide en dos arterias principales: la parietooccipital y la calcarina. La arteria parietooccipital está presente en casi toda la totalidad de las disecciones anatómicas. En el 95% de los casos surge como una rama única, originándose a la vez que la arteria calcarina o haciéndolo independientemente desde la ACP en la cisterna ambiens. La APO cursa hacia atrás en el surco parietooccipital a lo largo de la superficie medial del lóbulo occipital, luego se incurva lateralmente para vascularizar el cerebro adyacente al surco parietooccipital, proporciona además un aporte sanguíneo accesorio a la corteza visual en el 35% de los especímenes anatómicos. La arteria calcarina es la otra rama arterial medial de la ACP. La AC nace en la bifurcación distal de la ACP y sigue un tortuoso curso hacia atrás en la profundidad del surco calcarino para llegar a la corteza visual. El tronco medial de la ACP también da lugar a un grupo de arterias esplenias. Estas pequeñas ramas surgen tanto directamente de la ACP o desde la APO. Juntas han recibido el nombre en ocasiones de arterias pericallosas posteriores. Las arterias esplenias se ramifican sobre el esplenio y la superficie dorsal del cuerpo calloso para anastomosarse con ramas pericallosas de la ACA distal.

**Ramas laterales:** La rama distal lateral de la ACP denominada arteria occipital lateral, da lugar a varias arterias que vascularizan la superficie inferior del lóbulo temporal. Estas ramas son arterias temporales inferiores (anterior, media y posterior).

Las arterias parietooccipital y calcarina vascularizan el tercio posterior del cerebro a lo largo de la cisura interhemisférica, parte del lóbulo parietal y la mayor parte del lóbulo occipital. A excepción del polo anterior, la mayor parte de la superficie inferior del lóbulo temporal esta vascularizada por ramas temporales de la ACP.



Esquema que representa la anatomía segmentaria y las ramas corticales de la ACP. 1-ATA, 2-ATP, 3-AOlateral, 4-ATIanterior, 5-ATImedia, 6-ATIpst, 7-Ramas esplenias, 8-AOmedial, 9-APO, 10-AC

### SEGMENTO P3

También conocido como segmento cuadrigeminal, se extiende hacia posteromedial de la cisterna cuadrigeminal hasta el límite anterior de la cisura calcarina, mide en promedio 20mm de longitud, los segmentos P3 de cada lado se acercan entre sí. El punto donde las dos ACP están más cerca el uno del otro se conoce como colicular o punto cuadrigeminal, esta separación promedia 8.9mm. La ACP a menudo se dividen en sus dos ramas terminales (calcarina y parieto-occipital) entre la cisterna calcarina y la fisura calcarina.

### RAMAS:

**Parieto-occipital;** 46% de los hemisferios.

**Arteria coroidea posterolateral:** en el 11% de los casos.

### SEGMENTO P4

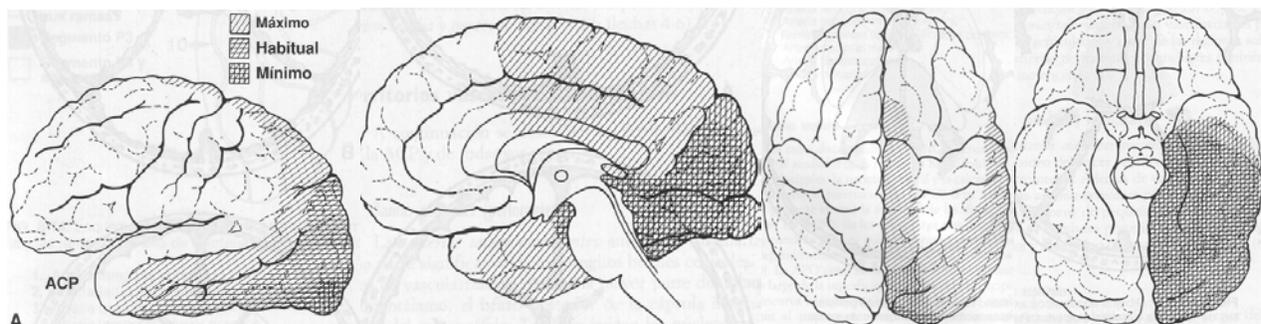
Comienza en el límite anterior de la cisura calcarina e incluye una de las dos ramas terminales de la ACP, la arteria calcarina. La otra rama terminal de la ACP, la arteria parieto-occipital frecuentemente surge del segmento P2 o P3.

### RAMAS:

**Arteria calcarina;** Viaja posterior y medial dentro de la cisura calcarina para alcanzar el polo occipital. Se duplica en el 10% de los casos y surge de la arteria parieto-occipital en el 10% de los casos. Envía ramas al giro lingual y el cuneo inferior, esta irriga la corteza visual.

**Arteria esplenica:** o arteria pericallosa posterior surge de la arteria parieto-occipital en el 62% de los casos, pero puede surgir de la arteria calcarina (12%), arteria coroidea posteromedial (8%), arteria temporal posterior (6%), P2 o P3 (4% cada uno) o de la arteria coroidea posterolateral (4%). La arteria espenia es relativamente constante y viaja superior a lo largo del esplenio del cuerpo calloso para anastomosarse con la arteria pericallosa. <sup>(8)</sup>

Las ramas corticales de la ACP terminan en la denominada zona limitrofe o fronteriza donde tienen pequeñas anastomosis piales con sus homólogas de las arterias cerebrales anterior y media. El área donde coinciden las tres áreas de distribución es una de las regiones más vulnerables en los síndromes de hipoperfusión cerebral.

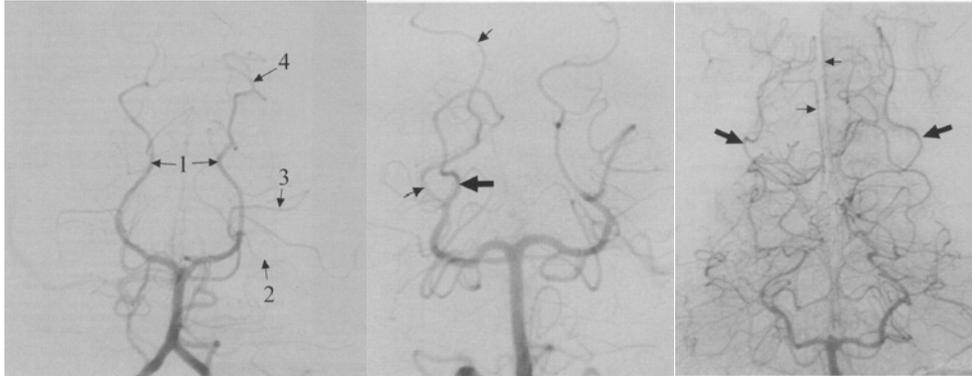


Distribución vascular de las ramas corticales de la ACP con sus territorios habitual, máximo y mínimo según Van der Zwan.

ANGIOGRAFIA SEGMENTOS P3-P4:

APL: El segmento P3 se extiende solo unos milímetros desde la altura del dorso del mesencéfalo hasta la parte anterior del surco calcarino. El segmento P3 se identifica mejor en una proyección Towne o en una submentovértex. El segmento P4 representa la terminación distal de la ACP en el surco calcarino. El segmento P4 y su bifurcación en un tronco medial y otro lateral se observan bien en una proyección frontal. La arteria parietooccipital proximal suele ser la más medial de las ramas terminales de la ACP; más posteriormente, la APO distal se extiende hacia arriba y lateralmente en su curso en la profundidad del surco parietooccipital. En la proyección AP, el origen de la arteria calcarina (AC) es lateral al de la APO y medial a la arteria temporal posterior. La AC distal suele estar cruzada por ramas de la APO en su extensión lateral por el surco parietooccipital.

LATERAL: Todas las ramas corticales terminales de la ACP así como la arteria pericallosa posterior (esplenica) suelen ser observadas con facilidad en esta proyección. La APO cursa hacia atrás y hacia arriba y es la más alta de las tres ramas corticales posteriores de la ACP. La AC se identifica con facilidad en las proyecciones laterales por su curso relativamente recto entre la APO por encima de la arteria temporal posterior por debajo.



\*AV izq AP Towne- 1-Segmentos P3, 2-ATA, 3-ATP, 4-APO.

\*Bifurcación distal de la ACP en un tronco medial (flecha grande) y otro lateral (flechas pequeñas)

\*Arterias parietooccipitales (flecha grande) y calcarina (flechas pequeñas)

## **ARTERIA VERTEBRAL**

Con algunas excepciones menores, toda la vascularización del bulbo, protuberancia, mesencéfalo y cerebelo proviene del sistema vertebrobasilar.

Embriología:

4SDG: en el estadio de 4mm (28 días) ya están presentes las divisiones craneal y caudal de la ACI primitiva. Las dos arterias neurales longitudinales, dos arcadas arteriales plexiformes paralelas de localización dorsal, aparecen sobre el día 29.

5SDG: Las arterias vertebrales se desarrollan desde anastomosis plexiformes entre las 7 arterias intersegmentarias cervicales embrionarias. En este estadio, las arterias neurales longitudinales empiezan a unirse a lo largo de las caras del rombencéfalo en desarrollo. También se desarrollan anastomosis transitorias entre estos vasos y las arterias carótidas primitivas. La más cefálica de estas anastomosis, denominadas anastomosis carótido-basilares, es la arteria trigeminal. Las arterias neurales longitudinales reciben inicialmente el aporte sanguíneo desde arriba por las arterias trigeminales y desde abajo por las arterias segmentarias cervicales.

6SDG: Las divisiones caudales de las ACI, las futuras arterias comunicantes posteriores, conectan las ACI con los límites craneales de las arterias neurales longitudinales plexiformes. Los séptimos segmentos cervicales (C7) en desarrollo y vascularizan el límite caudal de las arterias neurales longitudinales. Las conexiones entre las 6 primeras arterias intersegmentarias y la aorta dorsal suelen regresar completamente. También lo hacen las anastomosis carótido-basilares primitivas.

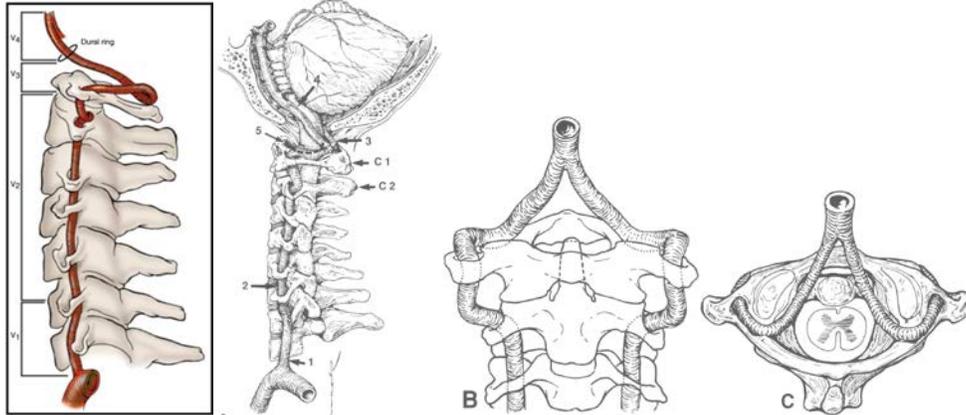
El sistema vertebrobasilar intracraneal se desarrolla después de que el sistema carotídeo interno ya está bien establecido, probablemente a medida que la demanda de vascularidad en aumento comienza a agotar la reserva del sistema carotídeo interno. Varios vasos segmentarios, es decir, metaméricos que surgen de las aortas dorsales suministran elementos ecto, meso y endodérmicos sostienen el tubo neural en desarrollo, posteriormente las anastomosis longitudinales entre estos vasos dan lugar a la arteria vertebral. Debido a su naturaleza segmentaria, la arteria vertebral es propensa a muchas variaciones. Los sistemas longitudinales (arterias cervicales ascendentes y profundas) mantienen anastomosis extensas con el sistema vertebral como parte de la misma disposición segmentaria.

Cada arteria vertebral (AV) puede ser dividida en 4 segmentos: V1- extraóseo, V2 foraminal, V3 extraespinal, V4 intradural.

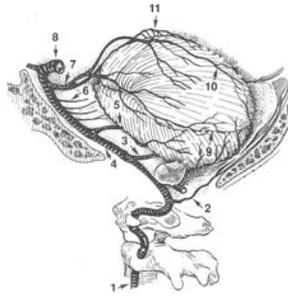
Ramas: Ramas cervicales (espinal, muscular), Ramas meníngeas (arterias meníngeas anterior y posterior), Ramas intracraneales (arterias espinales anterior y posterior), PICA.

Territorio vascular: Bulbo lateral, médula espinal anterior, amígdalas cerebelosas, hemisferios cerebelosos inferiores, vermis.

V1 de la arteria subclavia al foramen transversario de C6, V2 al foramen transversario de C2, V3 de C1 a la dura- agujero magno, V4 segmento intradural-agujero magno a la basilar.



La AV asciende a través de los agujeros transversos de las vértebras C6-C3, a la altura de C2 gira lateralmente en una curva en forma de L invertida, al salir de C2 asciende otra vez atravesando el agujero transverso de C1, al salir de C1 la AV gira posteromedialmente alrededor de la articulación atlantooccipital, cursando inicialmente a lo largo del arco de C1, entonces gira bruscamente hacia arriba y hacia adelante para entrar en el cráneo a través del agujero magno.



1-Arteria vertebral, 2-arteria menígea posterior, 3-PICA, 4-arteria basilar, 5-AICA, 6-Ramas pontinas laterales, 7-SUCA, 8-ACP, 9-Ramas cerebelosas hemisféricas en la gran fisura horizontal, 10-Ramas hemisféricas de la SUCA, 11-arterias vermianas superiores (ramas de la SUCA)

### SEGMENTO V1

Segmento extraóseo, surge de la pared superior (47%), ventral, caudal o dorsal (53%) de la arteria subclavia y viaja en una dirección posterosuperior. Esto pasa posterior a los músculos escalenos anteriores y entra en el agujero transverso de C6 (90%), C5 (7%) o C7 (3%). Suministra el ganglio estrellado.

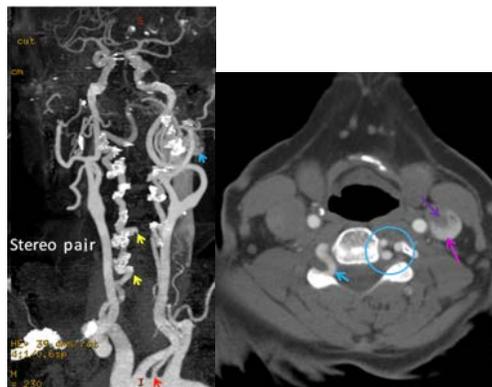
### VARIANTES:

Es normal cierta variación en el tamaño.

La PICA puede compartir un tronco común con la PICA o sustituirla.

**Origen anómalo:** La arteria vertebral izquierda surge directamente de la aorta en 5% de los casos. Origen anómalo de la arteria vertebral derecha del arco y de ambas arterias vertebrales del arco y de la arteria vertebral derecha de la arteria carótida común ha sido reportado.

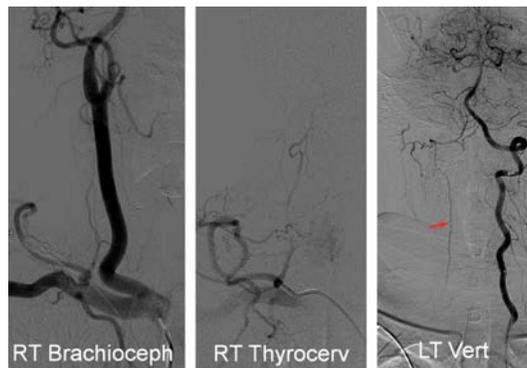
**Duplicación y fenestración:** Encontrada en <1% de las disecciones.



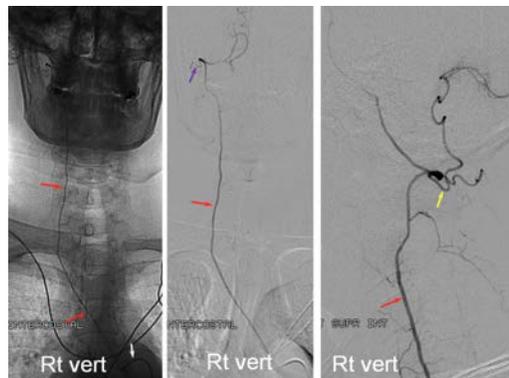
\***Origen directo de la arteria vertebral izquierda del arco aórtico** (Flecha roja). Arteria vertebral derecha tortuosa (flecha amarilla). La opacificación prematura del plexo venoso perivertebral izquierdo (flechas azules) y la vena yugular reflejan una fistula vertebral cervical subyacente (flechas moradas). Los restos de posprocesamiento de fragmentos óseos demuestran la ubicación extraforaminal de las asas tortuosas que se proyectan medialmente con respecto a los segmentos intraforaminales.



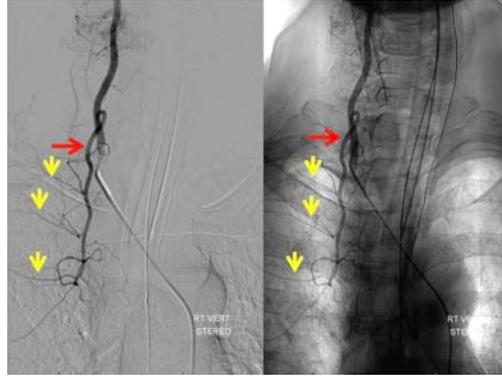
\*Un segmento de la arteria vertebral (naranja) surge del arco aórtico (rosa), segundo segmento (rojo) se origina en su origen habitual en la arteria subclavia (violeta), sitio de unión entre las arterias vertebrales duplicadas (verde), se observa una **anastomosis con la arteria cervical ascendente** (amarilla).



**Origen de la vertebral derecha de la AV izquierda**, la inyección del tronco braquicefálico derecho no se identifica ni la arteria vertebral ni su ostium, sugiriendo una oclusión proximal, no se observa en las inyecciones cervical ascendente, ni cervical profunda ni occipital derecha. En la inyección izquierda se ve una opacificación transitoria de una arteria vertebral derecha (flecha roja) con un lavado rápido posterior (PICA derecha parece normal).



Origen de la vertebral de la intercostal suprema o superior (origen de la subclavia descendente, da las primeras 2 o 3 ramas intercostales y se dividen en los agujeros de conjunción en rama dorsoespinal-m. espinales, médula espinal, columna y en la rama intercostal propiamente dicha: se anastomosa con las arterias intercostales anteriores y ramas de la mamaria interna) lo que significa que las perforantes medulares (médula lateral) probablemente surgen de la vertebral. PICA derecha (flecha amarilla) origen de C1.



\*Origen de la arteria intercostal suprema (flecha roja) de la arteria vertebral derecha, arterias intercostales (amarillas)



\*Origen de la arteria vertebral. Vista anterolateral de una angioTC mostrando la arteria vertebral derecha (flecha) surgiendo de la pared posterior de la arteria subclavia. La proyección óptima es en AP con 20-30° Towne.

## SEGMENTO V2

Segmento foraminal, viaja en dirección vertical dentro del foramen transversal, generalmente de C6 a C1, esta rodeado de fibras simpáticas del ganglio estrellado y por un plexo venoso que cubre todo el segmento V2 y drena a través de la vena vertebral hacia las venas yugulares subclavias e internas. La vena vertebral o venas suelen ser grandes y es directamente anterior a las arterias vertebrales.

### RAMAS:

**Ramas espinales:** o radiculomedulares, surgen de la vertebral de C1 a C5 y pueden variar en el número y lugar de origen, irriga la médula espinal y las vértebras.

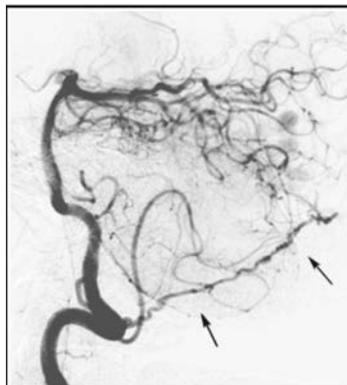
**Ramas musculares:** múltiples ramas pequeñas que irrigan los músculos cervicales.

**Arteria de la extensión cervical:** Generalmente surge de ambas arterias vertebrales en la región de C4 a C6 y anastomosa con la arteria espinal anterior para irrigar la médula espinal ventral, también puede surgir del tronco tirocervical.

**Arteria meníngea anterior:** Se origina en el segmento distal de V2, suministra la dura alrededor del foramen magno y se extiende hasta el clivus, forma colaterales con la faríngea ascendente a través de la arcada odontoidea y ramas durales de la faríngea ascendente, y con la ACI a través de ramas del tronco meningohipofisiario.

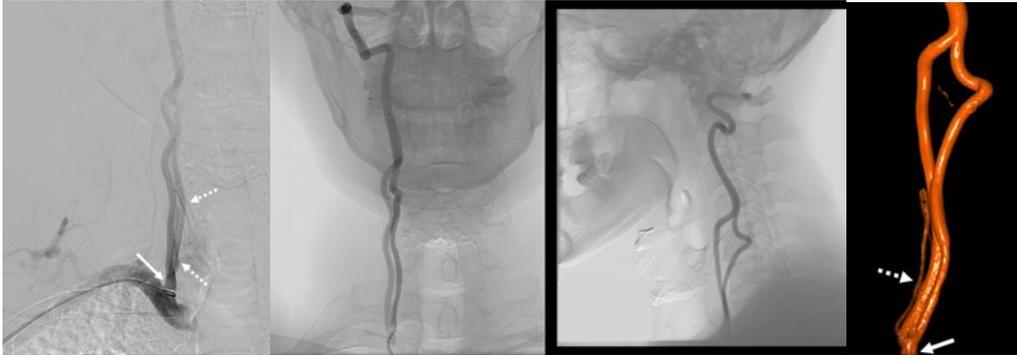
Arteria meníngea posterior: Surge cerca del agujero magno e irriga la dura medial occipital y la falx del cerebelo.

**PICA:** en ocasiones se origina a nivel de C1. <sup>(4)</sup>

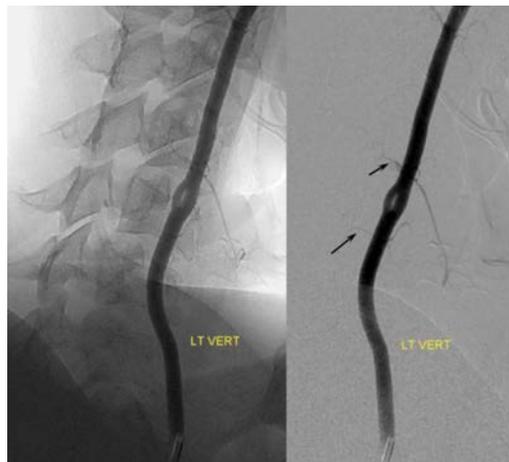


\*Arteria meníngea posterior (flecha negra) surge de la arteria vertebral a nivel de C1 e irriga la falx del cerebelo. La arteria meníngea posterior en este caso particular se encuentra alargada a causa de una fístula dural arteriovenosa.

Cuando una arteria vertebral entra en el foramen a nivel de C4-C5 es probable que no sea una vertebral si no una arteria cervical ascendente.



\***Fenestración extensa de la arteria cervical ascendente.** 1era imagen: Inyección subclavia derecha muestra un origen común del tronco tirocervical con una tiroidea inferior asociada (flecha discontinua), las arterias cervicales ascendentes duplicadas reconstituyen la arteria vertebral en los segmentos C4-C5. En AngioTC hay agujeros vertebrales a pesar de no tener vertebrales a ese nivel. (27)



\***Fenestración de V2**, sin importancia clínica, origen de la naturaleza metamérica del sistema vertebral que evolucionan desde los canales longitudinales neurales a un vaso único.

### SEGMENTO V3

Segmento extraespinal, comienza cuando la arteria vertebral sale del agujero vertebral de C1 en el lado medial del músculo recto lateral de la cabeza, luego viaja en una dirección horizontal y medial superior al arco posterior de C1 y corre por debajo de la membrana atlanto-occipital posterior antes de girar superoanterior para penetrar la duramadre. (20)

#### RAMAS:

**PICA:** En alrededor del 5-20% de los casos, tiene un origen extradural generalmente cualquier parte del segmento V3.

**Arteria suboccipital de Salmón:** Una o hasta 3 ramas musculares irrigan los músculos suboccipitales (67% de los casos).

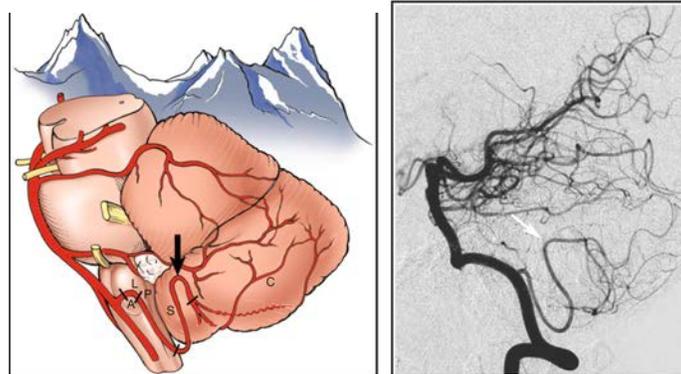
### SEGMENTO V4

Segmento intradural de la arteria vertebral, se extiende desde su entrada a través de la duramadre hasta la unión con la arteria vertebral opuesta, la duramadre se engrosa y forma el anillo dural fibroso alrededor de la arteria vertebral, la longitud promedio es 22mm, la unión de V4 derecha e izquierda generalmente se unen a nivel de la unión pontomedular. Las ramas se dividen en ramas mediales (arteria espinal y ramas del agujero ciego) y ramas laterales (PICA). Una red anastomótica usualmente interconecta ramas de V4.

#### RAMAS:

**Arteria cerebelosa posteroinferior (PICA):** Es la arteria más grande, compleja y de más variabilidad de las arterias cerebelosas. Se origina aproximadamente 16-17mm proximal a la unión vertebrobasilar, un promedio de 8.6mm superior al foramen magno. Irriga la médula inferior y los aspectos inferiores del cuarto ventrículo, amígdalas cerebelosas, vermis y hemisferio cerebeloso inferolateral. Viaja posterolateralmente alrededor de la médula. Sobre el aspecto dorsal del tallo cerebral viaja hacia abajo por una distancia variable, a veces a nivel de C2, luego forma un bucle (bucle caudal) y gira 180° para viajar superiormente adyacente a la amígdala cerebelosa. El vaso entonces alcanza su extensión superior y forma otro bucle (bucle craneal) y luego viaja hacia abajo y lateralmente para emerger sobre el hemisferio cerebeloso. (24, 6). Pasa rostral a las raíces de los nervios glossofaríngeo, vago y espinal, o bien, lo hace entre las mismas.

Se puede dividir en 5 segmentos, acrónimos ALPS.



\*PICA: vista lateral del tallo y cerebelo. Los segmentos de la PICA incluyen la arteria medular anterior (A), medular lateral (L), medular posterior (P), supratonsilar (S), cortical (C), flecha indica el punto coroideo. Alpes Suizos.

\* Punto coroideo: la PICA da ramas para el tallo antes del mismo, pero no después, punto de seguridad. Oclusión en o distal al punto de seguridad usualmente no resulta en daño isquémico significativo, a causa de conexiones anastomóticas entre AICA Y SUCA.

**Segmento medular anterior:** Se extiende desde el origen hasta la prominencia olivar inferior. En 40% de los casos, no existe este segmento, por que la PICA surge lateralmente, en lugar de anterior a la médula. Este segmento tiene una perforante. (Cursa posterolateralmente en la cisterna bulbar rodeando el límite inferior de la oliva)

**Segmento medular lateral:** Se extiende desde la prominencia olivar inferior a los orígenes de los nervios IX, X, XI NC, tiene en promedio 1.8 perforantes. (Se continúa hacia atrás en la fisura bulbocerebelosa, hace un bucle caudal de tamaño variable en la superficie lateral del bulbo).

**Segmento medular posterior:** Segmento amigdalomedular, pasa donde la PICA pasa posteroinferior a los NC y termina donde el vaso ascendente alcanza el nivel medio de la superficie medial de la amígdala. Pasa inmediatamente posterior al techo de la mitad inferior del cuarto ventrículo, tiene en promedio 3.3 perforantes. (Se forma cuando la PICA alcanza el borde posterior del bulbo y asciende por detrás del velo medular posterior).

**Segmento supratonsilar:** Segmento telovelotonsilar, comienza a mitad de la amígdala incluye un asa craneal y termina donde la PICA sale de las fisuras entre vermis, amígdalas y hemisferio cerebeloso para alcanzar la superficie cortical. En una angiografía lateral este segmento describe la amígdala a lo largo de sus aspectos anterior, superior y posterior. (Representa el segundo bucle, craneal de la PICA en su curso sobre las amígdalas cerebelosas, la PICA gira entonces hacia abajo en la fisura retroamigdalina y termina cerca del punto más alto del bucle craneal dividiéndose en ramas amigdalino-hemisféricas (laterales) y vermianas (mediales)).

**Segmentos corticales:** Segmentos hemisféricos, a menudo se bifurca en troncos medial y lateral, donde el vaso emerge hacia la superficie cortical inferior, donde los vasos emergen hacia la superficie cortical inferior, el tronco medial da las ramas vermiana y el tronco lateral produce las ramas hemisféricas. (La PICA da ligar a arterias coroideas y corticales, así como numerosas ramas perforantes de pequeño tamaño que vascularizan la superficie lateral del bulbo. El techo de su bucle craneal, la PICA también envía pequeñas ramas para los plexos coroideos del cuarto ventrículo y para las amígdalas cerebelosas. La PICA termina dividiéndose en las arterias bulbar inferior y cerebelosa hemisférica).

#### RAMAS:

##### Perforantes:

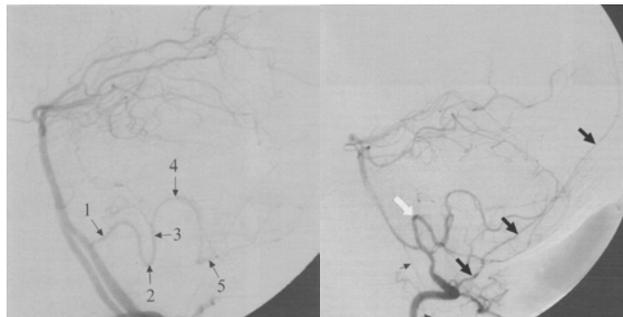
**Perforantes directas-** estas ramas viajan directamente en el tallo y se encuentran en los tres segmentos medulares.

**Perforantes circunflejas-** viajan alrededor del tallo por cierta distancia antes de entrar. Estos vasos surgen principalmente de los segmentos medular lateral y posterior.

**Arterias coroideas:** Ramas del plexo coroideo del cuarto ventrículo surgen del segmento posterior y supratonsilar.

**Arterias corticales:** Ramas vermianas, ramas tonsilares, ramas hemisféricas.

**Ramas meningeas:** La arteria meníngea posterior (nace a la altura del agujero magno o ligeramente por debajo del mismo, sigue un curso superomedial relativamente recto y vasculariza la hoz del cerebelo y la duramadre a lo largo de la cara medial del hueso occipital) y la arteria del la falx del cerebro pueden surgir de la PICA. (1, 2, 3, 27)



Angiografía lateral AV izq- 1-segmentos bulbares anterior y lateral, 2-bucle caudal, 3-segmento bulbar posterior, 4-segmento supratonsilar o supraamigdalino, 5-ramas hemisféricas

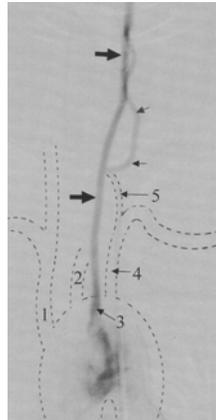
Flechas pequeñas-AEA, Flechas grandes:arteria meníngea posterior, PICA-Flecha blanca.

El origen anómalo de PICA es infrecuente, la PICA puede nacer en la arteria meníngea posterior o en la ACI, también ha sido comunicado el origen de la meníngea posterior en la PICA en vez de hacerlo en la AV. También ha sido comunicado un aumento en la prevalencia de aneurismas intracraneales en el origen aberrante de la PICA desde la ACI.

#### VARIANTES:

**Anomalía de origen:** el origen extradural de PICA es encontrado en 5-20% de los casos. Origen de PICA de la ACI, meníngea posterior, arteria hipoglosa y arteria proatlantal.

**Duplicación:** 2.5-6% de los casos. Implica que un vaso tenga dos orígenes que siguen un curso más o menos paralelo durante una distancia variable. <1% de las disecciones, probablemente representa una persistencia parcial de los conductos embrionarios plexiformes desde los que se desarrollan estos vasos.

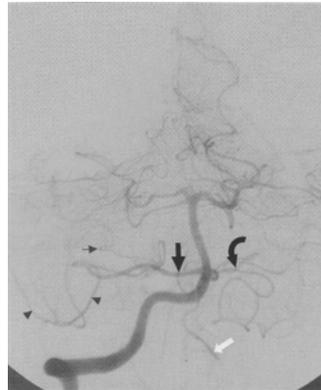


Cateterización selectiva de una AV izquierda duplicada. Proyección AP, el contraste llena la pequeña AV (flechas pequeñas) y refluye a la AV homolateral más grande (flecha grande). 1-TBC, 2-ACCizq, 3-Avizq originada del arco aórtico, 4-Arteria subclavia izq, 5-Duplicación de la AVIzq

**Hipoplasia:** 5-16% de los casos.

**Ausencia:** unilateral 15-26%, ambos lados 2% de los casos.

**Tronco común de AICA-PICA.** <sup>(1,10,27)</sup> La PICA puede vascularizar todo el territorio de AICA ocurriendo lo contrario también en algunas ocasiones.

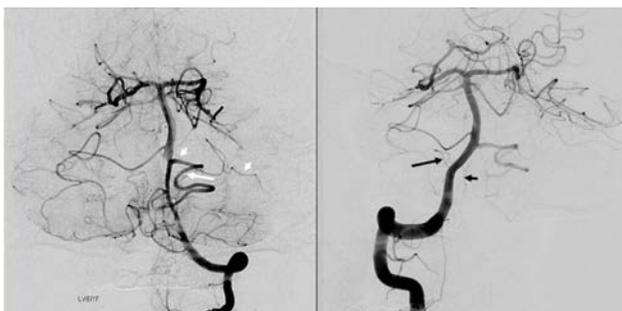


AV der AP- tronco prominente (flecha grande) que vasculariza los territorios cerebelosos anteroinferior y posteroinferior, la AICA derecha es una pequeña rama que se extiende lateralmente en la cisterna del ángulo pontocerebeloso, haciendo un bucle en el interior del CAI (flecha pequeña). La rama mayor, la PICA (puntas de flecha) vasculariza la región inferior del hemisferio cerebeloso. La AV izquierda (flecha blanca) es rudimentaria. En este caso la AICA izquierda (flecha curva) se origina en una rama accesoria que sustituye la distribución habitual de la PICA.

**Fenestración de la AV.** Referida erróneamente como duplicación segmentaria tiene lugar cuando un vaso tiene un origen y una posición normales pero incluye una doble luz en parte de su trayecto. <1% de las disecciones, probablemente representa una persistencia parcial de los conductos embrionarios plexiformes desde los que se desarrollan estos vasos. Se asocia frecuentemente a otras anomalías cerebrales, medulares o de la columna vertebral, que incluyen fusiones vertebrales, otras anomalías vasculares e incremento de la prevalencia de aneurismas o malformaciones vasculares.



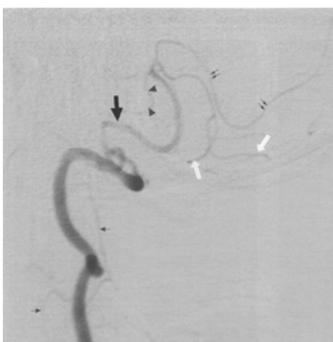
Angiografía AV izq- AV der fenestrada.



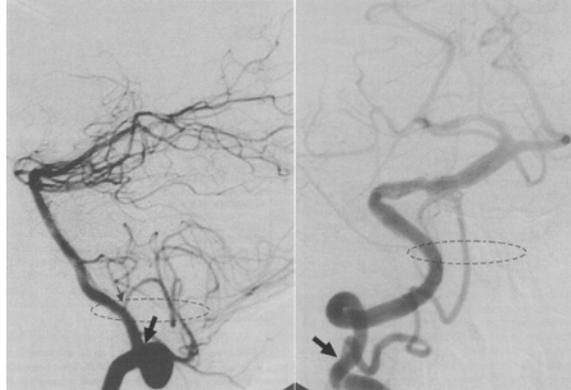
**\*AICA-PICA izquierdo** (flecha larga), AICA pequeña adicional (flecha corta). Espinal anterior prominente (flecha negra corta), espinal lateral (flecha negra larga).  
Arteria vertebral que termina en PICA: 0.2% de los casos.



**\*PICA extradural:** surge fuera de la duramadre debajo de la base del cráneo (rojo), vertebrales (aparición de cambio en su tamaño cuando perfora el anillo dural del foramen magno, no confundirse con estenosis o disección). Fenestración (amarillo).



AV izq lateral: AV termina en PICA. Flechas pequeñas-AEA, AEP.  
Ramas amigdalinas-puntas de flecha. Vermianas inferiores-flechas dobles. Hemisféricas-flechas blancas de la PICA.



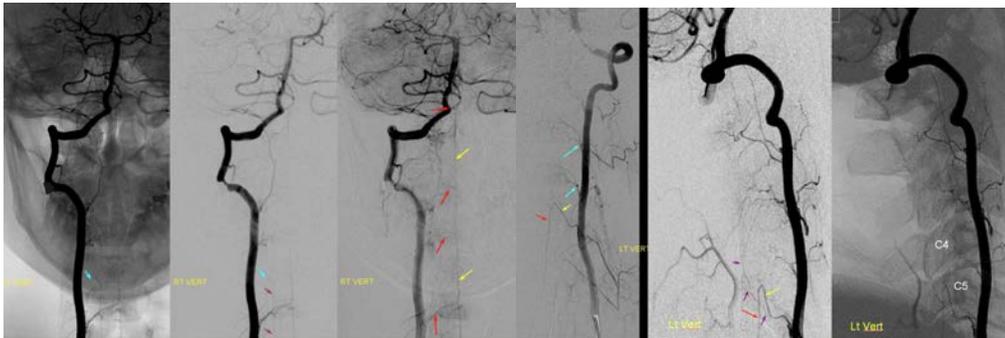
Angiografía AV, proyección lateral, AP- Origen extracraneal de la PICA, el origen habitual de la PICA esta indicado por una flecha pequeña

### PERFORANTES:

Un promedio de 4.2 perforantes surgen directamente de cada arteria vertebral e irrigan el bulbo lateral, pedúnculo cerebeloso inferior y superficie medular del cerebelo.

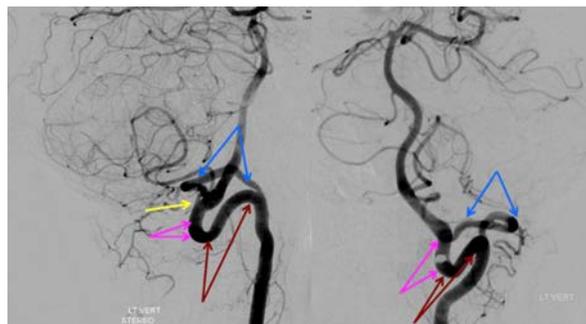
Desde la AV surgen directamente varias arterias perforantes de pequeño tamaño que vascularizan las olivas bulbares y los pedúnculos cerebelosos inferiores, estas ramas se anastomosan extensamente con las ramas perforantes de la arteria basilar así como de las arterias cerebelosas posteroinferior y anteroinferior.

**Arteria espinal anterior:** Surge de la arteria vertebral 6.5mm proximal a la unión vertebrobasilar y viaja en una dirección inferior para dar lugar a cierto número de pequeñas perforantes para irrigar la superficie anterior del bulbo en concreto en las pirámides y médula espinal. En cerca del 50% de los casos una pequeña arteria comunicante conecta la arteria espinal anterior derecha e izquierda en la superficie anterior del bulbo y como un solo vaso, seguir una dirección caudal en la fisura media anterior de la médula espinal. (15)

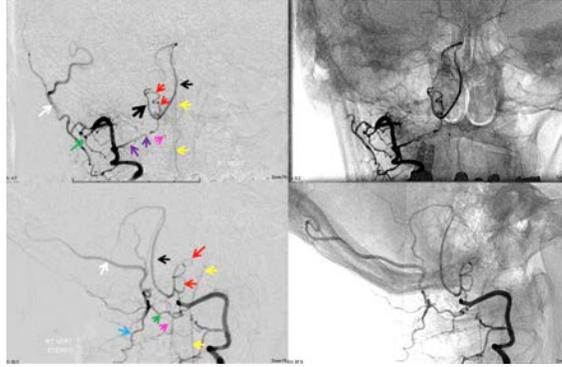


**Ramas del foramen ciego:** En cerca de 1/3 de los casos, ramas de la arteria vertebral viaja superiormente para irrigar el foramen ciego en la base del puente.

**Arteria espinal lateral:** Puede surgir del segmento V4 o de la PICA, puede ser difícil visualizar en angiografía, se origina lateral al bulbo y viaja en una dirección caudal, anterior a las raíces del nervio espinal posterior y posterior al ligamento dentado. Irriga el XI NC y la superficie lateral y posterior de la médula a través de ramas de los nervios C1-C4. Es un vaso intradural, homologo con el segmento medular lateral de la PICA y con las arterias espinales posteriores en las regiones torácica y lumbar.



**\*Relación arteria vertebral-arteria espinal lateral- PICA** (fenestración de la arteria vertebral) en realidad arteria espinal lateral codominante: arteria espinal lateral (rosa), arteria segmentaria (marrón), arteria vertebral verdadera que se vuelve intradural (azul), la PICA (amarilla) se origina en la arteria espinal lateral (rosa).



\*Anastomosis PICA-arteria espinal lateral-arteria radicular C1: oclusión de la arteria vertebral derecha debajo del foramen magno por disección, anastomosis de la arteria radiculopial C1 (violeta) a la arteria espinal lateral (roja) reconstituyendo la rama vermiana de la PICA (negra). Arteria espinal posterior (amarilla- surge de la parte distal de la AV o de la PICA y desciende a lo largo de la superficie dorsal del bulbo y la médula espinal, junto con numerosas ramas radiculares espinales, la AEP forma una red vascular que se continua inferiormente a lo largo de la médula hasta la cola de caballo). La rama muscular C1 (verde) opacifica la arteria occipital (blanca) y la arteria cervical profunda (azul).

**Ramas meníngeas:** La arteria meníngea posterior y la arteria de la falx cerebelosa puede originarse de la PICA.

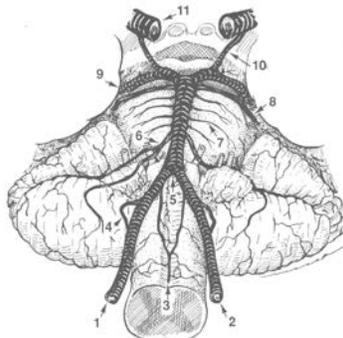


Diagrama anatómico del sistema vertebrobasilar y sus ramas principales AP (1-AV der, 2-AV izq, 3-AEA, 4-PICA, 5-Unión de AV formando la AB, 6-AICA, 7-Arterias pontinas laterales, 8-SUCA, 9-ACP, 10-AcoP, 11-ACI).

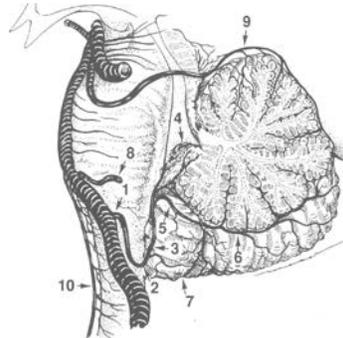


Diagrama anatómico del sistema VB: 1-Segmento bulbar anterior de la PICA, 2-Segmento bulbar lateral de la PICA, 3-Segmento bulbar posterior de la PICA, 4-Ramas coroides de la PICA, 5-Segmento supratonsilar de la PICA, 6-Ramas hemisféricas y vermianas de la PICA, 7-Arterias amigdalinas de la PICA, 8-AICA, 9-Ramas vermianas superiores de la SUCA, 10-AEA.

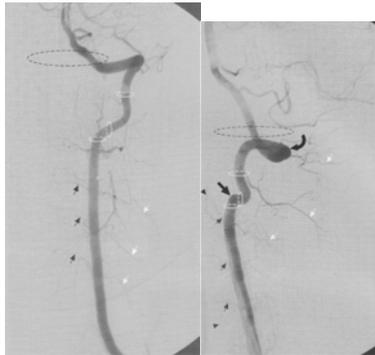
En angiografía: La evaluación del segmento proximal de las AV y de su origen puede ser difícil. En algo más de la mitad de los casos, las AV se originan desde su cara ventral, dorsal o caudal de las arterias subclavias en lugar de hacerlo de su borde superior. Como consecuencia, la región proximal de V1 suele estar superpuesta a la arteria subclavia en las angiografías del arco aórtico. La tortuosidad del segmento V1 también puede producir que la AV y la arteria subclavia se solapen en las proyecciones angiográficas estándar. Para separar las imágenes de estos vasos, pueden ser necesarias múltiples proyecciones o la realización de angiografías selectivas en la arteria subclavia, las lesiones del ostium arterial, así como las estenosis y las tortuosidades de la AV proximal pueden pasar desapercibidas si el origen de la AV no se toma adecuadamente.



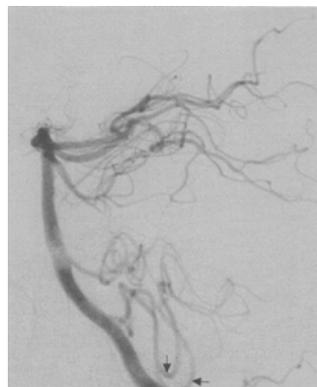
Angiografía del arco aórtico que muestra el uso de múltiples proyecciones oblicuas para determinar los orígenes de las AV.

Proyección AP: El segmento V2 sigue típicamente un curso cefálico relativamente recto atravesando los agujeros transversos C3-C6. A lo largo de su curso, da lugar a ramas segmentarias para la musculatura cervical y la médula espinal. El trayecto de la AV a través de C2 y C1 tiene la apariencia de medio cuadrado. Cuando la AV alcanza la apófisis transversa de C2, gira lentamente y forma el primer ángulo o margen inferior del medio cuadrado. Al girar hacia arriba a través del agujero del atlas forma el segundo ángulo y el margen lateral, al girar medialmente 90 grados, quedan formados el tercer ángulo y el margen superior. El segmento V3 se dirige ligeramente hacia arriba para pasar a través del agujero magno.

Proyección lateral: En las proyecciones laterales de las angiografías cerebrales, el segmento V2 asciende hasta alcanzar C2. Su curva lateral a través de esta vértebra queda solapada por el segmento distal de V2, una leve angulación posterior suele demarcar su curso a través del agujero transverso de C2. Desde C2 la AV gira bruscamente hacia arriba para atravesar el agujero transverso de C1. En su salida de C1, el segmento V3 se incurva hacia atrás, pasando posterolateralmente y alrededor de la articulación atlanto-occipital. La AV sigue entonces hacia atrás en un surco horizontal a lo largo del arco posterior de C1. Cerca del límite posterior del arco del atlas, la AV gira bruscamente hacia arriba y hacia delante, formando una imagen en horquilla. La arteria se aproxima a la línea media y entra en el cráneo por el agujero magno. La PICA sigue un curso característico que se aprecia generalmente mejor en las proyecciones laterales de las angiografías vertebrales. Los bucles caudal y cefálico quedan particularmente bien delineados en esta proyección, así como las arterias espinal anterior y meníngea posterior.



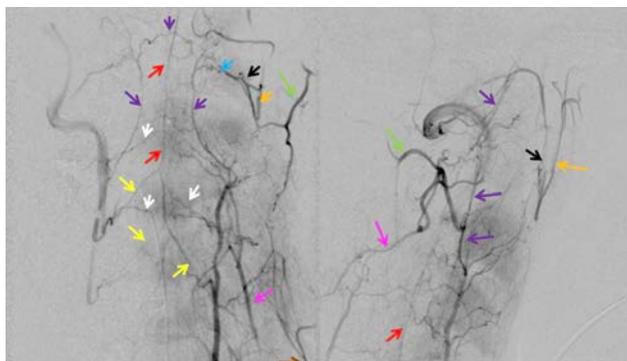
Angiografía AV izq: segmentos V2 (foraminal) y V3 (extraespinal). Proyección AP y lateral. Dos círculos blancos inferiores-canal de C2. Ramas espinales segmentarias- Flechas negras. Agujero magno-círculo discontinuo negro. Ramas musculares-flechas blancas. Agujero transverso de C1-círculo blanco superior.



Angiografía AV der lateral: PICA bilateral opacificadas y tienen orígenes normales, sus bucles caudales (flechas) se extienden debajo del agujero magno, es una variante normal y no sugiere herniación amigdalina.

### ANASTOMOSIS VERTEBROCERVICALES:

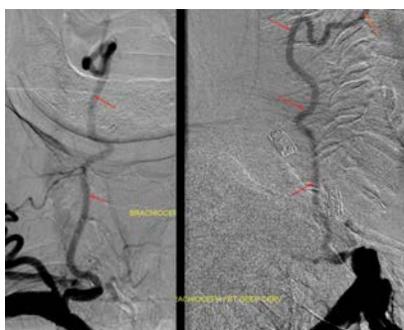
Puede haber anastomosis vertebrales extensas con la arteria cervical ascendente, cervical profunda, faríngea ascendente. Los canales anastomóticos están formados por arterias segmentarias transversales en cada uno de los niveles cervicales. La arteria anastomótica varía según el nivel, para C1 y C2 suele ser occipital, C3-C4-C5 suele ser cervical profunda y C5-C7 cervical ascendente. C3 es el nivel de la arcada odontoidea que conecta ambas vertebrales y por tanto representa una anastomosis vertebro-vertebral por debajo de la unión vertebrobasilar. C3 y superiores también son niveles de posible colateralización faríngea ascendente. (21, 27)



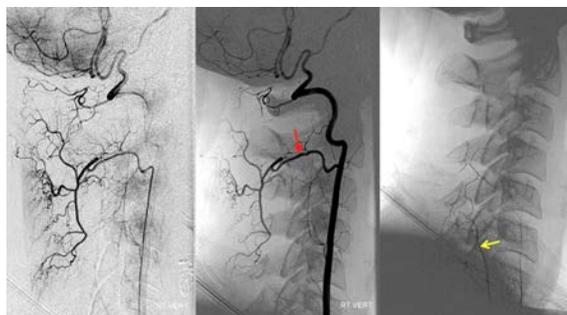
**\*Vertebral hipoplásica.** Rojo- arteria espinal anterior, blanco- radiculomedular, amarillo- arcada epidural, morado- arcada odontoidea, azul- rama muscular de la faríngea ascendente, negro-tronco neuromeningeo, faríngea ascendente, naranja- tronco faríngeo, faríngea ascendente, verde-occipital, rosa-cervical profundo, marrón-cervical ascendente.



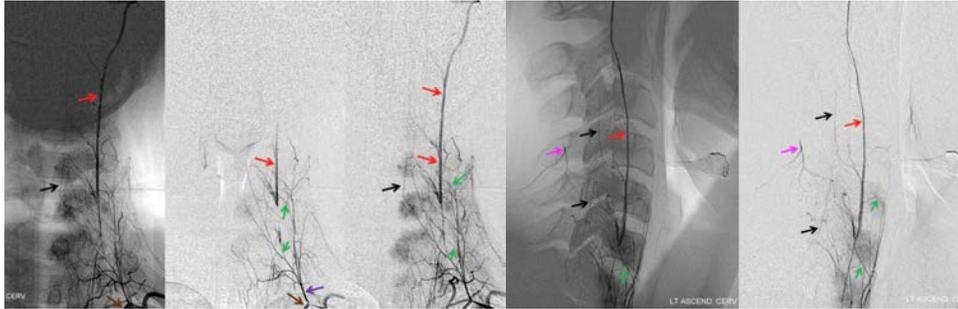
\*Vertebral derecha ocluida (puntas de flecha blancas), **redes de arcadas epidurales dorsal y ventral** (flechas blancas y negras).



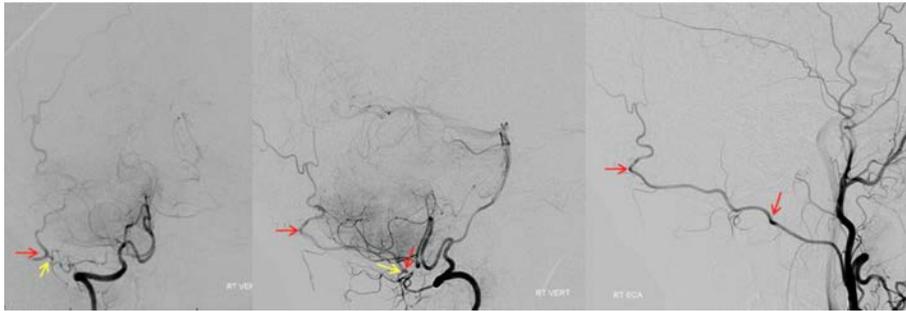
\*AP parece una vertical tortuosa, vista lateral **anastomosis con la occipital**.



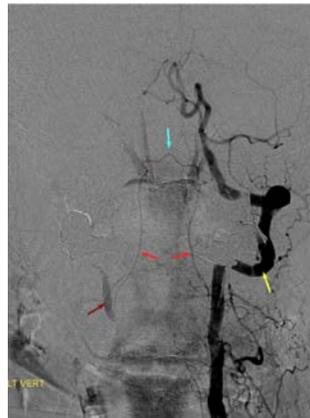
**\*Secuestro vertebral del territorio cervical profundo:** Control eje vertebral, los elementos musculocutáneos son irrigados por el segmento C3 (rojo). Arteria cervical profunda hipoplásica (amarilla).



**\*Anastomosis vertebral con la arteria cervical ascendente:** Arteria cervical ascendente (púrpura), anastomosis segmentaria (verde) a nivel de C6-C7 con la arteria vertebral (rojo), arteria espinal anterior (negra) que se opacifica a través de la vertebral, opacificación transitoria de las cervicales profundas (rosa).



**Anastomosis occipitovertebral:** Arteria occipital (roja) se visualiza a nivel de C1 de la vertebral (amarilla).



**Anastomosis entre las dos arterias vertebrales a través de la arteria de la arcada odontoidea** que surge del segmento C3. Caso de oclusión de la vertebral del ostium vertebral derecho.

### **ARTERIA BASILAR:**

Embriología:

5DSG: Las dos arterias neurales longitudinales primitivas que se encuentran en ambos lados del rombencéfalo en desarrollo se van acercando lentamente hasta que se fusionan en la línea media. La AB definitiva es pues el resultado de la fusión craneocaudal de las dos arterias longitudinales dorsales. Este hecho ocurre típicamente entre la altura de las arterias trigeminal e hipoglosa. El límite caudal de la arteria basal definitiva es plexiforme un considerable periodo de tiempo, probablemente como consecuencia de la presencia de fenestraciones en esa localización.

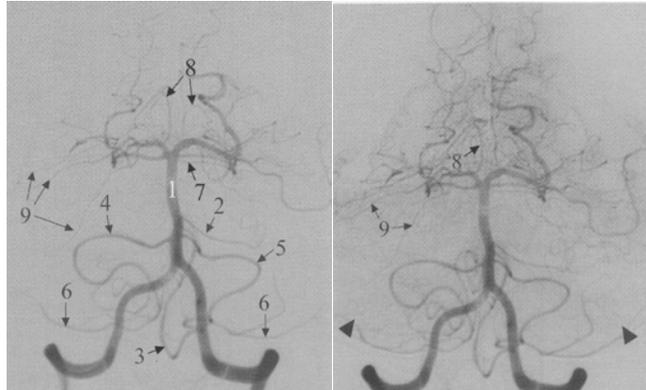
6SDG: Durante las etapas tempranas del desarrollo fetal, la ACI aporta el flujo sanguíneo para las circulaciones anterior y posterior. Las comunicaciones embrionarias que interconectan las dos circulaciones regresan gradualmente al formarse la AB. Pueden persistir como arterias comunicantes posteriores. El sistema vertebrobasilar en desarrollo asume entonces el flujo dominante hacia la fosa posterior.

4-5 mes: El cerebelo se desarrolla relativamente tarde en la vida embrionaria comparado con los hemisferios cerebrales. Las arterias cerebelosas superiores serán las primeras en aparecer, seguidas por las arterias cerebelosas anteroinferiores, Las arterias cerebelosas posteroinferiores son las últimas en desarrollarse. La gran variabilidad de estos vasos esta relacionada con la persistencia relativamente tardía del plexo vascular primordial en la región cerebral posterior.

Anatomía macroscópica normal:

Se origina en la unión pontomedular, viaja anterior al puente y termina cerca de la unión ponto-mesencefálica, mide en promedio 32mm de longitud y viaja en la línea media o al menos medial a los márgenes laterales del clivus en el 98% de los casos, el curso es recto en 45% de los casos, curvo en 35% y tortuoso en 20%, diámetro de 4.1mm en adultos, excepto por un ensanchamiento en la bifurcación basilar que le da un aspecto de cobra en el 16% de los casos. Se forma por fusión del sistema neural longitudinal, se considera es una continuación de la arteria espinal anterior y sus ramas y perforantes nombradas como homólogas de las arterias coronarias y sulco-comisurales. En angiografía la bifurcación de la AB y los segmentos horizontales P1 son mejor identificados en las angiografías vertebrales en proyección submentovértex con mucho Towne, cuando existe un origen fetal de la ACP, esta no consigue visualizarse tras la inyección de contraste en el sistema VB para confirmar esta frecuente variación se realiza una inyección de contraste de la ACI homolateral. (El 92% de los casos la bifurcación terminal de la AB esta localizada en la cisterna interpeduncular adyacente al dorso selar o bien en la cisterna supraselar por debajo del nivel del suelo del 3er ventrículo)

Relaciones: ocupa la hendidura media poco profunda en la protuberancia, es anterior a la protuberancia y posterior al clivus, cursa hacia arriba en la cisterna prepontina, se encuentra entre los nervios abducens (VI NC) a la altura de la protuberancia inferior y entre los N. oculomotores (NC III) a la altura de la protuberancia superior. Se divide en las dos ACP en la fosa interpeduncular o en la mitad

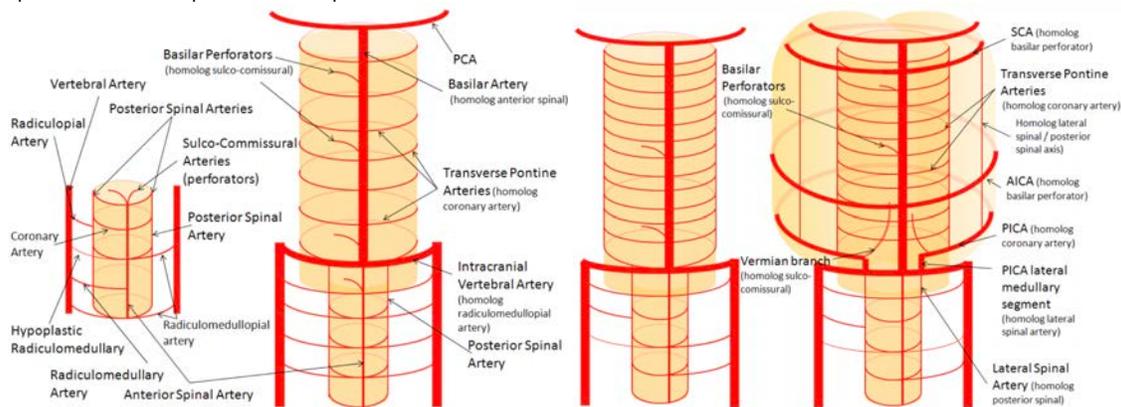


Eje vertebral izquierdo: fase arterial temprana y ligeramente tardía AP- (puntas de flecha-teñido vascular de los hemisferios cerebelosos). 1-AB, 2-AICA izq, 3-Bucle caudal de la PICA extendiéndose por debajo del agujero magno, 4-Tronco derecho AICA-PICA, 5-PICA izquierda, 6-Ramas hemisféricas de la PICA, 7-SUCA, 8-Ramas vermianas superiores de la SUCA, 9-Ramas hemisféricas de la SUCA (configuración en escalera).

## RAMAS:

### Arteria cerebelosa anteroinferior (AICA):

A diferencia de la PICA que puede conceptualizarse como una arteria cervical dentro de la fosa posterior por expansión de las necesidades del cerebelo, la AICA es una verdadera arteria cerebelosa y del tallo cerebral, se desarrolla como una rama del sistema neural longitudinal (basilar) del cual surgen los vasos transversales que tienen el potencial de convertirse en SUCA y AICA al capturar el territorio cortical del cerebelo en desarrollo. El dominio de AICA produce la conocida variante AICA-PICA. Se podría considerar que la arteria basilar es una continuación de la arteria espinal anterior y sus ramas perforantes nombradas como homólogas de las arterias coronarias y sulco-comisurales. Las arterias pontinas transversales que se encuentran entre SUCA y AICA corresponden a un infarto pontino ventral que ocasiona el síndrome de enclaustramiento.



(Son las más pequeñas de las tres arterias cerebelosas, cada AICA nace como un vaso único (72%), doble (26%), o triple (2%) desde la AB proximal. Las AICA cursan hacia abajo, hacia atrás y lateralmente cruzando la protuberancia. En el ángulo de la cisterna pontocerebelosa, cada AICA queda ventral y medial a los NC VII y VIII homolaterales. En dos tercios de los casos, la AICA hace un bucle en el CAI o se proyecta en el propio conducto, por ello los bucles y las elongaciones de la AICA se consideran normales. La AICA es el origen más frecuente de las arterias laberínticas (auditivas internas). La AICA termina avanzando sobre el cerebelo para vascularizar la superficie petrosa- anterolateral del mismo. Esta arteria también puede aportar algunas ramas perforantes que vascularizan las regiones inferolaterales de la protuberancia y el bulbo superior. La AICA tiene un tamaño variable, que esta en relación recíproca con la PICA, pudiendo tener incluso un origen común. Las ramas hemisféricas cerebelosas de estos vasos presentan numerosas anastomosis).

Surge de la arteria basilar, segmento medio a inferior, en un promedio de 9.6mm distal a la unión vertebrobasilar, viaja en una dirección posterior e inferolateral a través de la protuberancia hacia el ángulo pontocerebeloso, termina pasando sobre y enviando ramas a la superficie anterolateral del hemisferio cerebeloso, es la más pequeña de las arterias cerebelosas, tiene relaciones recíprocas y anastomosis extensas con la SUCA y la PICA, el 6to NC cruza la AICA 6-7mm distal al origen de la arteria y el vaso yace adyacente a los NC VII y VIII en el ángulo pontocerebeloso, Tiene 3 segmentos.

**Segmento premeatal:** Se extiende del origen del vaso al 7 y 8°NC.

**Segmento meatal:** Relacionado con con el canal auditivo interno.

**Segmentos postmeatales:** La AICA generalmente se divide en troncos caudal y rostral en el ángulo pontocerebeloso, después de cruzar los NC 7 y 8, el tronco rostral viaja lateralmente sobre el floculo para alcanzar el pedúnculo cerebeloso medio y la parte superior de la superficie anterolateral (petrosa) del hemisferio cerebeloso. El tronco caudal irriga la parte inferior de la superficie anterolateral.

#### Ramas de la AICA:

**Perforantes:** el tallo recibe pequeñas ramas perforantes del segmento premeatal y perforantes recurrentes del segmento meatal.

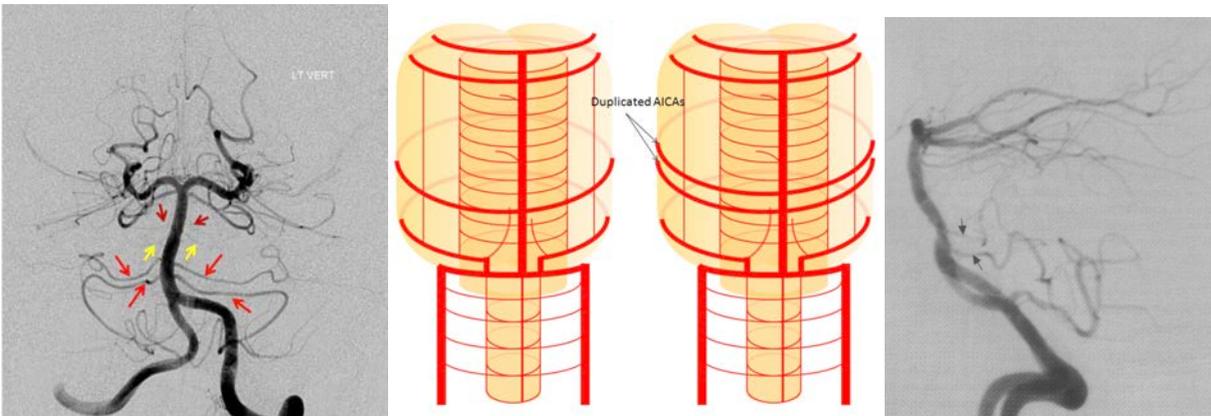
**Arteria auditiva interna (arteria laberíntica):** surge de la AICA en 45% de los casos, puede surgir del segmento meatal o premeatal, viaja con el NC 7-8 dentro del meato auditivo interno y se distribuye al oído interno. (son unas arterias largas y delgadas que nacen directamente de la AB-16% o de la SUCA-25 o AICA-45%, acompañan a los NC VII, VIII, en el conducto auditivo interno y se distribuyen por el oído medio).

**Arteria subarcuata:** surge de la AICA medial al meato auditivo y penetra la duramadre que cubre la fosa subarcuata en la superficie posterior del hueso temporal y suministra la región de los canales semicirculares.

Ramas cerebrales corticales. (1, 2, 3, 22, 27)

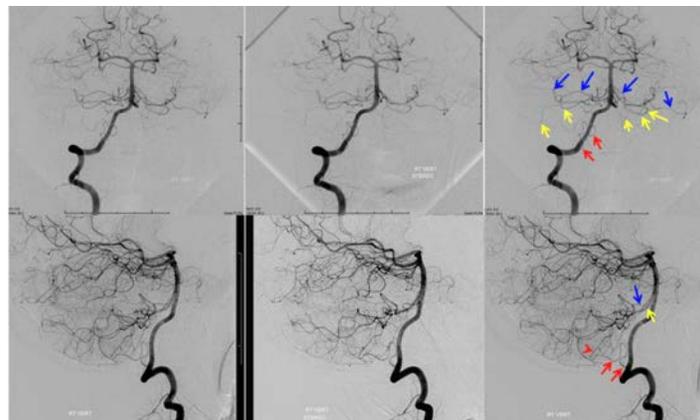
#### VARIANTES:

**Duplicación:** el origen de la arteria es única en 72%, duplicada en 26% y triplicada en 2%. Por persistencia de arterias transversales. (1, 27) Una AICA accesoria puede suplementar o sustituir parte de la distribución normal de la AICA, un hecho que se identifica en el 20% de las disecciones anatómicas.

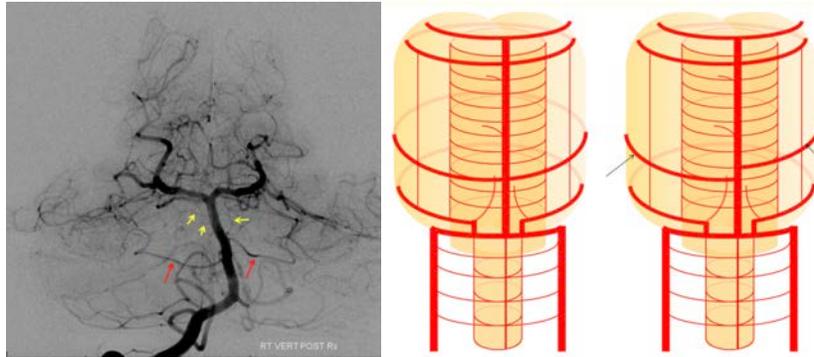


**\*Duplicación AICA bilateral** (flechas rojas), posición baja de las AICA, arterias transversales pontinas (flechas amarillas y marrones), las perforantes (amarillas) están ubicadas en una posición donde se podría esperar un origen de AICA clásico. (dos perforantes inferiores se convirtieron en la AICA, por lo que las perforantes más superiores son ligeramente más grandes de lo habitual debido a la necesidad hemodinámica, capturando también territorio de PICA). A mayor distancia, más y más grandes tienden a ser los perforantes.

AV izq lat- mostrando dos AICA (flechas) su configuración en esta proyección recuerda la letra M.



**\*AICA bilaterales duplicados**, los superiores (azules) irrigan los hemisferios cerebelosos anterolaterales, mientras que los inferiores (amarillos) tienen un territorio más medial, PICA derecha de origen C1 relativamente pequeño (rojo) se limita al territorio vermiano medular inferior. La AICA inferior izquierda se curva medialmente para equilibrar el territorio vermiano de PICA de origen C1 derecho.



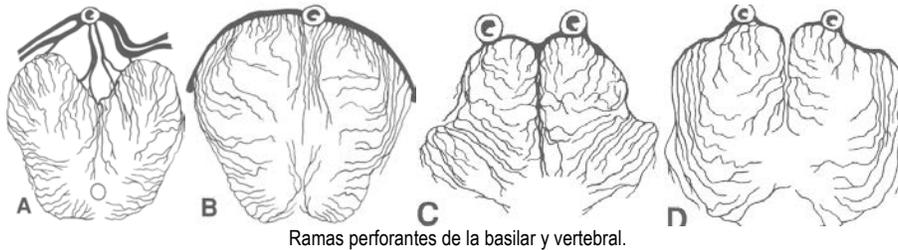
\**Diferentes posiciones de los orígenes de ACI* (flecha roja), perforantes (flecha amarilla) dos derecha (probablemente por la distancia AICA-SUCA), una izquierda.  
**Origen anómalo: Origen de la AICA de la ACI.**

**Arterias perforantes de la basilar:** Promedio de 17 perforantes surgen de la basilar, desde su origen a la SUCA. Además en promedio surgen otros 2.5 perforantes horizontales pequeños del tallo cerebral surgen de la superficie posterior de la arteria basilar distal al origen de SUCA. Suministran la sustancia perforada posterior y tallo como los tractos corticoespinales y corticobulbares, núcleo pontino, lemnisco, fascículo y núcleos motores del mesencéfalo y puente.

**Ramas:**

**Perforantes mediales y paramediales:** longitud promedio de 5.8mm de longitud, penetran en el puente y el surco basilar. (Surgen en ángulo recto en el margen posterior de la AB, cursan directamente hacia atrás, penetrando en la protuberancia y extendiéndose hacia el suelo del 4V).

**Perforantes circunflejas:** promedio de 16mm de longitud, viajan alrededor del tallo antes de penetrar. (Nacen en la superficie posterolateral de la AB y rodean los márgenes anteriores y laterales del tronco del encéfalo, a lo largo de su curso, estos vasos dan lugar a muchas pequeñas ramas perforantes que penetran en la protuberancia en ángulo recto desde sus vasos de origen).



Ramas perforantes de la basilar y vertebral.

**Arteria cerebelosa superior:** Es la arteria cerebelosa más constante, surge de la arteria basilar inmediatamente anterior a la bifurcación basilar. Viaja posterolateralmente alrededor del tallo, inferior al 3-4 NC y superior al 5NC, entra en contacto con el 5NC en el 50% de los casos, a una distancia promedio de 18.5mm del origen la SUCA se bifurca en un tronco rostral y un tronco caudal. El tronco rostral continúa alrededor del tallo y emite perforantes directas y circunferenciales, envía ramas a los colículos inferiores y suministra la superficie superior del vermis y el aspecto paramediano de hemisferio cerebeloso. El tronco caudal irriga la superficie lateral superior del hemisferio cerebeloso, el pedúnculo cerebeloso superior y parte del pedúnculo cerebeloso medial.

Se divide en cuatro segmentos:

**Segmento pontomesencefálico anterior-** o segmento pontino anterior se extiende del origen de la SUCA al margen anterolateral del tallo.

**Segmento pontomesencefálico lateral-** o segmento ambiens, se extiende del margen anterolateral del tallo al margen anterior del surco cerebelomesencefálico, este segmento es paralelo a la ACP y la vena basal de Rosenthal, el 4NC cruza la porción media de este segmento.

**Segmento cerebelomesencefálico-** o segmento cuadrigeminal, viaja dentro de un surco entre el cerebelo, mesencéfalo y pedúnculos cerebelosos superiores.

**Segmentos corticales:** Incluyen ramas al vermis y superficie cortical del hemisferio cerebeloso superior.

**RAMAS:**

**Perforantes:** un promedio de dos perforantes surgen del tronco principal de SUCA, 5 del tronco rostral y 2 del tronco caudal, perforantes directas de SUCA son menos comunes que las perforantes circunflejas.

**Arterias precerebelosas:** Surgen de las ramas hemisféricas (promedio 4), y ramas vermianas (promedio 2) e irrigan los núcleos cerebelosos profundos, el colículo inferior y el velo medular superior.

**Arterias corticales:** ramas hemisféricas, ramas vermianas, arterias marginales.

**Arteria auditiva interna:** es más frecuente rama de la AICA, de la SUCA 25% de los casos.

**VARIANTES:**

**Duplicación:** duplicación en 8-14% de los hemisferios, en estos casos los vasos duplicados corresponden a los troncos caudal y rostral. Triple 2%.

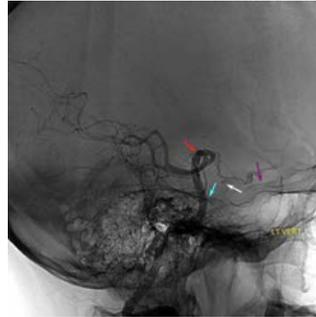
**Ausencia:** Raro.

**Puede surgir de la ACI cavernosa una variante de la arteria trigeminal persistente.**

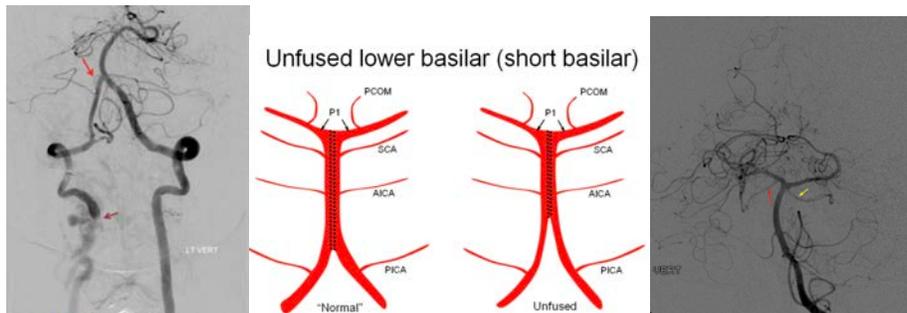
**Arteria auditiva interna:** Este vaso es más a menudo rama de la AICA pero surge directamente de la arteria basilar en el 16% de los casos.

#### VARIANTES DE LA BASILAR:

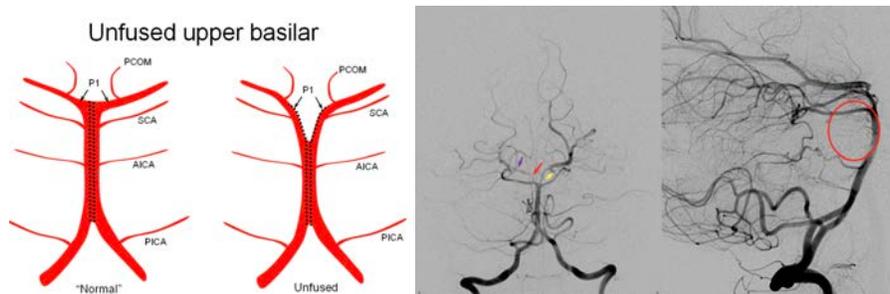
**Unión vertebrobasilar alta:** punta de la basilar (roja), clinoides posterior (blanco), ápice petroso (azul). (27)



**Basilar corta-** unión VB en algún lugar alrededor de la protuberancia media (unión pontomedular), se produce por falta de fusión de los segmentos caudal y rostral. Se ve a menudo una SUCA en el tercio superior de la basilar o del segmento P1

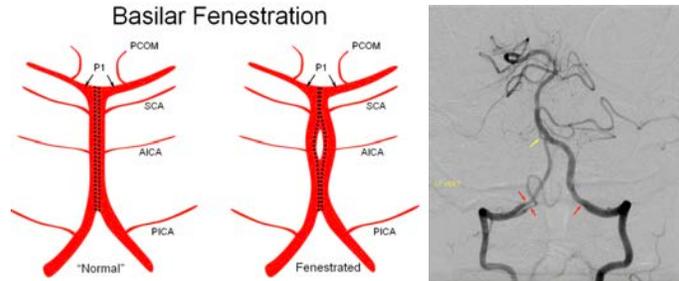


**Falta de fusión de la punta basilar:** la parte superior de la basilar se divide en dos, la SUCA uni o bilateral se originan del segmento P1. P1 derecho (rojo), con origen en SUCA, AcoP izquierdo dominante (amarilla). Abundantes perforantes pontinas (dentro del óvalo) en el contexto de la dominancia bilateral de PICA, cuanto más pequeñas sean las AICA más perforantes serán. Secundario a falta de fusión de las arterias neurales longitudinales primitivas plexiformes.

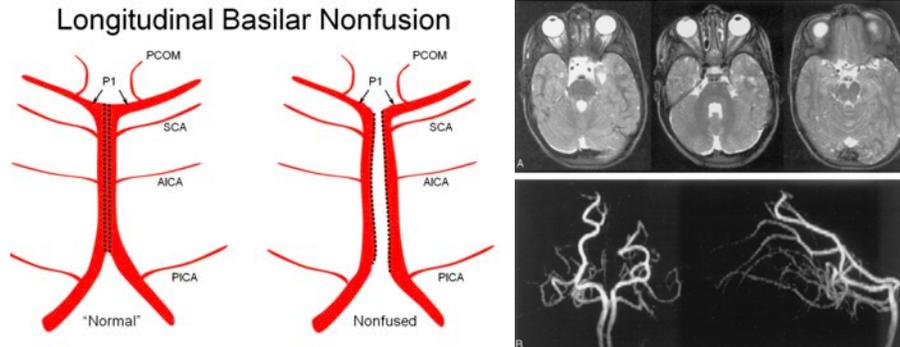


**La fenestración** se encuentra en el 1.33% de las disecciones y en 0.12% de las angiografías. De importancia clínica cuando es corta como para provocar una disección. Secundario a falta de fusión de las arterias neurales longitudinales primitivas plexiformes.

La fenestración o la duplicación es una anomalía rara congénita, se muestra una prevalencia de aneurismas asociados en el 7%.



**Basilar no fusionada.** <sup>(11)</sup>



La hipoplasia segmentaria de uno o más de los componentes vertebrobasilares no es rara. Si existe un origen fetal de la ACP, este vaso no se opacificará cuando se estudie la circulación posterior, si ambas ACP se abastecen de la circulación anterior, la AB parece terminar bifurcándose en las SUCA.

Las ramas cerebelosas pueden nacer en vasos distintos a la AB. Los orígenes anómalos de las arterias cerebelosas publicados incluyen el origen de las AICA en la AV o en la ACI cavernosa. También se han comunicado el origen de la SUCA en la ACI o en la ACP.

La patología que ha sido comunicada con más frecuencia en asociación con anomalías de la AB es el aneurisma de la región distal a la fenestración.

#### Territorio vascular:

**TRONCO DEL ENCÉFALO-** existen variaciones significativas en la extensión de la vascularización por arterias perforantes del bulbo, la protuberancia y el tegmento mesencefálico. Los segmentos V4 de las AV y sus ramas vascularizan la región lateral del bulbo, y las ramas perforantes de la AB vascularizan su región central. La protuberancia recibe el aporte sanguíneo desde las arterias perforantes paramedianas y circunferenciales de la AB. La región superior de la protuberancia también está perfundida por pequeñas ramas de la SUCA. En su patrón más típico, el tegmento está vascularizado principalmente por ramas de la ACP y las ACS pero también contribuyen las arterias perforantes medias y laterales que surgen directamente de la AB.

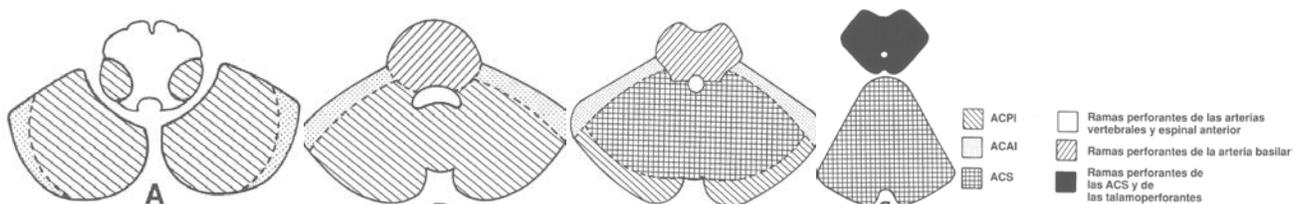
**HEMISFERIOS CEREBELOSOS Y VERMIS:** En el cerebelo se diferencian tres superficies: tentorial o superior (que se relacionan con la tienda del cerebelo), petrosa (que se relaciona por delante con el peñasco del temporal) y la occipital o posterior (que se relaciona con la escama del occipital). En general la ACS vasculariza la superficie tentorial del cerebelo y el vermis superior. La PICA vasculariza las superficies inferior y posterior del cerebelo y el vermis inferior. La PICA tiene el área de vascularización más pequeña: la superficie petrosa.

#### Anastomosis:

Existen numerosas anastomosis entre las ramas musculares que surgen de la AV extracraneal y las correspondientes ramas de las arterias occipitales y faríngeas ascendentes. Estas anastomosis intersegmentarias pueden proporcionar una fuente importante de flujo colateral en la enfermedad vascular oclusiva. La PICA se anastomosa con la SUCA y la PICA sobre los hemisferios cerebelosos y el vermis. La región central del vermis y de los hemisferios representan un área limítrofe con contribuciones variables desde los tres vasos.

#### Patrones de flujo:

Estudios recientes han demostrado que no existe una mezcla significativa de los flujos de las AV en el interior de la AB. En el 80% de los casos, la contribución vascular vertebral es homolateral, resultando en la AB dos flujos paralelos. En el restante 20% existe una rotación espiral de los flujos de las AV, lo que resulta en una mezcla variable entre ambos.

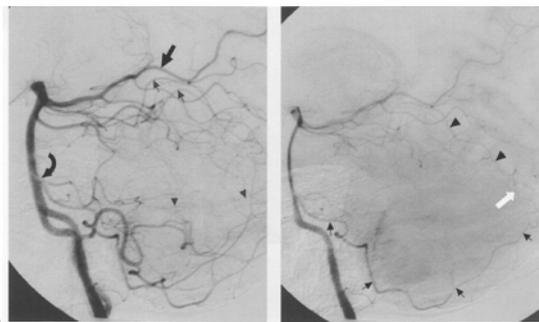


Dibujos anatómicos axiales a través de la región inferior y superior del bulbo, protuberancia y hemisferios cerebelosos, vermis superior que representan los territorios vasculares de la circulación vertebrobasilar.

**ANGIOGRAFÍA:**

AP: En la proyección AP la AB normal se encuentra en la línea media o en una posición paramediana, medial a los márgenes laterales del clivus y el dorso selar. Las AICA suelen observarse con facilidad en las proyecciones AP estándar y de Towne de las angiografías vertebrales. Las AICA nacen de las AB proximal y cursan directamente laterales hacia las cisternas de los ángulos pontocerebelosos. Al alcanzar el conducto auditivo interno, las AICA suelen describir un bucle hacia afuera que se incurva dentro del conducto. Las SUCA proximales se estudian bien en las angiografías vertebrales AP, aunque sus ramas distales son mejor delineadas en las proyecciones laterales. Los segmentos iniciales de las SUCA son casi paralelos al curso de las ACP, de las que están separadas sólo algunos milímetros. Al extenderse alrededor y detrás del tronco del encéfalo, en las proyecciones AP Towne las SUCA aparecen aproximándose la una a la otra en las cisternas cuadrigémina. Las ramas vermianas superiores de las SUCA cursan hacia atrás sobre el culmen, siguiendo un curso relativamente recto. Las pequeñas ramas perforantes pontinas y las arterias laberínticas (auditivas internas) no suelen ser identificadas, ni siquiera en las ASD.

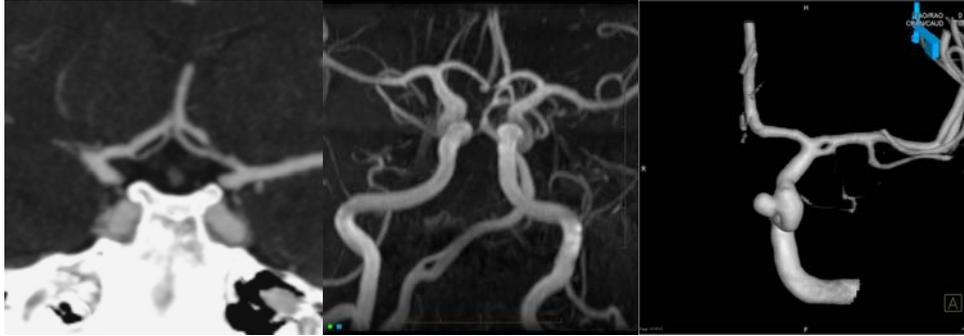
PROYECCIÓN LATERAL: En esta proyección, la AB exhibe típicamente una suave convexidad anterior, encontrándose unos milímetros por detrás del clivus. En las proyecciones laterales las AICA tienen una curva característica, única o doble, que corresponde a su bucle en el poro acústico. Esta doble curva suele recordar una N o una M. El aspecto angiográfico de las ramas distales de la AICA es muy variable. Pueden terminar cerca de la protuberancia o continuar lateralmente para vascularizar la superficie petrosa de los hemisferios cerebelosos. Si la PICA es pequeña o está ausente, la AICA puede dar lugar a una rama accesoria que vasculariza el territorio habitual de la PICA. En las proyecciones laterales de las angiografías vertebrales, las arterias vermianas superiores aparecen a la altura o unos milímetros por encima de las ACP distales. Esto sucede porque el culmen y el declive, los lóbulos más superiores del vermis, se encuentran justo bajo el vértice del tentorio. Las arterias vermianas superiores cursan entonces posteroinferiormente alrededor del vermis para anastomosarse con las ramas vermianas inferiores (generalmente de las PICA). Las ramas hemisféricas de la SUCA se ramifican sobre la superficie tentorial del cerebelo. Ocasionalmente, algunas ramas marginales prominentes de la SUCA cursan en la gran fisura horizontal del cerebelo, proporcionando una demarcación angiográfica de este importante punto de referencia anatómico.



AV der lat en fase arterial temprana (A) y tardía (B), A-En su curso por encima del culmen, las arterias vermianas superiores (flechas pequeñas) aparecen cerca de la ACP (flecha grande) en esta proyección. Se puede ver una gran AICA (flecha curva). Las puntas de flecha demarcan la gran fisura horizontal del cerebelo. B: La fase arterial tardía de la angiografía muestra una rama hemisférica prominente (flechas pequeñas) que nace de la AICA proximal y vasculariza el hemisferio cerebeloso inferior (habitualmente parte del territorio de la PICA). Nótese la zona limítrofe (flecha blanca) donde se encuentran ramas de la PICA y de la SUCA.

**Fenestración:** Se refiere a la duplicación segmentaria de las arterias intracraneales, contrasta con las duplicaciones arteriales que consisten en dos vasos distintos con orígenes separados sin convergencia, son anomalías raras que se consideran como resultado de la fusión incompleta de los vasos embriológicos primitivos. Es la división luminal del vaso en dos canales separados y paralelos que se unen distalmente, cada canal tiene distintas capas endoteliales y musculares, pueden tener un tamaño diferente y puede compartir una capa adventicia dependiendo del grado de fusión embriológica, asociada con aneurismas cerca de la parte proximal de la fenestración, secundario a defectos focales en la capa media cerca del sitio de divergencia/convergencia de canales. Es más común en circulación posterior. ACI IC (rara), ACA A1 (2%), ACA A2 (2%), ACoA (5%), ACM (<1%), ACP (rara), AB (0.6%), AV (1%).<sup>(3)</sup>

Vessel
ICA
A1 segment
Azygos anterior cerebral artery
M1 segment
P-comm artery
P1 segment
Vertebral artery
Basilar artery



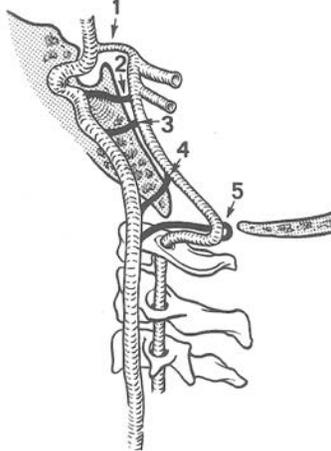
Fenestración A1 bilateral.

Fenestración de la AV

Fenestración ACM M1 + aneurisma

### Anastomosis carótido vertebrobasilares: (1, 3, 27)

Las anastomosis transitorias aparecen durante el desarrollo de la carótida y la circulación posterior. Estas anastomosis generalmente desaparecen a medida que la comunicante posterior se desarrolla y rara vez persiste hasta la edad adulta. El origen fetal de la arteria cerebral posterior es el más común, con una prevalencia de alrededor 18-22% en la población general. Tres de las cuatro arterias embrionarias se nombran según el nervio craneal al que son paralelos. Estos incluyen la trigeminal persistente, ótica, hipoglosa y proatlantal intersegmentarias. (1, 3, 27)



1. AcoP. 2. Arteria trigeminal. 3. Arteria ótica. 4. Arteria hipoglosa. 5. Arteria intersegmentaria proatlantoidea.

**Arteria trigeminal persistente:** Es la anastomosis carótido-basilar más común, observada en alrededor del 0.1-0.2 hasta el 0.6% de las angiografías. Se extiende desde la ACI cavernosa junto a la rodilla posterior (arterias carótidas fetales, puede tener un curso paraselar (gira lateral y posteriormente alrededor del dorso selar, siguiendo el n. trigémino) o intraselar (pasa directamente posterior, penetrando el dorso selar y anastomosándose con la arteria basilar en la línea media) hasta el aspecto superior de la arteria basilar (arterias neurales longitudinales dorsales embrionarias), a menudo perfora el dorso de la silla turca. El sistema vertebrobasilar proximal a la arteria basilar hacia su segmento superior puede ser hipoplásico con el suministro de la arteria trigeminal, la mayor parte del flujo a la ACP y la SUCA.

Existen 2 variantes, con una prevalencia relativa de los dos tipos casi igual, Saltzman.

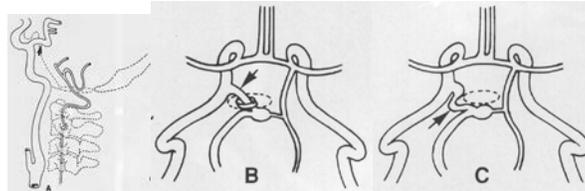
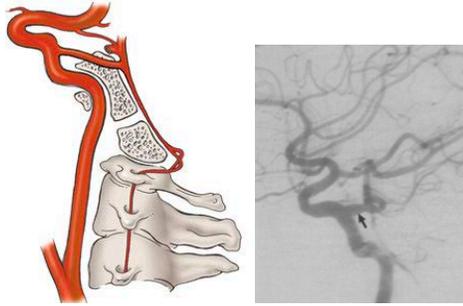
**Tipo I Saltzman-** La arteria trigeminal persistente irriga territorios de la ACP y la SUCA (irriga todo el sistema vertebrobasilar distal a la anastomosis). Las arterias comunicantes posteriores (pueden estar ausentes) y la arteria basilar proximal a la anastomosis son hipoplásicas.

**Tipo II Saltzman-** La ACP es suministrada por las arterias comunicantes posteriores, la arteria trigeminal persistente se une a la arteria basilar a nivel de SUCA. (la ATP llena las arterias cerebelosas superiores, pero las arterias cerebrales posteriores se nutren de las AcoP).

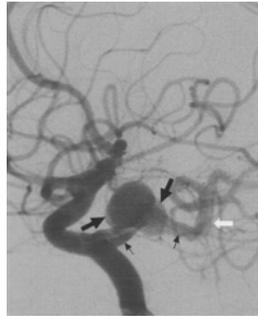
Una variante de la arteria trigeminal menos común consiste en la SUCA que surge de la ACI.

Se asocia a aneurismas intracraneales (14%).

Puede tener un componente intraselar y no debe confundirse con una masa hipofisaria.

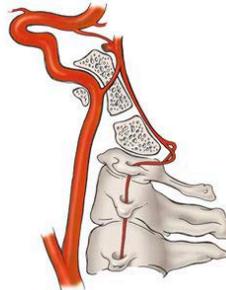


A- Configuración en tridente de la ATP (flecha) surgiendo de la ACI cavernosa. B y C- submentovértex B-intraselar. C-paraselar.

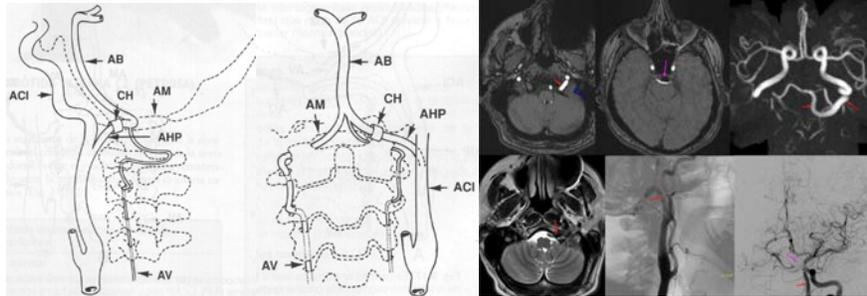


ACI lateral: ATP (flechas pequeñas) que irriga la AB distal (flecha blanca), aneurisma bilobulado del vaso anormal (flechas grandes). Se ve una pequeña AcoP.

**Arteria ótica persistente:** Anastomosis carótido-vertebrobasilar más rara. Se extiende desde la ACI petrosa al sistema basilar (arterias neurales longitudinales dorsales embrionarias) a través del conducto auditivo interno, casi nunca se identifica angiográficamente. Es la primera anastomosis en desaparecer, solo ha existido una única demostración angiográfica.



**Arteria hipoglosa persistente:** Segunda anastomosis carótido-vertebrobasilar más frecuente, vista en 0.03-0.26% de las angiografías. Se extiende de la ACI cervical a la arteria basilar (arterias neurales longitudinales dorsales embrionarias) por el canal hipoglosa aumentado de tamaño (condileo anterior). Surge de la ACI entre la bifurcación carotídea y C1-C2. La arteria comunicante posterior está usualmente ausente. La arteria vertebral ipsilateral es usualmente hipoplásica. La arteria hipoglosa es rama del tronco neuromeningeo de la arteria faríngea ascendente. <sup>(1)</sup>

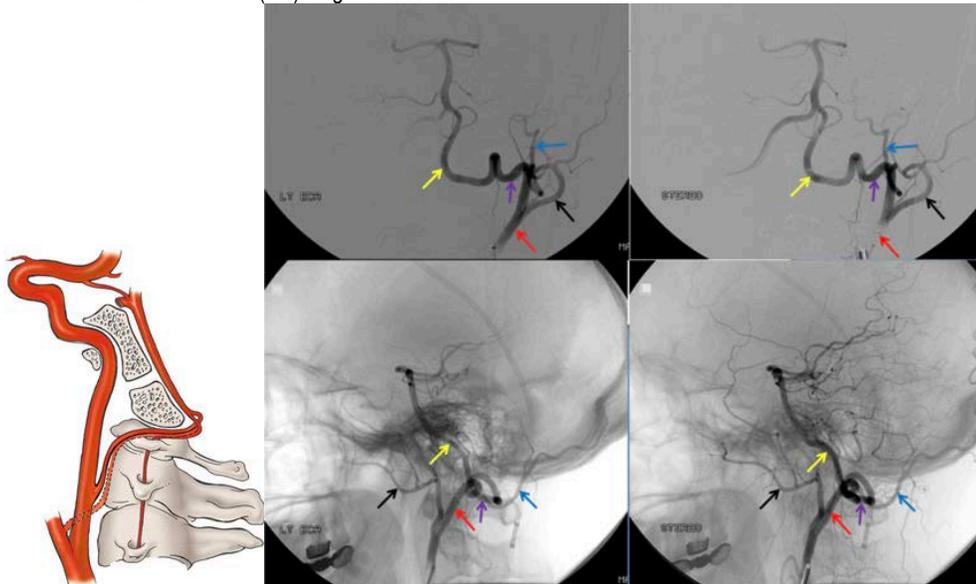


\*Arteria hipoglósica persistente (AHP) (roja), seno sigmoideo (azul), coils en aneurisma del tope de la basilar (rosa).

**Arteria proatlantal intersegmentaria:** Se extiende de la ACI cervical o ACE al sistema vertebrobasilar vía el foramen magno. Extremadamente rara. Asociada con aplasia o hipoplasia de las arterias vertebrales en 50% de los casos. Última en desaparecer. Es de hecho la arteria occipital. Tipo 1 (55%), tipo 2 (40%).

**Tipo 1:** Surge de la ACI a nivel de C2-C3, tiene un curso horizontal por encima del atlas y da lugar a la arteria vertebral ipsilateral. Más común que el tipo II. Corresponde a la primera arteria intersegmentaria, asociada con el primer nervio cervical, es el último en desaparecer por que suministra la circulación hasta que la AV esta completamente desarrollada, si desaparece el remanente proximal de esta arteria se convierte en la arteria occipital con la anastomosis C1 occipitovertebral. Conocida también como arteria intersegmentaria proatlantal.

**Tipo 2:** Surge de la ACE y une la arteria vertebral a nivel de C1-C2, pasa el foramen transverso del atlas y se anastomosa con la AV contralateral segmento V3 para formar la AB ventral a la médula, puede tener un origen común con la arteria occipital. Corresponde a la segunda arteria intersegmentaria. Acompaña al segundo nervio cervical. Raramente (5%) surge de la ACC.



\*Arteria proatlantal intersegmentaria. Tipo 1 (sólido). Tipo 2 (Línea discontinua).

\*Arteria proatlantal intersegmentaria Tipo 1: AP y lateral de la ACE izquierda opacificando el sistema vertebrobasilar (amarillo) a través de la conexión de la arteria segmentaria C1 (púrpura) a la arteria occipital proximal (es la proatlantal- rojo), arteria occipital distal a la anastomosis (azul), AMI (negra).

## 2) PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El terapeuta endovascular se encuentra obligado a poseer un conocimiento extenso y detallado de la anatomía vascular. Los diversos métodos de imagen disponibles, enfatizando a la angiografía diagnóstica, han contribuido en forma sustancial al entendimiento tanto de la anatomía como de la patología vascular. En este caso se propone su estudio mediante angiografía diagnóstica, método que sigue siendo considerado de máxima fiabilidad, sin embargo, las capacidades de incluso el angiógrafo más avanzado, se van a encontrar limitadas sin una minuciosa y precisa comprensión de las estructuras observadas, por lo que es crucial el entendimiento en primer término de la anatomía normal, anastomosis, anomalías y variantes anatómicas. Teniendo estas bases, es en cierta forma más sencillo realizar la rápida detección de patologías, desarrollar la planeación de un procedimiento terapéutico, advirtiendo los probables riesgos con una detección precipitada de las complicaciones durante el procedimiento, teniendo como resultado un marcado beneficio para el paciente, manifestándose en las altas tasas de éxito en los procedimientos intervencionistas realizados, con una importante reducción de la morbilidad, lo cual ha expandido el rango de patologías tratadas mediante abordaje endovascular.

### **Pregunta de investigación.**

¿Cuál será la incidencia de anastomosis, anomalías y variantes anatómicas de la circulación anterior y posterior en las angiografías diagnósticas realizadas en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Manuel Velasco Suárez” durante el periodo comprendido del 1 marzo 2019 al 31 de enero del 2020?

### **3) OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo primario:**

Mostrar la incidencia de anastomosis, anomalías y variantes anatómicas de la circulación anterior y posterior en las angiografías diagnósticas realizadas en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Manuel Velasco Suárez” en el periodo comprendido del 1 marzo 2019 al 31 de enero del 2020.

#### **3.2 Objetivo secundario:**

Registrar la existencia de patología vascular concomitante en los casos donde se observaron anastomosis, anomalías y variantes anatómicas de la circulación anterior y posterior.

#### 4) JUSTIFICACIÓN

Se facilita encontrar y entender lo que se encuentra, cuando se sabe, se reconoce y se tiene claro lo que se busca. “Quien no sabe lo que busca no entiende lo que encuentra”.

El Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, es considerado un importante centro de referencia para pacientes con patología vascular cerebral, misma que se presenta con una alta frecuencia y significativa morbimortalidad. Por lo que se exige que, el especialista en Terapia Endovascular se encuentre familiarizado con el desarrollo embriológico. Así como también, posea un dominio profundo del conocimiento de la anatomía neurovascular, abarcando dentro de esto, las múltiples y complejas variantes anatómicas, anomalías y anastomosis de la circulación intracraneal y extracraneal, obteniendo así un mayor beneficio diagnóstico, terapéutico y pronóstico, evitando por desconocimiento complicaciones, obteniendo la excelencia en la atención del paciente. Se recalca que, la presencia de las diferentes variantes anatómicas es relevante en múltiples circunstancias clínicas; pudiendo ser responsables de síntomas neurológicos “inesperados” por no tener una distribución clásica de los vasos, indicando una falta de maduración y por tanto una vulnerabilidad para la instauración de ciertas patologías.

Pretende ser una base para el estudio epidemiológico de las anastomosis, anomalías y variantes anatómicas arteriales de la circulación anterior y posterior intracraneal, examinando detenidamente los estudios angiográficos realizados. De utilidad para la probable realización de proyectos posteriores, así como ser un marco para la enseñanza y aprendizaje de la anatomía angiográfica cerebral tanto como un reto personal como para el resto del personal en adiestramiento.

## 5) MATERIAL Y MÉTODOS

- a) **Diseño:** Tipo de estudio observacional, cuantitativo, retrospectivo, diseño de tipo transversal descriptivo.
- b) **Población y muestra:** Pacientes del Instituto Nacional de Neurología a los cuales se les haya realizado estudio de angiografía cerebral que cumplan con los criterios de selección asignados.
- c) **Criterios de selección del estudio:** Pacientes mayores de 18 años con expediente institucional remitidos al servicio de Terapia Endovascular Neurológica por cualquier diagnóstico para la realización de estudios de angiografía cerebral diagnóstica valorables que cumplan con altos estándares de calidad de los ejes carotídeo y vertebrobasilar intracraneal de forma bilateral en al menos proyección AP Towne y lateral, archivados en el Sistema de Almacenamiento Transmisión de Imágenes (PACS) o almacenados en formato de CD-R (Compact Disc Recordable).
- d) **Variables:** Género, edad, calidad del estudio angiográfico, diferentes anastomosis, anomalías y variantes anatómicas de la circulación anterior y posterior (Eje carotídeo y vertebrobasilar). Hallazgos vasculares concomitantes agregados.
- e) **Análisis Estadístico:** Una vez recolectada la información se procedió a construir una base de datos en el paquete estadístico SPSS 22.0, las variables cualitativas se describieron usando distribuciones de frecuencia y porcentajes, mientras que las variables cuantitativas se describieron con medidas de tendencia central y de dispersión, los resultados se presentan en tablas y gráficos de barras y/o sectores.
- f) **Técnicas y procedimientos:** Antes del inicio del estudio se sometió a autorización del protocolo de investigación por el Comité de Investigación del Departamento de Investigación Clínica del INNN, posteriormente se obtendrá el registro de angiografías diagnósticas realizadas en el Instituto Nacional de Neurología “Manuel Velasco Suárez” en los angiografos biplanar Artis y monoplanar Zeego (Siemens) durante el periodo comprendido del 1ero de marzo 2019 al 31 de enero del 2020, utilizando los censos del servicio de Terapia Endovascular Neurológica e ingresando a los pacientes que cumplen con los criterios de selección durante el periodo estipulado. Se obtendrán y evaluarán los estudios de angiografía diagnóstica en la estación de trabajo del servicio de Terapia Endovascular, ya sea, que fueron archivados en el Sistema de Almacenamiento Transmisión de Imágenes (PACS) o almacenados en formato de CD-R (Compact Disc Recordable). Registrando en cada caso la existencia de anastomosis, anomalías y variantes anatómicas de la circulación anterior y posterior (Eje carotídeo y vertebrobasilar), así como la existencia de patología vascular concomitante. Los resultados obtenidos se anotaron en la cédula de recolección de datos para posteriormente ser tabulados en el programa Excel y ser ingresados en el programa estadístico SPSS 22.0 para procesarlos y analizarlos según su método estadístico correspondiente.

## 5.1 DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Unidad de medición	Tipo de Variable	Análisis Estadístico
Género	Condición orgánica que distingue al hombre de la mujer.	Hombre/mujer	1: Hombre 2: Mujer	Cualitativa	Distribución de frecuencias y porcentajes.
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento.	Años	1: <30 años 2: 31-60 años 3: 61 años en adelante.	Cuantitativa	Medidas de tendencia central y dispersión.
Calidad de estudio			1: Bueno 2: Malo con exclusión		
Variantes anatómicas			1: Única 2: Múltiples		
Hallazgos vasculares concomitantes			1: Aneurismas 2: EVC isquémico 3: MAV 4: FAV 5: Otras		
Anastomosis carótido-basilares			Arteria trigeminal persistente----- ( ) C4 (A) Arteria ótica persistente----- ( ) C2 (A) Arteria hipoglosa persistente----- ( ) C1 (A) Arteria intersegmentaria proatlantoidea----- ( ) C1 (A)		
Polígono de Willis			Segmento A1 hipoplásico (V)-Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( ) Segmento A1 ausente (V)---Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( ) ACoA plexiforme (V)----- ( ) Duplicación de la ACoA (V)----- ( ) ACoA fenestrada (V)----- ( ) Ausencia de ACoA (V)----- ( ) Hipoplasia de ACoA (V)----- ( ) Hipoplasia de la ACoP (V)---Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( ) Ausencia de la ACoP (V)---Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( ) ACoP infundibular (V)---Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( ) Origen fetal de la ACP (V)---Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( ) Ausencia de P1 (V)---Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( ) Hipoplasia de P1 (V)---Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( ) Origen infraóptico de la ACA (A)-Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( ) Fenestración de la ACA (A)---Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( ) ACA áxicigos (A)---Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( )		
ACI			<b>C1:</b> Bifurcación C1-T2 no C4 (V) (Der/ Izq/ Bilateral)----- AC no bifurcada (A) (Der/ Izq/ Bilateral) ACI medial (V) (Der/ Izq/ Bilateral) ACI Tortuosa (Tipo I) (V) (Der/ Izq/ Bilateral) ACI bucle (Tipo II) (V) (Der/ Izq/ Bilateral) ACI kinking (Tipo III) (V) (Der/ Izq/ Bilateral) Origen anómalo de la ACI (A) (Der/ Izq/ Bilateral) Agenesia de ACI (A) (Colateralidad/ Anastomosis intracavernosa ACI contralateral) Hipoplasia de la AC (A) (Der/ Izq/ Bilateral) Duplicación de la ACI extracraneal (A) (Der/ Izq/ Bilateral) Fenestración de la ACI extracraneal (A) (Der/ Izq/ Bilateral) Rama anómala de la ACI (A) (Faringea ascendente/ occipital/ arteria vidiana/ arterias cerebelosa posterior/ arteria meníngea posterior) Arteria hipoglosa persistente (A) Arteria intersegmentaria proatlantoidea (A) <b>C2:</b> Trayecto aberrante de la ACI (A)----- ( ) Arteria estapedial persistente (A)----- ( ) Arteria ótica persistente (A)----- ( ) <b>C4:</b>		

			<p>ACI cavernosa tortuosa (V)----- ( )  ACI cavernosas paramedianas (V)----- ( )  Arteria trigeminal persistente (A)----- ( )</p> <p><b>C5:</b>  Ausencia (A)----- ( )  Hipoplasia (A)----- ( )</p> <p><b>C6:</b>  Origen oftálmico de la menígea media (V)----- ( )  Origen arteria oftálmica de la menígea media (A)-- ( )</p> <p><b>C7:</b>  Origen fetal de la ACP de la ACI (V)----- ( )  Origen ectópico de la ACdA (V)----- ( )  Infundíbulo ACoP (V)----- ( )  ACdA originada proximalmente a la ACoP (A)----- ( )  Hipoplasia de la ACdA (A)----- ( )  Hiperplasia anómala de la ACdA (A)----- ( )</p>		
ACA			<p><b>A1</b>  Segmento A1 hipoplásico (V) Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( )  Segmento A1 ausente (V) Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( )  Origen infraóptico de la ACA (A)</p> <p><b>A2</b>  ACA accesoria (A)  ACA bihemisférica (A)  ACA ácidos (A)  ACA múltiple (A)  Arteria olfatoria primitiva persistente (A)  Ramas aberrantes (A)</p> <p><b>A3-A5</b>  ACA rama hemisferio contralateral (V)  Arteria comunicante anterosuperior (A)</p>		
ACM			<p><b>M1-M2</b>  Tronco común ACM ("trifurcación") (V)  Bifurcación precoz del segmento M1 (V)  ACA surge de M1 proximal (V)  ACM accesoria (V)  Hipoplasia ACM (A)  Aplasia ACM (A)  Duplicación de la ACM (A)  Duplicación parcial de la ACM (A)  ACM fenestrada (A)  Origen anómalo de las ramas de la ACM (A)  Tronco único no bifurcante de la ACM (A)</p>		
ACP			<p><b>P1</b>  Segmento P1 hipoplásico (V) Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( )  Segmento P1 ausente (V) Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( )  Origen fetal o embrionario de la ACP (V)  Origen fetal de la ACP (V)  Anastomosis carótido-basilares. (A)</p> <p><b>P2</b>  Origen anómalo de las ramas corticales de la ACP (A) (parieto-occipital/  temporal posterior/ calcarina de la ACI)  Transferencia embrionaria parcial de ACP por la ACdA (A)</p>		
AV			<p>Variabilidad de tamaño (AV izquierda dominante)(V)  Tronco común de la PICA (V)  Tronco común de la AICA (V)  Terminación de la AV en PICA (V)  Origen extradural de la PICA (V)  Origen bajo de la PICA (V)  Bucle caudal debajo del agujero magno (V)  PICA duplicada (V)  Origen en el arco aórtico de la AV (A)  Origen anómalo de la PICA (menígea posterior/ ACI) (A)  Origen de la menígea posterior en la PICA (A)</p>		

			Origen bífido o duplicado de la AV (A) Fenestración de la AV (A)		
AB			Tronco común PICA-AICA (V) PICA accesoria (V) SUCA múltiple (V) Hipoplasia segmentaria VB (V) Origen fetal de la ACP (Der/Izq/Bilateral) (V) Duplicación de la AB Fenestración de la AB Origen anómalo de la SUCA (origen de la PICA/ ACI cavernosa/ ACP)		

### CONSIDERACIONES ÉTICAS

El presente trabajo de investigación se realizará bajo la normatividad vigente internacional de acuerdo a la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial sobre principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos de junio de 1964 en donde se insta a los médicos a promover y velar por la salud de los pacientes, incluidos los que participan en la investigación médica y tener como principio proteger la vida, la salud, la integridad, el derecho a la autodeterminación, intimidad y confidencialidad de la información personal de las personas que participan en la investigación. Así como la Norma Oficial Mexicana 012-SSA3-2012 para la ejecución de proyectos de investigación para la salud de los seres humanos. Este estudio se define como una investigación sin riesgo, por lo que se deja a consideración del comité de ética prescindir del consentimiento informado.

### CONSIDERACIONES FINANCIERAS

Aporte Financiero: No requiere.

Recursos con los que se cuenta: Sala de Angiografía. Angiógrafo biplanar Artis y monoplanar Zeego (Siemens)

Recursos a solicitar: Ninguno.

Análisis del costo por paciente: Ninguno.

## 6. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Para el desarrollo del estudio “Anastomosis, anomalías y variantes anatómicas de la circulación anterior y posterior en las angiografías diagnósticas realizadas en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía <Manuel Velasco Suárez>” durante el periodo comprendido del 1ero de marzo del 2019 al 31 de enero del 2020, se obtuvo el registro de la base de datos del censo del servicio de Terapia Endovascular Neurológica identificando 340 registros, dentro de los cuales se realizaron (258 -75.8%) catalogados como procedimientos de angiografía diagnóstica y el resto ( 82- 24.1%) procedimientos terapéuticos, incluyendo dentro de estos; embolización de aneurismas, fístulas, malformaciones arteriovenosas, tumores, trombectomías mecánicas, angioplastias químicas y mecánicas intracraneales, así como angioplastias carótideas con colocación de stent, vertebroplastía, cirugía híbrida, test de Wada y pruebas de oclusión) en los equipos de angiografía biplanar Artis y monoplanar Zeego.

Del registro de pacientes clasificados como angiografía diagnóstica, se excluyeron un total de 59 registros (45%) por ser pacientes repetidos en el censo del servicio; se descartaron 7 pacientes (5.3%) menores de 18 años, los cuales no contaban con expediente institucional por ser referidos del Instituto Nacional de Pediatría; 15 pacientes (11.4%) por no cumplir con los estándares de calidad necesarios, por último se descartaron 50 pacientes (38.6%) por ser estudios de control y ser enfocados únicamente en el eje arterial afectado.

Se analizó una muestra total de 127 estudios angiográficos de calidad para una adecuada evaluación de imágenes para los fines del estudio. Se presenta el análisis e interpretación de resultados acorde a los objetivos planteados, exponiendo tablas demostrativas que exhiben las diferentes variables de estudio.

**TABLA DE DISTRIBUCIÓN POR GENERO**

GÉNERO		F	%
	MASCULINO	67	52.8
FEMENINO	60	47.2	
Total	127	100	

La mayoría de los pacientes pertenecieron al género masculino con una totalidad de 67 pacientes (52.8%) y en el género femenino se encontraron 60 pacientes (47.2%).

**TABLA DE DISTRIBUCIÓN POR EDAD.**

EDAD		F (MASCULINO)	F (FEMENINO)		%
	<30 AÑOS	11	10	21	16.5
31-60	47	36	83	65.4	
61 +	9	14	23	18.1	
Total	67	60	127	100	
Rango	Min: 18			Max: 81	
	X: 46				

En cuanto a la edad se dividieron por grupos de pacientes; menores de 30 años, rango entre los 31-60 años y mayores de 61 años. Se identificó un mínimo de edad de 18 años y un máximo de 81 años (x: 46). El rango de edad con mayor realización de angiografías diagnósticas coincidiendo en los dos géneros, fue de los 31-60 años (65.4%), siendo para el género masculino 47 pacientes y para el género femenino 36, con un total de 83 estudios de angiografía diagnóstica.

**CALIDAD DEL ESTUDIO ANGIOGRÁFICO.**

CALIDAD DE ESTUDIO ANGIOGRÁFICO		F	%
	BUENA	127	89.4
MALO (EXCLUSIÓN)	15	10.5%	
	142	100	

El total de angiografías diagnósticas fue 142 sin embargo cabe recalcar que fueron excluidos 15 estudios que no cumplieron los estándares de calidad necesarios, por ser proyecciones inadecuadas, a las que no se les realizó proyecciones agregadas o no contaban con estudio de 3D para realizar reconstrucciones en caso de existir disyuntiva en cuanto a anomalía, variante o anastomosis de circulación anterior y posterior intracraneal.

### HALLAZGOS CONCOMITANTES + ANOMALÍAS VASCULARES

HALLAZGOS CONCOMITANTES + ANOMALÍAS VASCULARES		F	%
	ANEURISMAS	32	25%
	MAV	2	2%
	FÍSTULAS	0	0%

En 32 pacientes (25%) se encontraron hallazgos asociados de aneurismas y anomalía vascular, lo que recuerda que la segunda causa más común de aneurismas es un estado de flujo que aumenta el estrés mecánico sobre las paredes de los vasos.

### ANASTOMOSIS CARÓTIDO-BASILARES

ANASTOMOSIS CARÓTIDO-BASILARES		FRECUENCIA	AXDX	%
	ARTERIA TRIGEMINAL PERSISTENTE C4 (A)	0.1-0.2%	0	0%
	ARTERIA ÓTICA PERSISTENTE C2 (A)	0%	0	0%
	ARTERIA HIPOGLOSA PERSISTENTE C1 (A)	0.26-0.3%	0	0%
	ARTERIA INTERSEGMENTARIA PROATLANTOIDEA C1 (A)	-	0	0%
	ARTERIA TRIGEMINAL PERSISTENTE C4 (A)	0.2-0.6	1	100%

Se encontró un caso "arteria trigeminal persistente", recalando que es la anatomosis carotido-basilar más frecuente y que puede encontrarse aproximadamente en el 0.02% al 0.5% de las angiografías cerebrales, se complemento dicho hallazgo con estudio de angiotomografía para evaluar relaciones óseas, en este caso el paciente presentaba un aneurisma de la ACI segmento comunicante, coincidiendo que la incidencia de anomalías vasculares asociadas con ATP es del 25% de los aneurismas.

### VARIANTES + ANOMALÍAS ANATÓMICAS POLÍGONO DE WILLIS

	FRECUENCIA	AXDX	%	
VARIANTES + ANOMALÍAS POLÍGONO DE WILLIS	SEGMENTO A1 HIPOPLÁSICO (V)	10%	13	10.2%
	SEGMENTO A1 AUSENTE (V)	1-2%	8	6.2%
	ACOA PLEXIFORME (V)	10-33%	0	0%
	DUPLICACIÓN DE LA ACOA (V)	18%	0	0%
	ACOA FENESTRADA (V)	12-21%	0	0%
	AUSENCIA DE ACOA (V)	5%	2	1.6%
	HIPOPLASIA DE ACOA (V)	5%	2	1.6%
	HIPOPLASIA DE ACOP (V)	34%	13	10.2%
	AUSENCIA DE ACOP (V)	0.6%	0	0%
	ACOP INFUNDIBULAR (V)	6-17%	10	7.8%
	ORIGEN FETAL DE LA ACP (V)	18-22%	25	19.6%
	AUSENCIA DE P1 (V)	0.6% DISECCIONES	0	0%
	HIPOPLASIA DE P1 (V)	15-22%	19	14.9%
	ORIGEN INFRAÓPTICO DE LA ACA (A)	*	0	0%
	FENESTRACIÓN DE LA ACA (A)	2%	0	0%
	ACA ÁCIGOS (A)	0.1-1%	0	0%

En 60% de los casos al menos un componente es hipoplásico del polígono de Willis y disminuido para proporcionar flujo colateral. La asimetría de la circulación en el polígono produce un flujo asimétrico significativo, siendo un factor importante para el desarrollo de aneurismas y colateralidad en el EVC isquémico.

Se observa que las anomalías y variantes son más frecuentes en comparación con otras localizaciones, siendo más frecuente el origen fetal de la ACP con 25 pacientes (19.6%), posteriormente la hipoplasia del segmento P1 asociada con 19 pacientes (14.9%), la hipoplasia de la AcoP con 13 pacientes y un segmento A1 hipoplásico (10.2% respectivamente). Se observó una AcoP infundibular en 10 pacientes (7.8%), un segmento A1 ausente en 8 pacientes (6.2%- rebasando la bibliografía que reporta una frecuencia del 1-2%) y por último la ausencia de una AcoA e hipoplasia de la AcoA en 2 pacientes respectivamente (1.6%). Probablemente no fueron detectadas una mayor cantidad de anomalías o variantes de la AcoA por falta de imágenes enfocadas en su observación.

### VARIANTES + ANOMALÍAS ANATÓMICAS ACI C4, C5, C6, C7

ACI C4	ACI CAVERNOSA TORTUOSA (V)	*	5	3.9%
	ACA CAVERNOSA PARAMEDIANA (V)	*	0	0%
	ARTERIA TRIGEMINAL PERSISTENTE (A)	0.2-0.6%	0	0%
ACI C5		F		%
	AUSENCIA (A)	*	0	0%
	HIPOPLASIA (A)	*	0	0%
ACI C6		F		%
	ORIGEN OFTÁLMICO DE LA AMM (V)	0.5%	0	0%
	ORIGEN ARTERIA OFTÁLMICA DE LA MENÍNGEA MEDIA (A)	6% Disecciones	0	0%
ACI C7		F		%
	ORIGEN FETAL DE LA ACP (V)	18-22%	25	19.6%
	ORIGEN ECTÓPICO DE LA ACDA (V)	4%	0	0%
	INFUNDÍBULO ACOP (V)	6-17%	10	7.8%
	ACDA ORIGINADA PROXIMALMENTE A LA ACOP (A)	*	0	0%
	HIPOPLASIA DE LA ACDA (A)	3%	3	2.3%
	HIPERPLASIA ANÓMALA DE LA ACDA (A)	2.3%	0	0%

Las variantes y anomalías de la ACI en sus segmento C4-C7 fueron poco frecuentes, como ya fue mencionado previamente es frecuente el origen fetal de la ACP con un total de 25 pacientes (19.6%), un infundíbulo de la Acop en 10 pacientes (7.8%) y por último una hipoplasia de la arteria coroidea con 3 pacientes (2.3%).

### VARIANTES + ANOMALÍAS ANATÓMICAS CIRCULACIÓN ANTERIOR

VARIANTES + ANOMALÍAS ANATÓMICAS CIRCULACIÓN ANTERIOR		F		%
	<b>A1</b>			
	A1 HIPOPLÁSICO	10%	13	10.2%
	A1 AUSENTE	1-2%	8	6.2%
	ORIGEN INFRAÓPTICO DE LA ACA (A)	*	0	0%
	<b>A2</b>			
	ACA ACCESORIA (A)	*	0	0%
	ACA BIHEMISFÉRICA (A)	2-7%	0	0%
	ACA ÁCIGOS (A)	0.1-1%	0	0%
	ACA MÚLTIPLE (A)	2-13%	0	0%
	ARTERIA OLFATORIA PRIMITIVA PERSISTENTE (A)	*	0	0%
	RAMAS ABERRANTES (A)	*	0	0%
	<b>A3-A5</b>			
	ACA RAMA HEMISFERIO CONTRALATERAL (V)	*	0	0%
	ARTERIA COMUNICANTE ANTEROSUPERIOR (A)	*	0	0%

Las ramas de la ACA distal se encuentran generalmente tapadas por las ramas de la ACM, haciendo difícil la identificación de sus pequeñas divisiones corticales. Además de que las divisiones distales de las arterias callosomarginal y pericallosa son muy variables.

### VARIANTES + ANOMALÍAS ANATÓMICAS ARTERIA CEREBRAL MEDIA

VARIANTES + ANOMALÍAS ANATÓMICAS ARTERIA CEREBRAL MEDIA		F	%
	M1-M2		
	TRONCO COMÚN ACM ("TRIFURCACIÓN") (V)	20-25%	6 4.7%
	BIFURCACIÓN PRECOZ DEL SEGMENTO M1 (V)	*	13 10.2%
	ACA SURGE DE M1 PROXIMAL (V)	0.3-4%	0 0%
	ACM ACCESORIA (V)	0.3-4%	0 0%
	HIPOPLASIA ACM (A)	*	0 0%
	APLASIA ACM (A)	*	0 0%
	DUPLICACIÓN DE LA ACM (A)	0.2-2.9%	0 0%
	ACM FENESTRADA (A)	<1%	2 1.5%
	ORIGEN ANÓMALO DE LAS RAMAS DE LA ACM (A)	*	0 0%
	TRONCO ÚNICO NO BIFURCANTE DE LA ACM (A)	*	1 0.8%

Los patrones de la ramificación de la arteria cerebral media son muy variables, pueden decirse que las anomalías reales son infrecuentes, observándose sólo en el 1-3% de las disecciones anatómicas y en menos de un 1% de las angiografías. En nuestro estudio la variante más frecuente fue la bifurcación precoz del segmento M1 con 13 pacientes (10.2%), posteriormente una trifurcación de la ACM o el tronco común de la ACM con 6 pacientes (4.7%), una ACM fenestrada en 2 pacientes (1.5%) y por último un tronco único no bifurcante de la ACM con solo 1 paciente (0.8%).

### VARIANTES + ANOMALÍAS ANATÓMICAS ARTERIA CEREBRAL POSTERIOR

VARIANTES + ANOMALÍAS ANATÓMICAS ARTERIA CEREBRAL POSTERIOR		F	%
	P1		
	SEGMENTO P1 HIPOPLÁSICO (V)	15-22%	19 14.9%
	SEGMENTO P1 AUSENTE (V)	*	
	ORIGEN FETAL DE LA ACP (V)	18-22%	25 19.6%
	P2		
	ORIGEN ANÓMALO DE LAS RAMAS CORTICALES DE LA ACP (A) (PARIETO-OCCIPITAL/ TEMPORAL POSTERIOR/ CALCARINA DE LA ACI)	10%	4 3.1%
	TRANSFERENCIA EMBRIONARIA PARCIAL DE ACP POR LA ACDA (A)	*	0 0%

Para las variantes/ anomalías de arteria cerebral posterior, la más frecuente como ya fue mencionado previamente fue el origen fetal de la ACP con 25 pacientes (19.6%), posteriormente el segmento hipoplásico con un total de 19 pacientes (14.9%) y por último un origen anómalo de las corticales de la ACP con 4 pacientes (3.1%).

### VARIANTES + ANOMALÍAS ANATÓMICAS ARTERIA VERTEBRAL

VARIANTES + ANOMALÍAS ANATÓMICAS VERTEBRAL		F	%
	VARIABILIDAD DE TAMAÑO (AV IZQUIERDA DOMINANTE)(V)	85%	71 56%
	TRONCO COMÚN DE LA PICA (V)	0.2%	0 0%
	TRONCO COMÚN DE LA AICA (V)	0.2%	0 0%
	TERMINACIÓN DE LA AV EN PICA (V)	0.2%	1 0.01%
	ORIGEN EXTRADURAL DE LA PICA (V)	5-18%	2 1.5%
	AUSENCIA DE PICA	15-26%	3 3.8%
	BUCLE CAUDAL DEBAJO DEL AGUJERO MAGNO (V)	*	0 0%
	PICA DUPLICADA (V)	2.5-6%	1 1.3%
	ORIGEN EN EL ARCO AÓRTICO DE LA AV (A)	5%	1 0.8%
	ORIGEN ANÓMALO DE LA PICA (MENÍNGEA POSTERIOR/ ACI) (A)	*	0 0%
	ORIGEN DE LA MENÍNGEA POSTERIOR EN LA PICA (A)	*	0 0%
	FENESTRACIÓN	<1%	1 0.8%

En la arteria vertebral se identificaron con baja frecuencia anomalías o variantes anatómicas, la más frecuente fue la existencia de variabilidad de tamaño de las arterias vertebrales con una dominancia de la AV izquierda en 71 pacientes (56%), posteriormente ausencia de PICA en 3 pacientes (3.8%), una origen de la PICA extradural en 2 pacientes (1.5%) y posteriormente con una frecuencia de 1 paciente tanto por terminación de la AV en PICA, PICA duplicada, origen del arco aórtico de la arteria vertebral y fenestración (mismo que se asocio con aneurisma del tope de la basilar).

### VARIANTES + ANOMALÍAS ANATÓMICAS ARTERIA BASILAR

VARIANTES + ANOMALÍAS ANATÓMICAS ARTERIA BASILAR		F	%
	TRONCO COMÚN PICA-AICA (V)	*	0 0%
	PICA ACCESORIA (V)	20 Disecciones	0 0%
	SUCA MÚLTIPLE (V)	8-14%	6 4.7%
	HIPOPLASIA SEGMENTARIA VB (V)	*	0 0%
	DUPLICACIÓN DE LA AB	2.7%	0 0%
	FENESTRACIÓN DE LA AB	0.12%	1 0.8%
	ORIGEN ANÓMALO DE LA SUCA (ORIGEN DE LA PICA/ ACI CAVERNOSA/ ACP)	*	0 0%
	TRONCO COMÚN PICA-AICA (V)	*	0 0%
	PICA ACCESORIA (V)	*	0 0%

En la circulación posterior (arteria basilar) la anomalía-variante anatómica más frecuente fue la SUCA múltiple en este caso lo más frecuente fue la duplicación con 6 pacientes (4.7%), posteriormente se encontró la fenestración de la AB en 1 paciente (0.8%).

## 7. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

La experiencia clínica reciente y los tremendos avances técnicos hacen que sea más imperativo que los terapeutas endovasculares tengan una sólida formación en la neuroanatomía funcional, evaluación clínica, además de poseer una alta capacitación técnica, mismo que ha expandido el rango de patologías tratadas mediante un abordaje endovascular, teniendo como resultado un marcado beneficio para los pacientes, manifestándose en las altas tasas de éxito con una importante reducción de la morbimortalidad en los procedimientos realizados.

La presente investigación pretende ser una base para el estudio epidemiológico de las anastomosis, anomalías y variantes anatómicas de la circulación anterior y posterior en las angiografías diagnósticas realizadas en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía "Manuel Velasco Suárez". De utilidad para la realización de proyectos posteriores por ser un centro de referencia para pacientes con patología vascular cerebral, así como ser un marco para la enseñanza y aprendizaje de la anatomía angiográfica cerebral tanto como un reto personal como para el resto del personal en adiestramiento

Se debe resaltar la importancia de la terapia endovascular neurológica, para que se lleve a cabo un diagnóstico situacional a largo plazo y que las instancias correspondientes realicen intervenciones y estrategias que logren una apertura para el abordaje de pacientes de población abierta mediante vía endovascular, destacando que esto se ha logrado de manera satisfactoria en varios países a nivel mundial con una adecuada distribución del presupuesto en gastos en salud.

## 8) REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Harrigan M, Deveikis J. Handbook of cerebrovascular disease and neurointerventional technique. 2nd ed. USA: Springer; 2013.
2. Osborn A. Angiografía Cerebral. 2nd ed. USA: Marban; 2010.
3. Krings T, Geibprasert S, et. Al. Neurovascular anatomy in interventional neuroradiology. USA: Thieme ; 2015.
4. Grand W, Hopkins L, et. Al. Vasculature of the brain and cranial base. 2nd ed. USA: Thieme; 2016.
5. Vincent J. Tutorials in endovascular neurosurgery and interventional neuroradiology. UK: Springer; 2012.
6. Morris P. Practical neuroangiography. 3thrd ed. USA: Lippincott; 2013.
7. Hurst R, Rosenwasser R. Interventional neuroradiology. USA: Informa; 2008.
8. Mitsos A. Endovascular neurosurgery through clinical cases. Greece: Springer; 2015.
9. Vargas O, García D. Endovascular occlusion of aberrant internal carotid artery causing tinnitus. Revista Ecuatoriana de Neurología, 2018;27(2):96-99.
10. Lasjaunias P, Berenstein A, Ter Brugge KG. The skull base and extradural arteries. In: Lasjaunias P, Berenstein A, Ter Brugge KG, eds. Surgical neuroangiography. 1. Clinical vascular anatomy and variations. Berlin: Springer-Verlag; 2001:387-477
11. Hoh J. Persistent nonfused segments of the basilar artery: longitudinal versus axial nonfusion. AJNR Am J Neuroradiol 25:1194-1196, August 2004.
12. Lasjaunias, P., Santoyo-Vazquez, A. Segmental agenesis of the internal carotid artery: angiographic aspects with embryological discussion. Anat. Clin 6, 133-141 (1984). <https://doi.org/10.1007/BF01773165>
13. Bouthillier A, van Loveren HR, Keller JT. Segments of the internal carotid artery: a new classification. Neurosurgery. 1996 Mar;38(3):425-32; discussion 432-3. Doi: 10.1097/00006123-199603000-00001.
14. Silbergleit R, et.al. The Persistent Stapedial Artery. American Journal of Neuroradiology March 2000, 21 (3) 572-577.
15. Siclari F, I.M. Burger, J.H.D. Fasel and P. Gailloud. Developmental Anatomy of the Distal Vertebral Artery in Relationship to Variants of the Posterior and Lateral Spinal Arterial Systems. American Journal of Neuroradiology June 2007, 28 (6) 1185-1190; doi: <https://doi.org/10.3174/ajnr.A0498>
16. D. Padget in his work The development of the cranial arteries in the human embryo. Contrib Embryol 1948; 32:207 – 262
17. Lasjaunias P, Berenstein A, Ter Brugge KG in Clinical vascular anatomy and variations. Berlin, Germany : Springer,2001 : 414-424
18. Dimmick S, Faulder K. Normal variants of the cerebral circulation at multidetector CT angiography. RadioGrapichs 2009 ; 1027-2043.
19. Rivas D, Huertas M, Rodriguez H. Variantes anatómicas del polígono de Willis. Estudio de 307 casos. Rev Neurol 2000; 6:46-49.
20. Madrid C, Arias M. Cortes J. Estudio de las variantes del Polígono de Willis. SERAM 2014; S-1245
21. Boleaga-D. Terrazas, Ciales J. Variantes anatómicas del circula arterial de la base craneal. Anales de Radiología México. 2004; 239-244.
22. Klimek P, Rybcka M, et.al. A multitude of variations in the cofiguration of the circule of Willis: an autopsy study. Anat Schi Int 2015 ; 12 :31-34.
23. Uchiyama N. Anomalies of the middle cerebral artery. Neurol Med Chir Tokyo. 2017; 57:261-266.
24. Newton, T.H & Potts, G.D. Radiology of the skull and brain. Angiography. St. Louis, Mosby Co., 1974, V2.
25. Rothon A. Jr. The cerebellar arteries. Neurosurgery. 2000; 47:461-500 Supplement.
26. Truwit CL. Embriology of the cerebral vasculature. Neurimagin Clin North Am. 1994; 4:663-689.
27. <http://neuroangio.org/>
- 28.



## 9. ANEXOS. Cédula de recolección de datos



**ANASTOMOSIS, ANOMALÍAS Y VARIANTES ANATÓMICAS DE LA CIRCULACIÓN ANTERIOR Y POSTERIOR EN LAS ANGIOGRAFÍAS DIAGNÓSTICAS REALIZADAS EN EL INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGÍA Y NEUROCIROLOGÍA "MANUEL VELASCO SUÁREZ"**

<p><b>Número de expediente INNN:</b> _____</p> <p><b>Nombre del paciente:</b> _____</p> <p><b>Género :</b> 1: Hombre----( ) 2: Mujer----( )</p> <p><b>Edad:</b> _____</p> <p><b>Fecha de realización de la angiografía diagnóstica:</b> _____</p> <p><b>Calidad del estudio:</b>          1: Buena------( )          2: Mala con exclusión------( )</p> <p><b>Variantes anatómicas:</b> Si ( ) No ( )          Única: -----( )          Múltiples: -----( )</p> <p><b>Hallazgos concomitantes:</b> Si ( ) No ( )  <b>Cuál:</b>          1: Aneurismas ------( )          Localización _____          2: EVC isquémico ------( )          Localización _____          3: Malformación arteriovenosa ------( )          Localización _____          Tipo _____          4: Fistulas arteriovenosas ------( )          5: Otras------( )</p>	<p><b>ACI:</b> Única ( ) Múltiple ( )</p> <p><b>C1:</b>          Bifurcación C1-T2 no C4 (V) (Der/ Izq/ Bilateral)-----          AC no bifurcada (A) (Der/ Izq/ Bilateral)          ACI medial (V) (Der/ Izq/ Bilateral)          ACI Tortuosa (Tipo I) (V) (Der/ Izq/ Bilateral)          ACI bucle (Tipo II) (V) (Der/ Izq/ Bilateral)          ACI kinking (Tipo III) (V) (Der/ Izq/ Bilateral)          Origen anómalo de la ACI (A) (Der/ Izq/ Bilateral)          Agenesia de ACI (A) (Colateralidad/ Anastomosis intracavernosa ACI contralateral)          Hipoplasia de la AC (A) (Der/ Izq/ Bilateral)          Duplicación de la ACI extracraneal (A) (Der/ Izq/ Bilateral)          Fenestración de la ACI extracraneal (A) (Der/ Izq/ Bilateral)          Rama anómala de la ACI (A) (Faringea ascendente/ occipital/ arteria vidiana/ arterias cerebelosa posterior/ arteria menígea posterior)          Arteria hipoglosa persistente (A)          Arteria intersegmentaria proatlantoidea (A)</p> <p><b>C2:</b>          Trayecto aberrante de la ACI (A)------( )          Arteria estapedial persistente (A)------( )          Arteria ótica persistente (A)------( )</p> <p><b>C4:</b>          ACI cavernosa tortuosa (V)------( )          ACI cavernosas paramedianas (V)------( )          Arteria trigeminal persistente (A)------( )</p> <p><b>C5:</b>          Ausencia (A)------( )          Hipoplasia (A)------( )</p> <p><b>C6:</b>          Origen oftálmico de la menígea media (V)------( )          Origen arteria oftálmica de la menígea media (A)------( )</p> <p><b>C7:</b>          Origen fetal de la ACP de la ACI (V)------( )          Origen ectópico de la ACdA (V)------( )          Infundíbulo ACoP (V)------( )          ACdA originada proximalmente a la ACoP (A)------( )          Hipoplasia de la ACdA (A)------( )          Hiperplasia anómala de la ACdA (A)------( )</p>	<p><b>ACM</b>  <b>M1-M2</b>          Tronco común ACM ("trifurcación") (V)          Bifurcación precoz del segmento M1 (V)          ACA surge de M1 proximal (V)          ACM accesoria (V)          Hipoplasia ACM (A)          Aplasia ACM (A)          Duplicación de la ACM (A)          Duplicación parcial de la ACM (A)          ACM fenestrada (A)          Origen anómalo de las ramas de la ACM (A)          Tronco único no bifurcante de la ACM (A)</p> <p><b>ACP</b>  <b>P1</b>          Segmento P1 hipoplásico (V) Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( )          Segmento P1 ausente (V) Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( )          Origen fetal o embrionario de la ACP (V)          Origen fetal de la ACP (V)          Anastomosis carótido-basílicas. (A)</p> <p><b>P2</b>          Origen anómalo de las ramas corticales de la ACP (A) - (parieto-occipital/ temporal posterior/ calcarina de la ACI)          Transferencia embrionaria parcial de ACP por la ACdA (A)</p> <p><b>AV</b>          Variabilidad de tamaño (AV izquierda dominante)(V)          Tronco común de la PICA (V)          Tronco común de la AICA (V)          Terminación de la AV en PICA (V)          Origen extradural de la PICA (V)          Origen bajo de la PICA (V)          Bucle caudal debajo del agujero magno (V)          PICA duplicada (V)          Origen en el arco aórtico de la AV (A)          Origen anómalo de la PICA (menígea posterior/ ACI) (A)          Origen de la menígea posterior en la PICA (A)          Origen bifido o duplicado de la AV (A)          Fenestración de la AV (A)</p> <p><b>AB</b>          Tronco común PICA-AICA (V)          PICA accesoria (V)          SUCA múltiple (V)          Hipoplasia segmentaria VB (V)          Origen fetal de la ACP (Der/Izq/Bilateral) (V)          Duplicación de la AB          Fenestración de la AB          Origen anómalo de la SUCA (origen de la PICA/ ACI cavernosa/ ACP)</p>
<p><b>Anastomosis carótido-basílicas</b>          Arteria trigeminal persistente------( ) C4 (A)          Arteria ótica persistente------( ) C2 (A)          Arteria hipoglosa persistente------( ) C1 (A)          Arteria intersegmentaria proatlantoidea------( ) C1 (A)</p> <p><b>Polígono de Willis:</b> Única ( ) Múltiple ( )          Segmento A1 hipoplásico (V)-Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( )          Segmento A1 ausente (V)---Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( )          ACoA plexiforme (V)------( )          Duplicación de la ACoA (V)------( )          ACoA fenestrada (V)------( )          Ausencia de ACoA (V)------( )          Hipoplasia de ACoA (V)------( )          Hipoplasia de la ACoP (V)---Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( )          Ausencia de la ACoP (V)---Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( )          ACoP infundibular (V)-----Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( )          Origen fetal de la ACP (V)---Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( )          Ausencia de P1 (V)-----Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( )          Hipoplasia de P1 (V)-----Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( )          Origen infraóptico de la ACA (A)-Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( )          Fenestración de la ACA (A)---Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( )          ACA ácidos (A)-----Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( )</p>	<p><b>ACA</b>  <b>A1</b>          Segmento A1 hipoplásico (V) Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( )          Segmento A1 ausente (V) Unilateral (Der/Izq) Bilateral ( )          Origen infraóptico de la ACA (A)  <b>A2</b>          ACA accesoria (A)          ACA bihemisférica (A)          ACA ácidos (A)          ACA múltiple (A)          Arteria olfatoria primitiva persistente (A)          Ramas aberrantes (A)  <b>A3-A5</b>          ACA rama hemisferio contralateral (V)          Arteria comunicante anterosuperior (A)</p>	<p align="right">Investigador responsable: Rivera Cañas Romina.</p>