

CAPITULO 13:

SISTEMA VASCULAR

CIRCULACION ANTERIOR

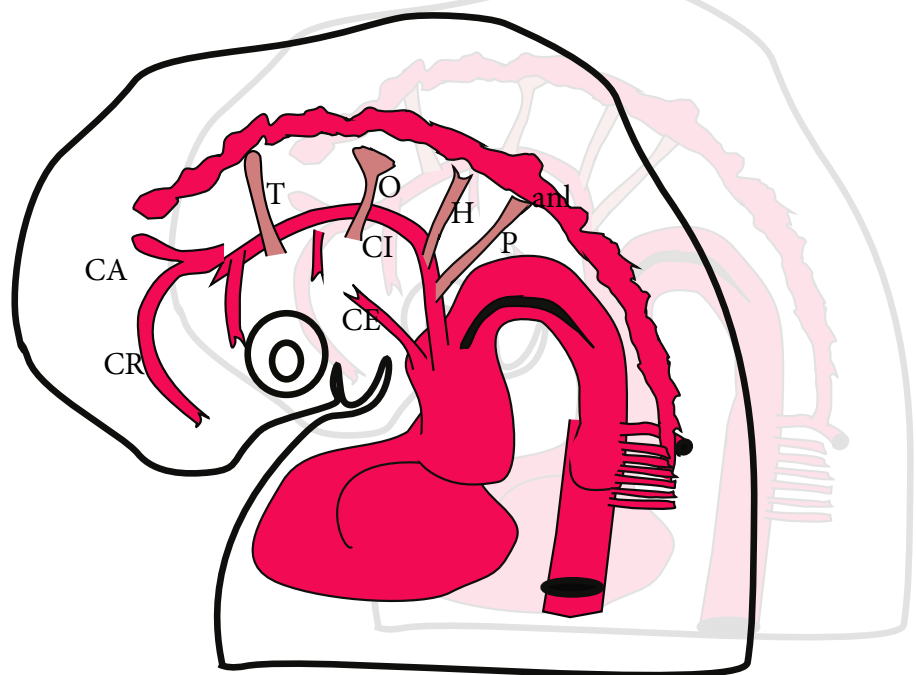
NOCIONES EMBRIONARIAS

Dos fenómenos, la vasculogénesis y la angiogénesis, contribuyen al desarrollo y crecimiento de los vasos sanguíneos. La vasculogénesis representa la formación de nuevos vasos, a partir de células precursoras (angioblastos), mientras que la angiogénesis hace mención a la formación de nuevos vasos, a partir de elementos vasculares preexistentes. En la vasculogénesis los mencionados angioblastos migran y se agrupan formando islotes sanguíneos. Este proceso de migración y diferenciación de las células precursoras es activado por factores locales, como el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF: vascular endothelial growing factor). Estos islotes se cavitan y se fusionan con islotes vecinos formando canales vasculares. La necesidad del embrión en desarrollo, de formar vasculatura se cumple mediante dos mecanismos: sprouting e intususcepción. El primero es por brotación, mecanismo por el cual el vaso brotado se va alargando hasta unirse con canales vecinos. El segundo mecanismo es la intususcepción, la cual consiste en una división del vaso madre, en la cual la pared capilar invade la luz del vaso para dividirlo en dos. Con el tiempo la pared del vaso en maduración, produce una lámina basal y recluta pericitos y células musculares lisas para ganar sostén. Estos mecanismos permiten que comience a fluir sangre por los tejidos del embrión en crecimiento.

Así, en el embrión de 4 mms el saco aórtico comunica con las aortas dorsales (una de cada lado) a través de los arcos aórticos, los cuales son, conexiones transversales en número de 6 de cada lado (aunque el quinto arco raramente se desarrolla). Rápidamente el primer arco aórtico regresa, formando el remanente la arteria maxilar. El segundo arco también desaparece y sus

remanentes son la arteria hioidea y la arteria estapedial.

Las carótidas corren rostralmente desde el tercer arco aórtico, terminando ventralmente en la incipiente vesícula prosencefálica (esquema 88). A nivel de ésta la carótida se divide en una rama craneal y otra caudal. La primera es precursora de la arteria cerebral anterior, mientras que el ramo caudal, antecede a la comunicante posterior, P1 y parte del tronco basilar. En este momento la circulación cerebral es craneo-caudal. También delante del rombencéfalo, pueden reconocerse, 2 canales paralelos a las carótidas, las



Esquema N° 88 : la carótida interna nace del III arco aórtico e irriga la incipiente vesícula prosencefálica, dividiéndose en un ramo craneal (CR) y otro caudal (CA). Como la circulación en este punto es craneo-caudal, o sea, desde la carótida interna, se establecen anastomosis transitorias entre la carótida interna y las arterias neurales longitudinales (anl), las cuales son precursoras del sistema vértebro-basilar. Estas anastomosis son de arriba abajo: la trigeminal, la ótica, la hipoglosal y la proatlantal. Estas anastomosis suministran sangre a las arterias neurales longitudinales y por su intermedio a la estructura del tronco. Cuando se forma la conexión entre la carótida y la cerebral posterior mediante la comunicante posterior, las anastomosis mencionadas comienzan a regresar, cambiando el sentido de circulación del circuito posterior.

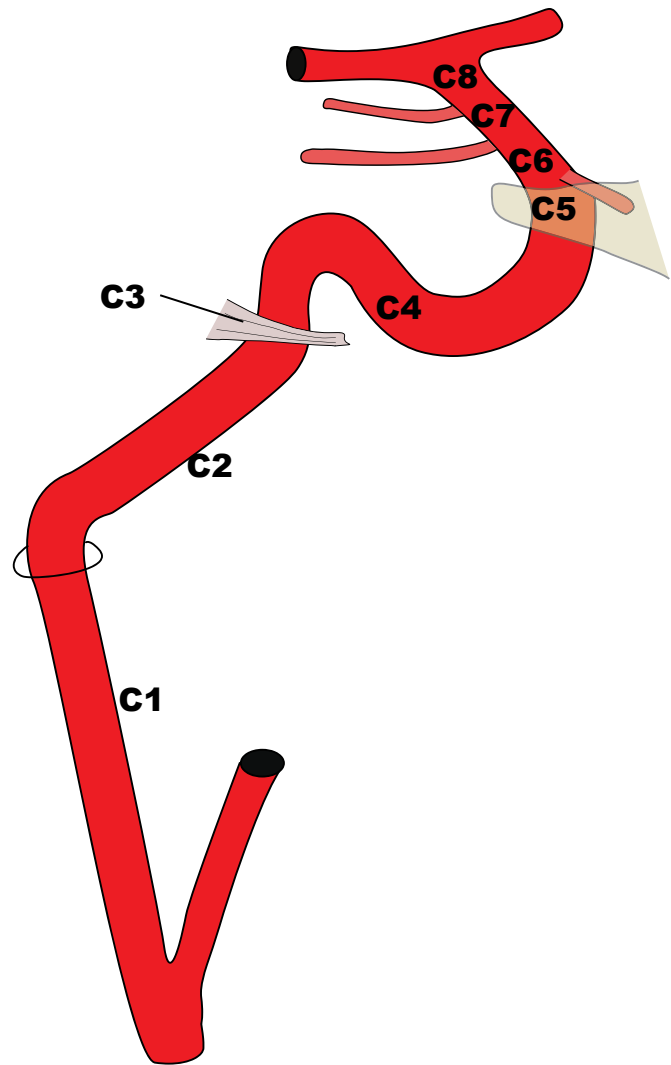
arterias neurales longitudinales ventrales (precursoras del tronco basilar), las cuales corren inmediatamente ventrales a los esbozos de los pares craneales. Entre estas y las carótidas se establecen comunicaciones transitorias. Así en su extremo inferior hallamos a la arteria proatlantal y en su extremo superior, a nivel del primordio del nervio trigémino, la arteria trigeminal. Otras 2 comunicaciones son la arteria ótica a nivel de la vesícula ótica y la arteria hipoglosal a la altura del esbozo del nervio hipoglosal.

El ramo craneal de la división carotídea, se divide en 2 ramas: olfatoria medial (precursora de la cerebral anterior) y olfatoria lateral. A medida que el cerebro crece ésta última se subdivide en estriada lateral (antecesora de la arteria de Huebner y de la arteria cerebral media) y telencefálica posterior (precursora de la coroidea anterior) El ramo caudal suministra una arteria tectal, para la parte más alta del tronco. De ésta última nace una arteria cerebelar, para el cerebelo primitivo (precursora de la cerebelosa superior). Este complejo tectal/cerebelar ante el desarrollo del plexo coroideo, suministra la arteria coroidea posterior. Aún no existe conexión con el sistema vertebral.

A medida que los hemisferios se desarrollan, desde la arteria estriada lateral comienzan a surgir múltiples perforantes al cerebro en formación las cuales por coalescencia formaran la arteria cerebral media (así, la silviana es una rama perforante hipertrofiada de la cerebral anterior). Las olfatorias mediales se fusionaran formando la comunicante anterior, mientras que la telencefálica posterior irrigará la porción posterior de los hemisferios en formación.

En forma simultánea ambas arterias neurales longitudinales ventrales se fusionan para formar el tronco basilar, mientras que el tronco caudal de la carótida se une al sistema vertebral formando la comunicante posterior. A medida que los hemisferios se desarrollan, la porción posterior de los hemisferios, inicialmente irrigada por la telencefálica posterior (precursora de la coroidea), comienza a ser nutrida por la cerebral posterior, cuya precursora es la arteria tectal. El cerebelo en expansión, sobre todo su porción caudal vermiana, es irrigado por el sistema basilar distal, precursor de la PICA.

Cuando la comunicante posterior se desarrolla y se une al sistema basilar, las anastomosis fetales entre la carótida y las arterias neurales longitudinales comienzan a regresionar: primero la ótica, luego la hipoglosal y finalmente la trigeminal. La proatlantal lo hace cuando la vertebral, la cual se forma a partir de las anastomosis de las arterias cervicales transversas intersegmentarias, se une a la porción distal de la arteria proatlantal (formará la porción horizontal de la vertebral) mientras que la porción proximal de la proatlantal regresiona.



Esquema N° 89 : porciones de la carótida.

Es importante reiterar, como ya se mencionó, que a medida que el cerebro crece, el sistema carotídeo alcanza un límite en el aporte de sangre y poco a poco el sistema vertebro-basilar comienza a tomar territorios del cerebelo y el tronco. Así la coroidea es reemplazada por la cerebral posterior en irrigar los territorios telencefálicos posteriores.

ARTERIA CAROTIDA INTERNA

La carótida interna nace en la región cervical alta, a partir de la bifurcación de la carótida común en ramas externa e interna.

Por convención las porciones de La ACI son (esquema 89):

- C1 – Porción cervical
- C2 – Porción petrosa
- C3 – Porción lacerum
- C4 – Porción cavernosa
- C5 – Porción clinoidea

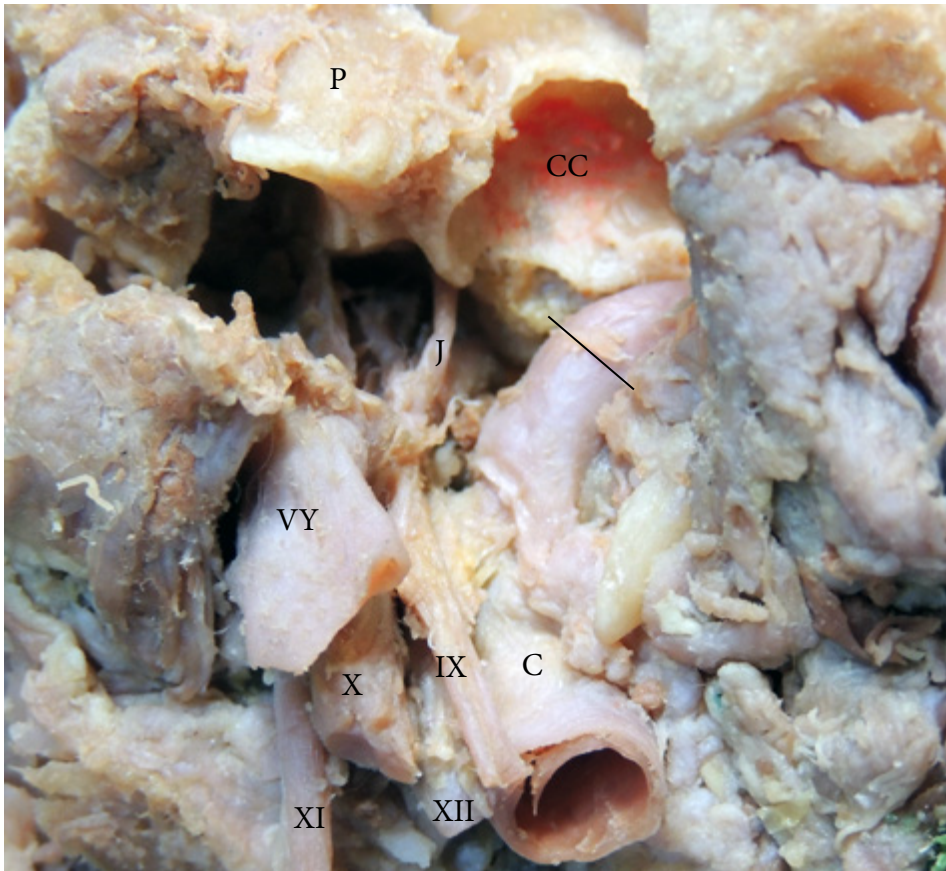


Foto N° 13-1 : La mitad superior del peñasco (P) ha sido fracturada hacia arriba, exponiendo el techo del canal carotídeo (CC). La línea negra marca el punto donde la carótida gira (genu) para entrar a la porción horizontal petrosa. Se observan el IX con el nervio de Jacobson (J), el X, XI y XII. Más atrás la vena yugular (VY).

C6 – Porción oftálmica

C7 – Porción comunicante

C8 -- Porción coroidea

C2 – PORCION PETROSA

La arteria recorre el canal carotídeo en el hueso petroso. Tiene un segmento vertical, un genu o rodilla y un segmento horizontal (fotos 13-1/2). El segmento vertical mide en promedio 10 a 15 mm El genu 3 a 4 mm y la porción horizontal 25 mm (20 a 28 mm) El diámetro promedio de la arteria en este sector es de 5 a 5,5 mm.

RELACIONES

SUPERIOR: nervio petroso superficial mayor (foto 13-3). Por delante de este, se ubica el triángulo de Glasscock o triángulo pósterolateral formado por dicho nervio detrás, el borde posterior de la rama mandibular del V

par medialmente y una línea trazada entre el foramen espinoso y la cóclea (eminencia arcuata). Este triángulo está encima de la ACI. Por detrás se encuentra el triángulo o romboide pósteromedial de Kawaze. Sus límites son V3, el nervio petroso superficial mayor, la eminencia arcuata y el seno petroso. La resección ósea a este nivel constituye una petrosectomía anterior, que nos permitiría acceder a patología situada en cisterna prepontina o mesencefálica.

POR DETRÁS: la cóclea, situada detrás, arriba y algo lateral a la ACI (foto 13-4) y algo más afuera, el tabique óseo que la separa del hipotímpano. Puede ocurrir, casi como variante normal, que la ACI ingrese más lateralmente a la cóclea, protruyendo en el mesotímpano con dehiscencia o ausencia de la pared ósea. Una variante importante de reconocer es la llamada ACI aberrante o intratimpánica (esquema 90), que produce una masa pulsátil en el oído medio susceptible a ser lesionada en el caso por ej. de una miringotomía. El origen se debería a la ausencia o agenesia segmentaria de la porción vertical de la ACI petrosa. Así se forma una vía alternativa o by-pass anatómico,

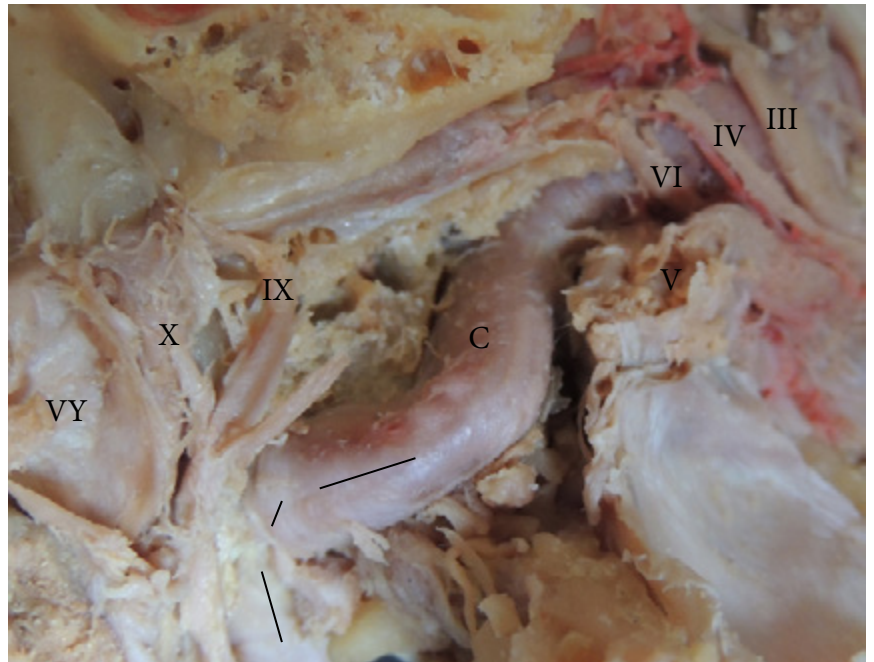


Foto N° 13-2 : Carótida vista desde afuera. Las líneas negras marcan la transición entre la carótida cervical y la petrosa. Por detrás de la arteria se visualizan los pares bajos y la vena yugular (VY). En el ángulo superior derecho se observan los pares del seno cavernoso y la carótida intracavernosa.

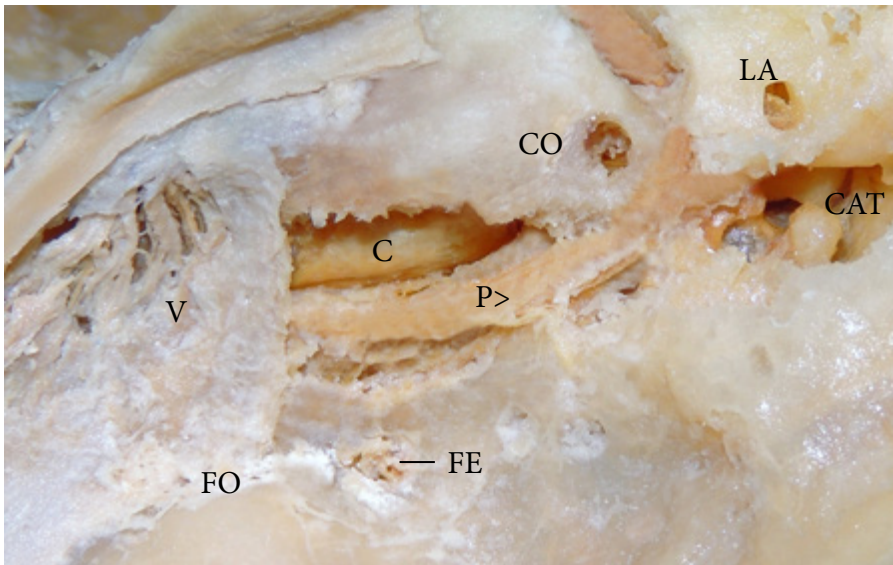


Foto N° 13-3 : Carótida petrosa (C). El petroso mayor (P>) marca la posición de la carótida abajo. Medialmente la carótida pasa debajo del Gasser (V). La cóclea (CO) es directamente pósterio-lateral al codo de ingreso de la arteria al canal carotídeo. se observan el laberinto (LA) y la caja del tímpano (CAT).

a la ausencia de la porción vertical de la carótida, a través del aporte de la arteria faríngea ascendente y la arteria timpánica, la que ingresa, por el canalículo timpánico, al cual agranda marcadamente, a la cavidad timpánica. La arteria, recorre el promontorio, y se une con la carótido-timpánica (normalmente la timpánica se anastomosa con la carótido-timpánica, rama de la carótida en dicho conducto), remanente de la arteria hioidea. A partir de allí, se continua con la porción horizontal de la carótida petrosa.

El intervalo cocleo-carotídeo (ICC) es la distancia entre la carótida petrosa y la espira basal de la cóclea. Esa distancia es variable y oscila entre 0,2 a 5 mm. Aparentemente a menor ICC, mayor sería la posibilidad de desarrollar hipoacusia neurosensorial de tonos medios.

DELANTE: trompa de Eustaquio (TE) y semicanal del músculo tensor del tímpano (se ubica pósterio-medial a la trompa) El drillado del triángulo de Glasscock puede lesionar la trompa y originar fístula de LCR, por eso es importante tener en mente que la distancia entre la ACI y la TE es entre 6 y 7 mm, pudiendo haber un tabique óseo entre ambos elementos.

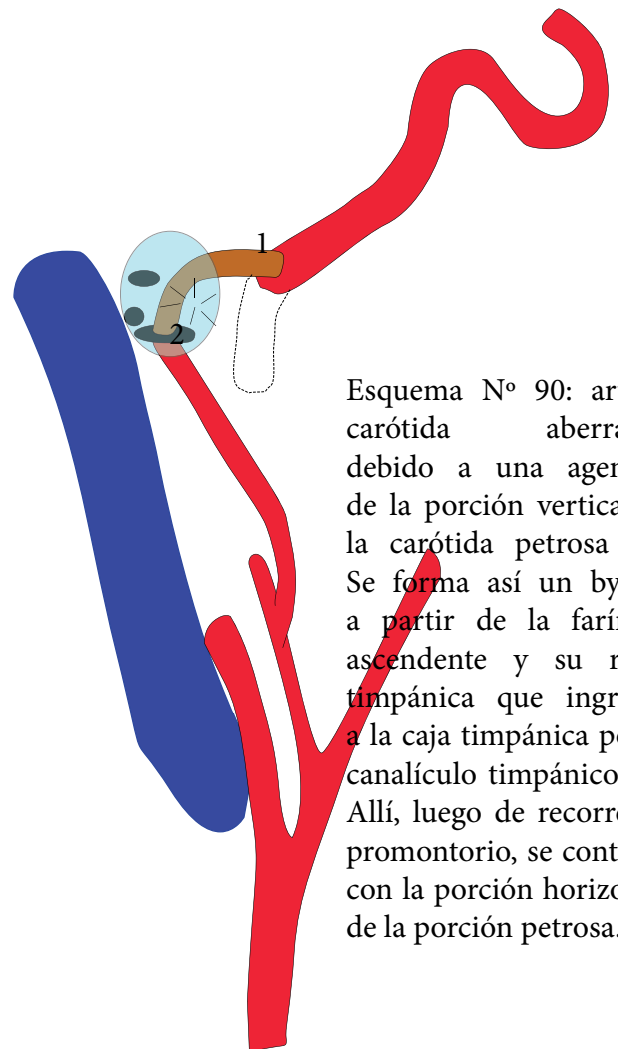
RAMAS DE LA CAROTIDA PETROSA

Son de poca importancia

- 1- Arteria carótido-timpánica: muy poco frecuente. Vestigio de la arteria hioidea
- 2- Arteria vidiana: la más frecuente (30%) Generalmente nace en la maxilar interna. Ingresa al conducto vidiano sobre el margen anterolateral del foramen lacerum. La arteria vidiana es un remanente del primer arco aórtico el cual regresa

en el embrión de 4 a 5 mms, asumiendo el vaso remanente el nombre de arteria mandibular fetal irrigando estructuras vinculadas a la faringe. Luego este territorio vascular es tomado por una arteria derivada del segundo arco aórtico, la arteria hioidea, la cual también cederá posteriormente su protagonismo a la carótida externa en desarrollo. Por lo antedicho es factible encontrar 2 ramas: la vidiana y la mandibular. Pueden nacer juntas en tronco común o separadas. La primera, puede nacer en la carótida o preferentemente en la maxilar interna, habiendo un desarrollo inversamente proporcional entre ambas. La rama mandibular no entra al canal vidiano, dirigiéndose hacia abajo y adelante irrigando los músculos pterigoideos y la pared posterior de la faringe. La arteria vidiana de origen dominante en carótida puede irrigar, porciones del nasofarinx posterior, septum nasal y cornetes. En casos de angiofibromas juveniles nasofaríngeos puede agrandarse significativamente.

3- Ramo periostal: muy poco frecuente



Esquema N° 90: arteria carótida aberrante, debido a una agenesia de la porción vertical de la carótida petrosa (1). Se forma así un bypass a partir de la faríngea ascendente y su rama timpánica que ingresan a la caja timpánica por el canalículo timpánico (2). Allí, luego de recorrer el promontorio, se continúa con la porción horizontal de la porción petrosa.

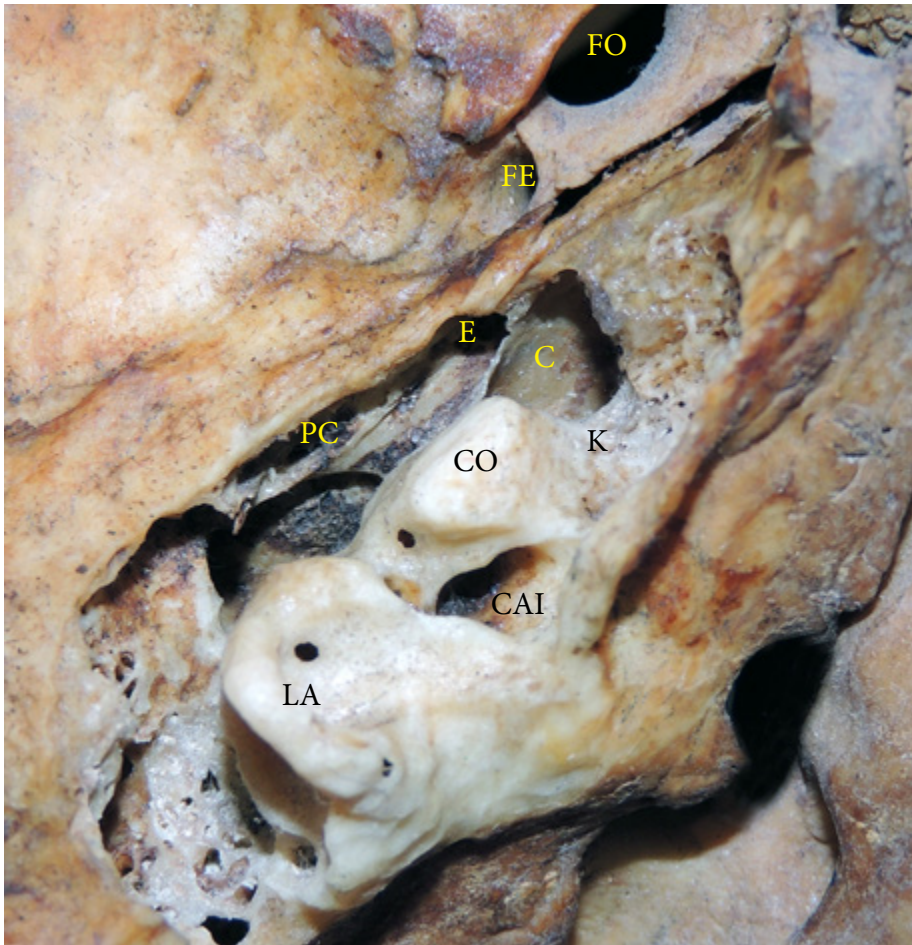


Foto N° 13-4 : El conducto carotídeo (C) en su porción vertical, tiene una relación estrecha con la cóclea (CO), la que se ubica detrás, por afuera y algo arriba de la arteria. Por delante de la misma se ubica el conducto de la trompa de Eustaquio (E) y algo más adelante el pico de cuchara o canal para el músculo tensor del tímpano. El conducto auditivo interno (CAI) separa a la cóclea del laberinto (LA) FE: foramen espinoso. FO: foramen oval.

- 4- Arteria estapedial: más que una rama, es una variante rara. Ha sido observada entre un 0,02 a 0,05% en series quirúrgicas. Moreano y col. reportaron la presencia de la arteria estapedial en un 0,48% de 1048 disecciones de hueso temporal Su prevalencia rondaría 1: 5000. En el feto la carótida interna, aporta sangre a las arterias meníngea media y maxilar interna por medio de la arteria estapedial. Hacia la 10ma semana de vida intrauterina, este aporte de sangre es transferido a la arteria faríngea ventral, un precursor de la arteria carótida externa, regresionando la arteria estapedial. En caso de persistencia de este vaso, el mismo nace en la porción cervical distal de la ACI o en el segmento vertical petroso. Ascende verticalmente detrás y lateral al vaso madre, ingresando al hipotímpano, cursa sobre el promontorio y atraviesa los brazos o cruras del estribo. Allí gira anteromedialmente e ingresa al canal facial por una dehiscencia del mismo cercana a la apófisis cocleariforme. Corre

en el canal facial por delante del nervio y sale del mismo, poco antes del ganglio geniculado. A partir de aquí se distribuye en el territorio de la meníngea media, por lo cual en estos casos no existe foramen espinoso. Se asocia frecuentemente a carótida interna aberrante.

Es factible quirúrgicamente exponer un segmento de 1 cm de la carótida petrosa en su porción horizontal, destacando que en el 50% de los casos ese segmento sólo está cubierto por dura y cartílago. Otros autores como Hearst, encontraron valores de hasta un 80% de dehiscencia del canal.

C3 – PORCION LACERUM

Se extiende desde el borde lateral del foramen lacerum (FL) hasta el ligamento petrolingual. Este se extiende desde la línula del esfenoides hasta el ápex petroso. Generalmente no da ramas aunque ocasionalmente nace la arteria vidiana.

C4 – PORCION CAVERNOSA

Se extiende desde el ligamento petrolingual hasta el anillo dural proximal (foto 13-7 y esquema 91)

RAMAS: (ver también seno cavernoso.)

- 1- Tronco Meningo-hipofisario (TMH): constante, se ve en el 100% de los casos.
- 2- Tronco ínfero-lateral del seno cavernoso: menos frecuente (85%)
- 3- Arterias capsulares de Mc Connell: 28%
- 4- Arteria trigeminal persistente
- 5- Arteria oftálmica: 8%
- 1- Nace invariablemente en la cara dorsal de la primera porción vertical de la ACI. Se divide en 3 ramas a poco de su origen:
 - A- La arteria tentorial medial de Bernasconi-Casinari, constante, tiene una longitud promedio de 20 mms y un grosor de ½ mm A poco de su origen irriga la porción intracavernosa del VI par y luego al patético en el borde libre del tentorio. No suele verse en las angiografías normales, pero se hace evidente en caso

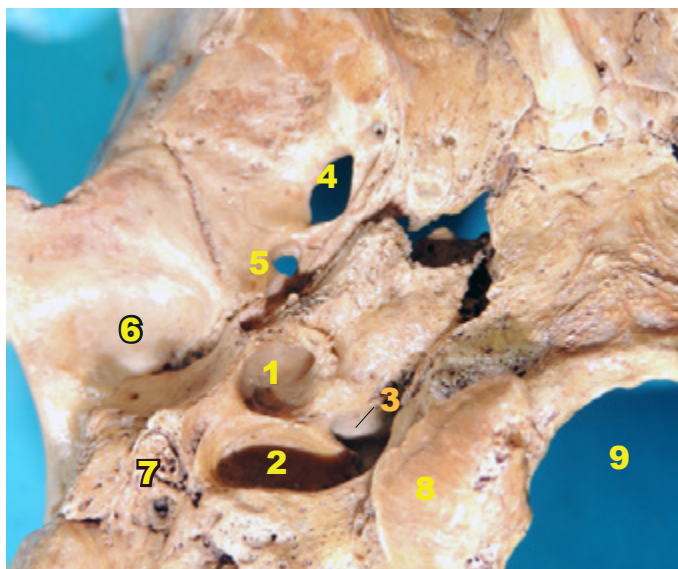


Foto N° 13-5 : Exocráneo visto desde la base. Se observa (1) el agujero carotídeo por el cual la arteria carótida ingresa al cráneo (2) Foramen yugular (3) Fosita piramidal, para el acueducto coclear (4) Foramen oval (5) Foramen espinoso (6) Cavidad glenoidea del temporal (7) Apófisis estiloidea cortada (8) Masa articular del occipital (9) Foramen magno.



Foto N° 13-6 : Visión del peñasco óseo desde arriba. Se visualiza el conducto carotídeo destechado (1), con su extremos: lateral (2) y medial (3) que corresponde al foramen lacerum. Nótese la proximidad de la cóclea (4) a la porción vertical inicial de la carótida petrosa (2). Entre la cóclea y el laberinto (5), se ubica la posición del ganglio geniculado (9). (6) Conducto auditivo interno. (7) Conducto para la trompa de Eustaquio (8) Caja del tímpano.

de por ej: meningiomas tentoriales.

B- La arteria hipofisiaria inferior: que se dirige a irrigar la neurohipófisis.

C- La arteria meníngea dorsal que ocasionalmente puede nacer de la misma ACI

2 – Tronco ínfero-lateral: (TIL) También conocida como

arteria del seno cavernoso inferior o cavernosa lateral. Se considera un elemento vestigial del sistema oftálmico dorsal y su desarrollo es inverso con el del tronco meningo-hipofisiario. Nace de la cara lateral de la porción horizontal intracavernosa de la ACI, de 5 a 8 mms distales al origen del TMH. Se ha descrito origen común del tronco IL con el TMH en un 8% de los casos. El tronco IL pasa sobre el VI par y se divide en 3 ramos: uno superior para irrigar el techo del seno cavernoso y los pares III y IV en su entrada al seno

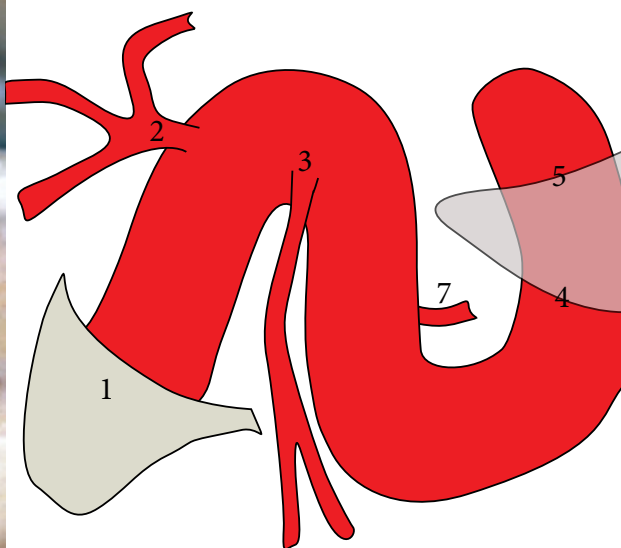
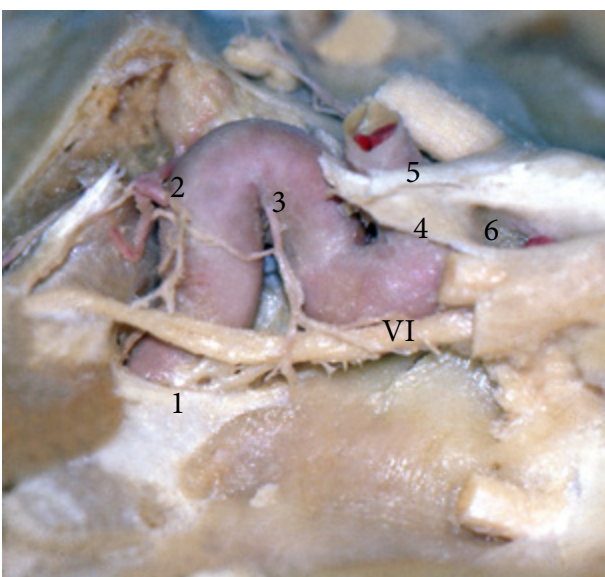


Foto N° 13-7 y esquema N° 91 : Carótida intracavernosa. 1-Ligamento petro-lingual. 2- Tronco meningo-hipofisiario 3-Arteria lateral del seno cavernoso 4- Anillo dural inferior. 5- Anillo dural superior. 6- Pilar óptico. 7- Capsular de Mc Connell

cavernoso; otro ramo posterior para el foramen oval y otro anterior destinada a la fisura orbital superior y el foramen rotundum y que se anastomosa con la recurrente meníngea de la oftálmica. En los infrecuentes casos que la rama tentorial del TMH está ausente, el tentorio será irrigado por el TIL por medio de una rama llamada arteria tentorial marginal.

3 –Capsulares de Mc Connell: se ven en un 25 a 30%. Nacen sólo de la pared medial.

4 – Arteria trigeminal persistente: es una comunicación embriológica entre la ACI y el sistema vértebro-basilar. (foto 13-8) Puede persistir en el adulto entre un 0,1 al 0,6%. Cuando está presente nace en la porción vertical posterior de la ACI, en general inmediatamente proximal al TMH. Puede nacer más lateral en la ACI pasando entre el trigémino y el VI par o bien originarse medialmente de la arteria madre perforando la dura clival en el dorso selar. De acuerdo a su forma de anastomosis con el sistema vascular posterior se reconocen 3 tipos:

Saltzman I: la ATP nutre el tronco basilar distal. La basilar proximal es hipoplásica y las arterias comunicantes posteriores ausentes o hipoplásicas.

Saltzman II: La ATP nutre a la cerebelosa superior y las comunicantes posteriores están muy desarrolladas (tipo fetal)

Saltzman III: La ATP se une con remanente de los

troncos pareados longitudinales primitivos, alimentando una de las cerebelosas, generalmente la cerebelosa ántero-inferior.

Su importancia radica, que en ocasiones alimenta casi todo el circuito posterior haciéndola hemodinamicamente muy importante y por otro lado se la asocia a aneurismas (14 a 32%) y otras condiciones patológicas como neuralgia del trigémino (Bondt en 136 pacientes con neuralgia del V halló ATP en 2,2%) También se han descripto oftalmoparesias, sobre todo del VI par.

C5 – PORCION CLINOIDEA

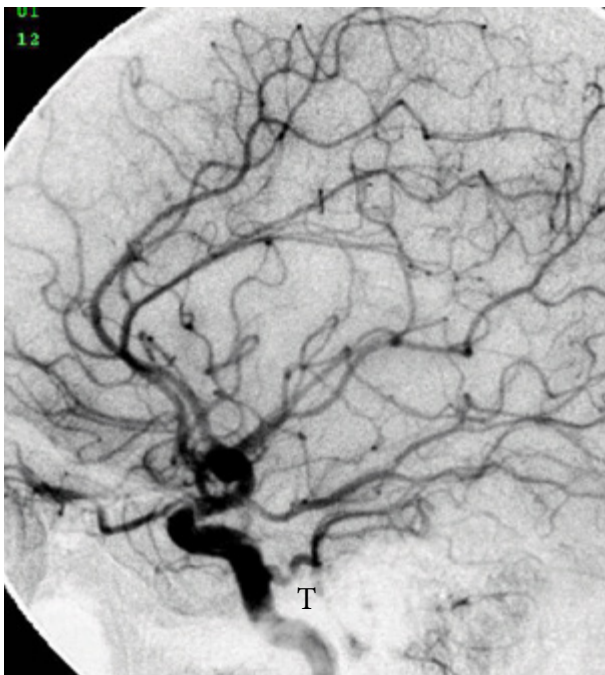
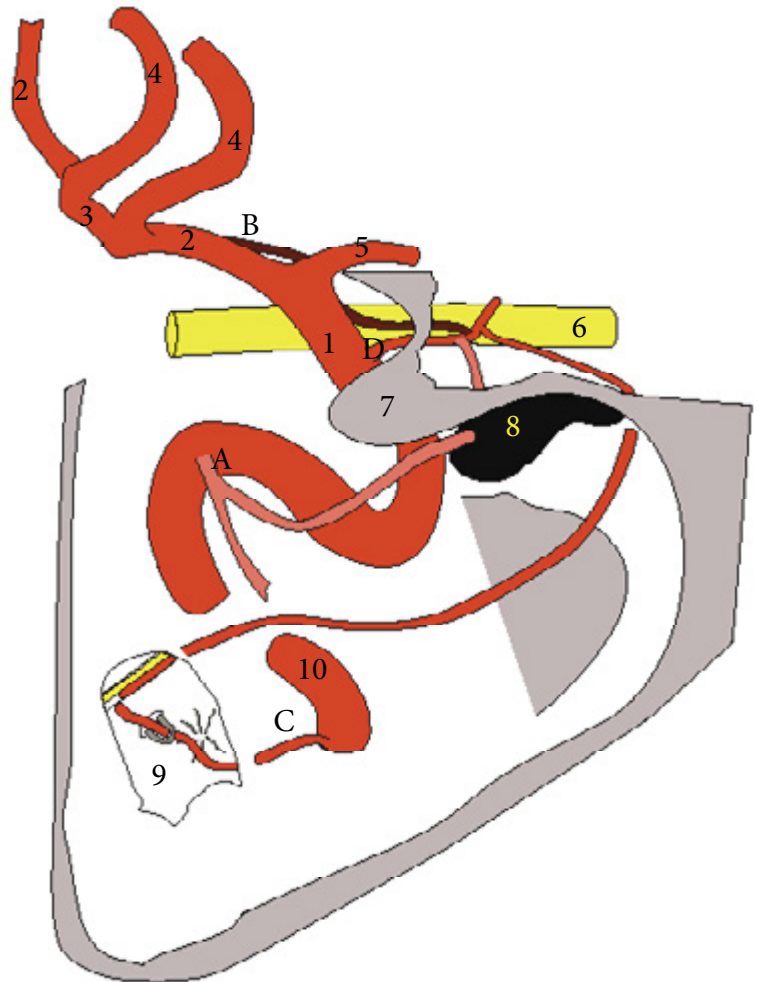
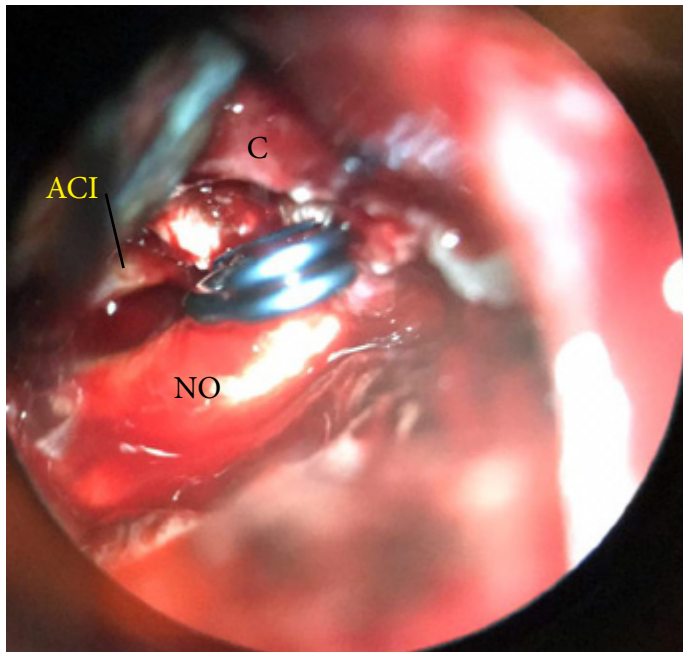
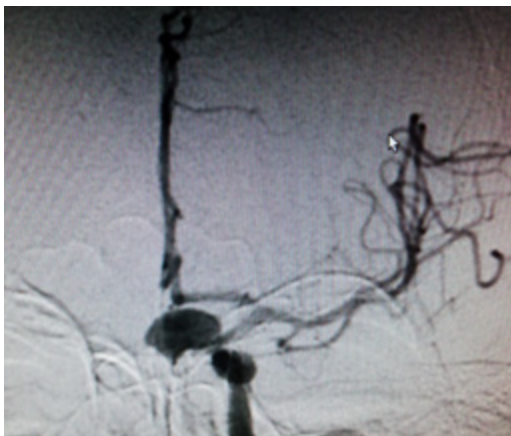


Foto N° 13-8 : Arteria trigeminal persistente (T) de tipo II. Esta arteria nace en general desde la porción vertical ascendente de la carótida cavernosa, proximal al tronco meningo-hipofisiario.

Esquema N° 92 : muestra los diferentes orígenes embrionarios que puede tener la arteria oftálmica. 1- Arteria carótida supraclinoidea 2- Segmento A1 de la arteria cerebral anterior 3- Comunicante anterior 4-Segmento A2 de la arteria cerebral anterior 5- Arteria cerebral media 6- Nervio óptico 7- Apófisis clinoidea anterior 8- Fisura orbital superior 9- Corte de la caja del tímpano. A: Arteria oftálmica dorsal, naciendo del tronco infero-lateral. B- Arteria oftálmica ventral, desde A1 o carótida supraclinoidea C- Arteria meningo-orbital, naciendo del primer segmento vertical de la carótida petrosa e ingresando a la caja del tímpano, en donde recorre el promontorio y luego pasa entre los brazos del estribo. D- Origen habitual de la oftálmica.



FotoN° 13-9/11 : Aneurisma carótido-oftálmico de tipo hipofisiario superior. Esta variante tiende a dirigirse hacia la silla turca pudiendo confundirse con un tumor de hipófisis. En la foto de la derecha la clinoides ha sido resecada (C) quedando sólo una base de la misma. El clip obtura la lesión. Nótese como el nervio óptico (NO) está levantado por el fundus del aneurisma

Corresponde al segmento de ACI ubicado debajo de la clinoides anterior y extendido entre ambos anillos dures. Mide como promedio 3,5 mm. La duramadre que recubre la pared superior del seno cavernoso tiene 2 capas, una externa, gruesa y una interna membranosa e incompleta. Ambas capas se separan al alcanzar la clinoides anterior. La capa externa recubre la cara externa de la misma, extendiéndose a la dura que recubre el plano esfenoidal, ligamento falciforme y diafragma selar. La hoja interna dural recubre la superficie interna de la clinoides. El borde superior de la duramadre que recubre la clinoides en su cara externa forma medialmente el anillo dural superior y se adhiere a la adventicia de la cara lateral de la ACI, pero suele estar separado sobre la cara medial y posterior de dicha arteria formando un espacio potencial llamado cavum carotídeo (foto 13-12), que por ende contiene LCR. A menudo en este espacio nace la arteria hipofisiaria superior. La profundidad promedio del cavum es de 2,4 mm (hasta 5) y su longitud circunferencial de 10 mm. Por estas medidas es perfectamente factible que aloje un aneurisma que de acuerdo a su tamaño puede quedar confinado al cavum o bien proyectarse por encima del mismo.

El borde inferior de la dura de la cara externa de la clinoides da origen al anillo dural inferior, el cual no se adhiere a la carótida. Es a través de este anillo complaciente que los canales venosos del seno cavernoso, se continúan

con un plexo venoso clinoidal por lo que debe considerarse a este espacio como parte del seno cavernoso.

Es lógico suponer que la única forma de acceder a este segmento extradural de la ACI es realizando la clinoidectomía.

C6 – SEGMENTO OFTÁLMICO

Es la porción de la arteria que se extiende entre el anillo dural distal y el origen de la arteria comunicante posterior. En ésta porción

nace la arteria oftálmica (AO) y la hipofisiaria superior (fotos 13-15/16). La primera nace en el 83% de los casos inmediatamente superior al anillo dural distal, en posición subdural antes del collar aracnoideo, en un 2% justo

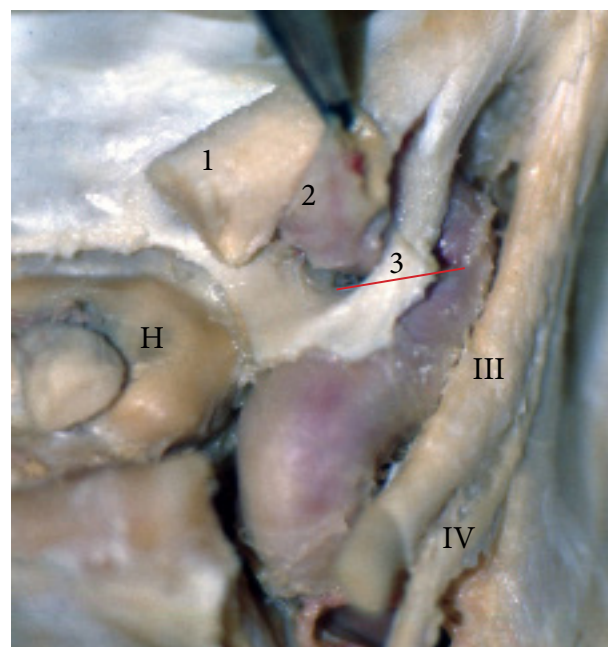
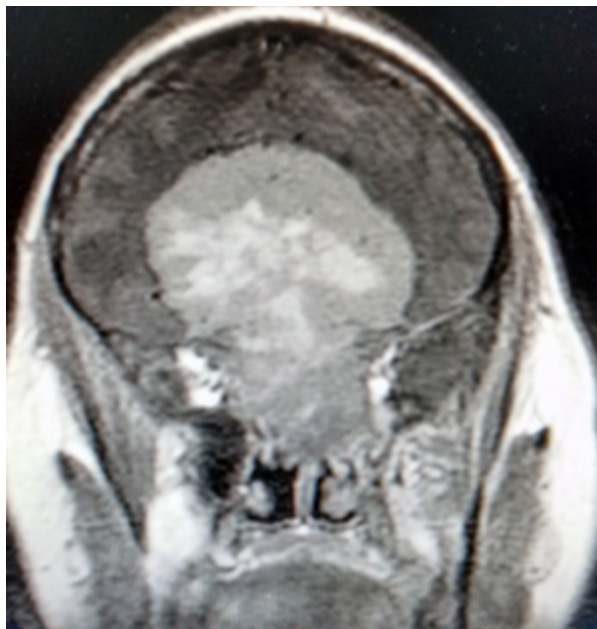


Foto N° 13-12 : Cavum carotídeo (flecha roja) 1- Nervio óptico 2- Arteria carótida 3- Anillo dural superior H: hipófisis.



Fotos N° 13-13/14 : meningioma gigante de la fosa anterior. Obsérvese a derecha la oftálmica (O) y la marcada hipertrofia de las arterias etmoidales que forman una especie de blush en la base del tumor.

superior al anillo dural distal, en un 6,5% subaracnoidea (1 mm dentro del collar aracnoideo) y en el 7,5% tendría un origen intracavernoso. Ha sido también descrito un origen interdural, es decir a la altura del anillo dural y cursando dentro de la dura. Es importante reconocer ésta variante, cuando la oftálmica no es vista intraduralmente, usando el doppler para no lesionarla cuando se secciona el anillo dural. La AO nace de la cara superior de la arteria haciéndolo del lado medial en el 73% de los casos, del

centro de dicha cara superior en el 21% y del lado lateral en el 5% de los casos (foto 13-18). En la vida embrionaria la AO resulta del balance de 3 arterias que luego retrogradan (esquema 92):

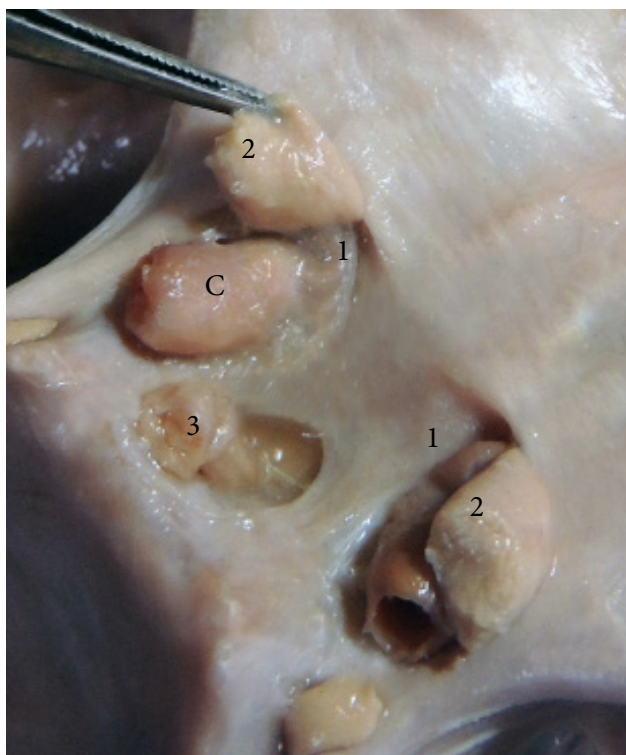


Foto N° 13-15 : Origen habitual de la oftálmica (1), sobre la cara súpero-medial de la carótida (C) 2- Nervio óptico. 3- Tallo hipofisiario

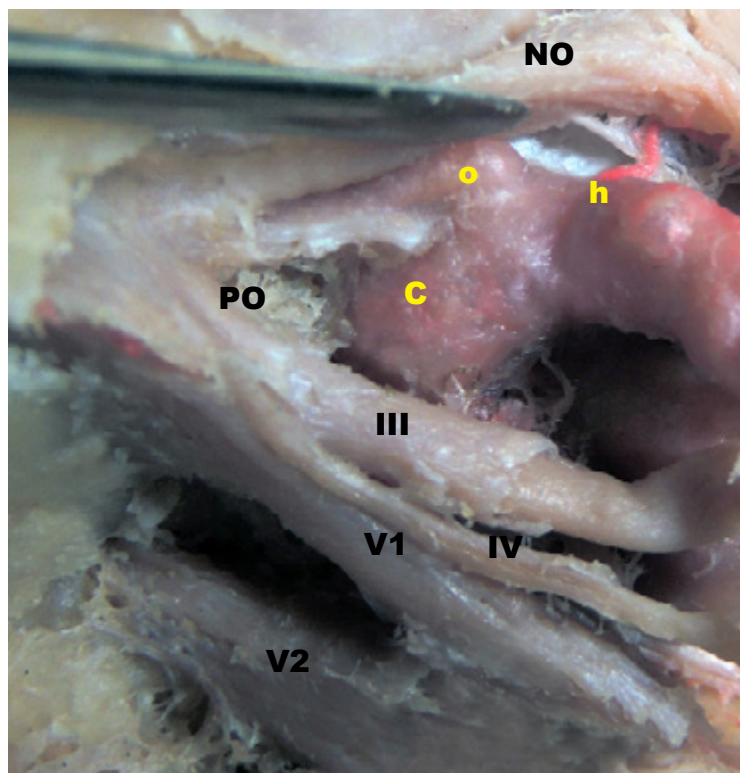


Foto N° 13-16 : La carótida (C) suministra la oftálmica (o), la cual se introduce junto con el nervio óptico (NO) en el canal del mismo nombre. El pilar óptico (PO) separa a dicho canal de la fisura orbital superior, a la cual se dirigen los pares III, IV y la primera rama del trigémino (V1). Se visualiza medialmente la hipofisiaria superior

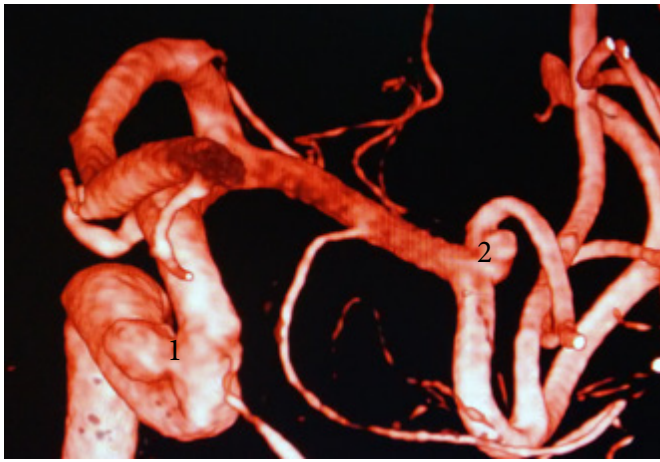


Foto N° 13-17 : Aneurisma clinoideo (1). Se observa un segundo aneurisma en la bifurcación silviana (2)

- 1- Arteria oftálmica dorsal: nace a nivel del origen del tronco ínferolateral, desde el seno cavernoso, entrando a la órbita, a través de la fisura orbital superior.
- 2- Arteria oftálmica ventral: desde carótida supraclinoidea o arteria cerebral anterior, ingresando a la órbita por el canal óptico uniéndose a la oftálmica dorsal.
- 3- Arteria meníngea media: en la vida fetal nace de la arteria estapedial, pero luego se transfiere al territorio de la maxilar interna (ver arriba arteria estapedial). Desde la meníngea media irriga la órbita vía la arteria



Foto N° 13-18 : los nervios ópticos han sido seccionados y desplazados hacia arriba. Nótese, que a izquierda la oftálmica (1) tiene un origen clásico sobre la cara súpero-medial de la carótida, mientras a derecha lo hace más lateralmente. 2-Arteria hipofisiaria superior dirigiéndose al tallo hipofisiario (th)

meningo-orbital.

Estos sistemas retrogradan con el desarrollo, para formar la AO del adulto. Puede ocurrir que persista alguna de estas ramas embrionarias tomando el predominio de la irrigación de la órbita. Así la arteria oftálmica dorsal puede persistir entrando a la órbita mediante la FOS (0,4%) o bien puede persistir la meningo-orbital a partir de la rama esfenoidal de la meníngea media. Esta última variante es más frecuente (1,45%) y entra a la órbita ya sea por la FOS o bien por el foramen meningo-orbital o de Hyrtl. Si la oftálmica nace desde la meníngea media y pasa por este foramen, dicha arteria podría lesionarse en el curso de un abordaje pterional. También se puede producir ceguera en el caso de embolización de la maxilar interna, con la consiguiente oclusión de la arteria meningo-orbital. El foramen de Hyrtl si bien no es constante, tiene una alta frecuencia (de 30 al 82%) y suele ubicarse en el ala mayor del esfenoides cerca del ángulo súperolateral de la FOS. Normalmente sirve para el paso de la rama orbital de la meníngea media que se va a anastomosar con la rama recurrente meníngea de la lacrimal. Es importante mencionar que puede coexistir una oftálmica normal con una arteria meningo-lacrimal destinada al saco lacrimal y la misma coexistencia se

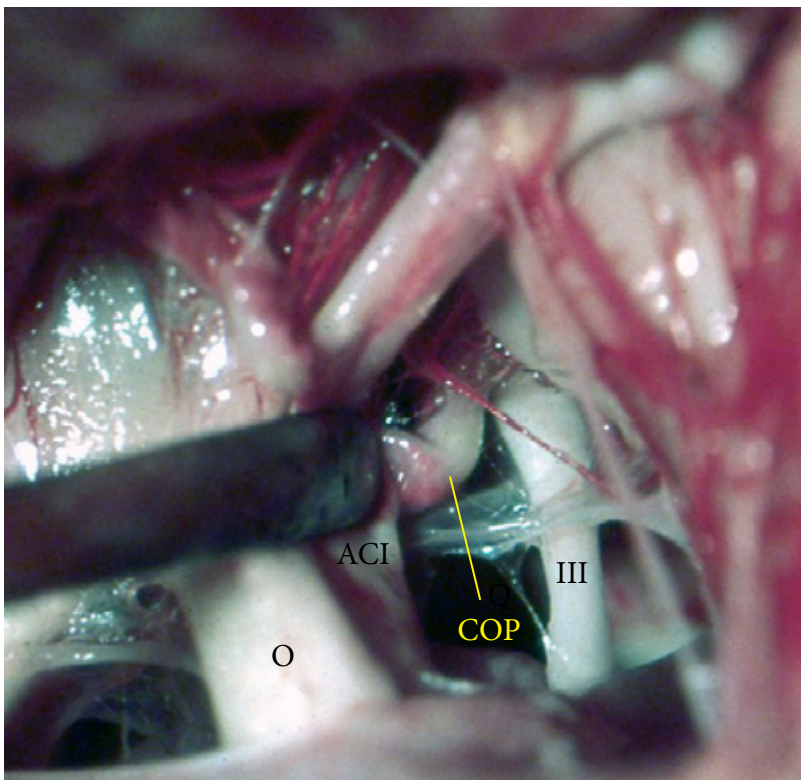


Foto N° 13-19 : se observa el nacimiento de una voluminosa comunicante posterior fetal (COP), desde la carótida (ACI). Rapidamente la arteria se hace satélite del III par.

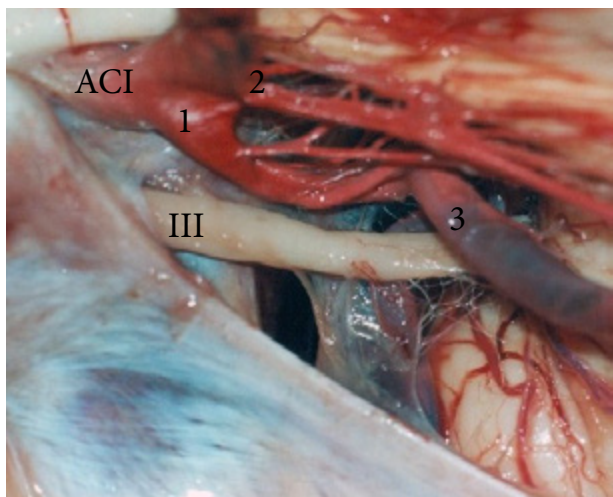


Foto N° 13-20 : se observan la comunicante posterior (1) y la coroidea anterior (2) naciendo de la carótida interna (ACI), 3- Arteria cerebral posterior

puede dar entre la oftálmica y la oftálmica dorsal irrigando ambas diferentes zonas de la órbita. Menos frecuente es la persistencia de la oftálmica ventral naciendo de A1.

La otra rama que nace en este segmento es la hipofisiaria superior, que nace de la cara medial o pósteromedial de la ACI en los 5 mms siguientes al nacimiento de la oftálmica. Hay un promedio de casi 2 ramas (1,8) por carótida con un diámetro de 200 a 250 micras. El patrón

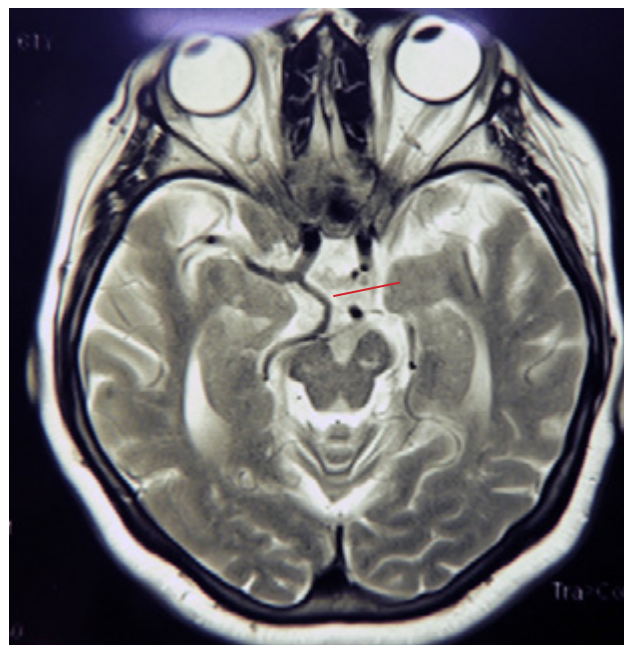


Foto N° 13-21 : resonancia magnética en la cual se observa una voluminosa comunicante posterior fetal.

de distribución es de 2 tipos: ya sea una rama única más gruesa con distribución en candelabro al tallo hipofisiario, nervio óptico y quiasma o bien 2 o 3 ramas pequeñas, con terminación directa.

C7- PORCION COMUNICANTE POSTERIOR

Se extiende desde el origen de la arteria comunicante posterior (COP), hasta el nacimiento de la coroidea anterior. La COP en 2/3 de los casos nace de la cara posterior de la ACI, en un 26% lo hace de su cara pósterolateral y muy raramente de la cara anterior de la arteria. La longitud

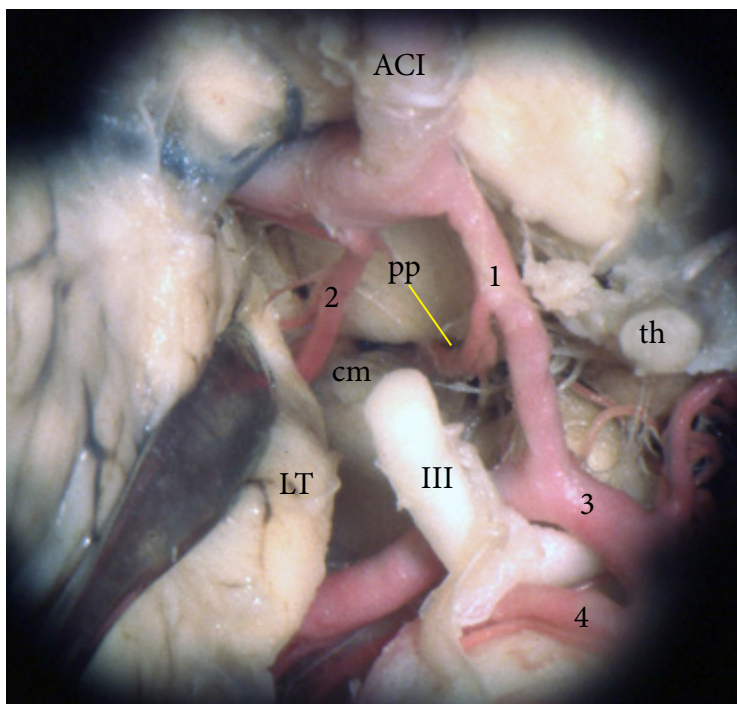


Foto N° 13-22 : La comunicante posterior (1) tiene como ramo principal al pedículo o arteria pre-mamilar (pp), el cual ingresa por delante del cuerpo mamilar (cm). 2- Arteria coroidea anterior 3- Cerebral posterior 4- Cerebelosa superior. El III par pasa entre la pinza vascular. LT: lóbulo temporal. th: tallo hipofisiario.



Foto N° 13-23 : Angiotomografía cerebral. Se observa un aneurisma (A) con una comunicante fetal (1). Esta combinación es frecuente y debe ser tomada muy en cuenta dado que, la oclusión inadvertida de la COP fetal generará un severo daño neurológico.

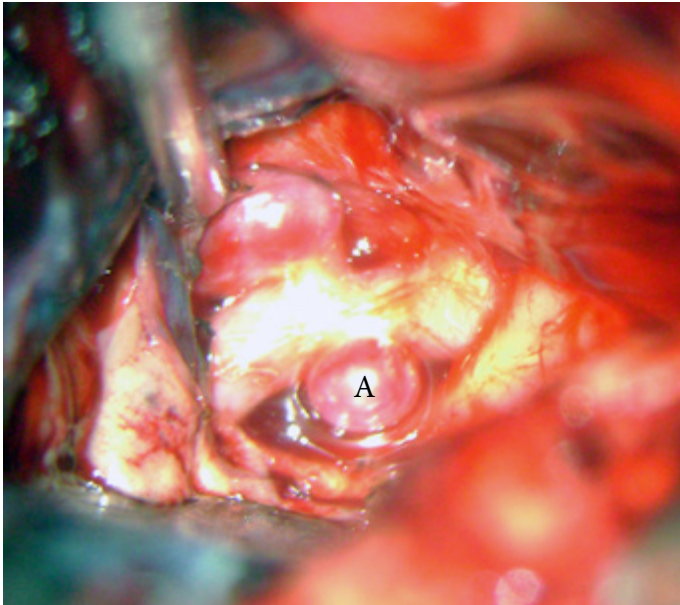


Foto N° 13-24 : Caso poco frecuente de aneurismas (A) situados en lados opuestos de la arteria carótida. O: nervio óptico.

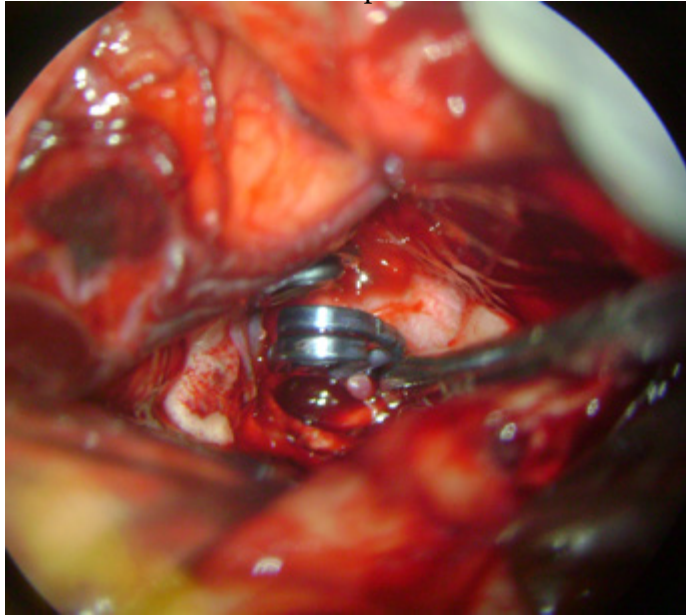
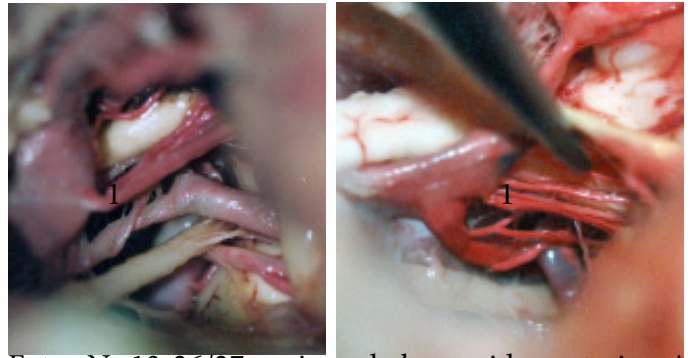


Foto N° 13-25 : ambos aneurismas han sido clipados
promedio del vaso desde su nacimiento en la carótida hasta su unión con la cerebral posterior es de 11-12 mms. De acuerdo a su importancia en relación a la irrigación del circuito posterior la COP puede ser del tipo clásico o del tipo fetal (foto 13-19 y 13-21)). Esta última se observa entre un 25 a 40% de los casos. Su presencia se asocia a un segmento P1 hipoplásico homolateral. Es frecuente la hipoplasia de la arteria (35%), no obstante es necesario recordar, que aun en esta condición, la comunicante suministrará perforantes en número y calibre igual a un vaso de tamaño normal.

La arteria nace en la cisterna carotídea y perfora la membrana de Liliquist acompañada de su propia vaina de aracnoides, para ingresar a la cisterna interpeduncular. El III par la acompaña y se ubica inferolateralmente al vaso.



Fotos N° 13-26/27 : origen de la coroidea anterior. A izquierda, nacimiento como tronco único y colaterales a los pocos mms. A derecha se observan 2 ramas desde el origen y otro ramo carotídeo por arriba

Un promedio de 7 ramas nacen de la cara superior o lateral de la comunicante, siendo mayor la riqueza de perforantes en los 2/3 anteriores de la arteria, de manera tal que, puede usarse el 1/3 posterior para clipado transitorio o aún para sección y movilización del vaso. El conjunto de vasos penetrantes (complejo vascular premamilar) en número de 3 a 5, ingresa en la sustancia perforada paramediana, área triangular limitada por el tuber cinereum y cuerpo mamilar medialmente, el quiasma óptico anterolateralmente y los pedúnculos cerebrales posterolateralmente. La mayor, más constante y más larga perforante de estos vasos, es la arteria premamilar (foto 13-22) (también llamada talamo-tuberal o mamilo-talámica) la cual puede ser única (70%) o doble (30%). La importancia de este vaso se ve reflejada, en el hecho que puede alcanzar un diámetro de 500 a 600

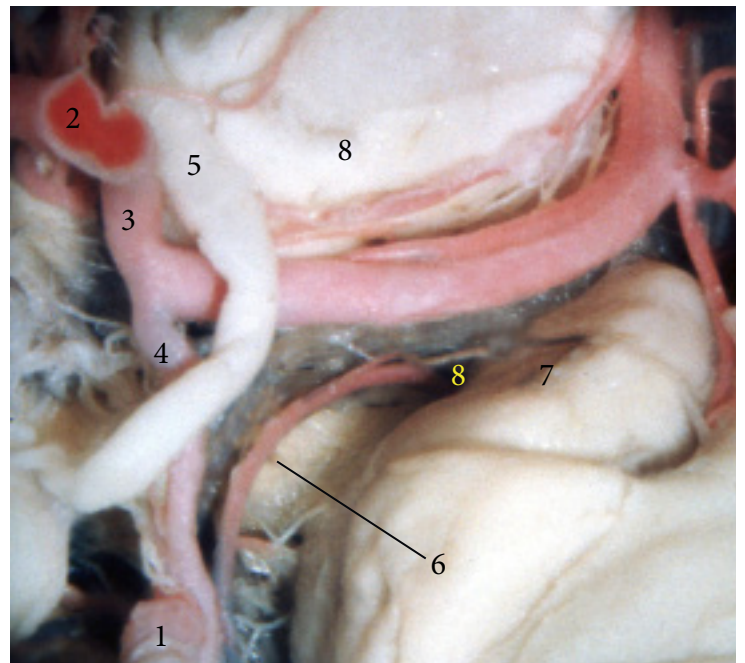
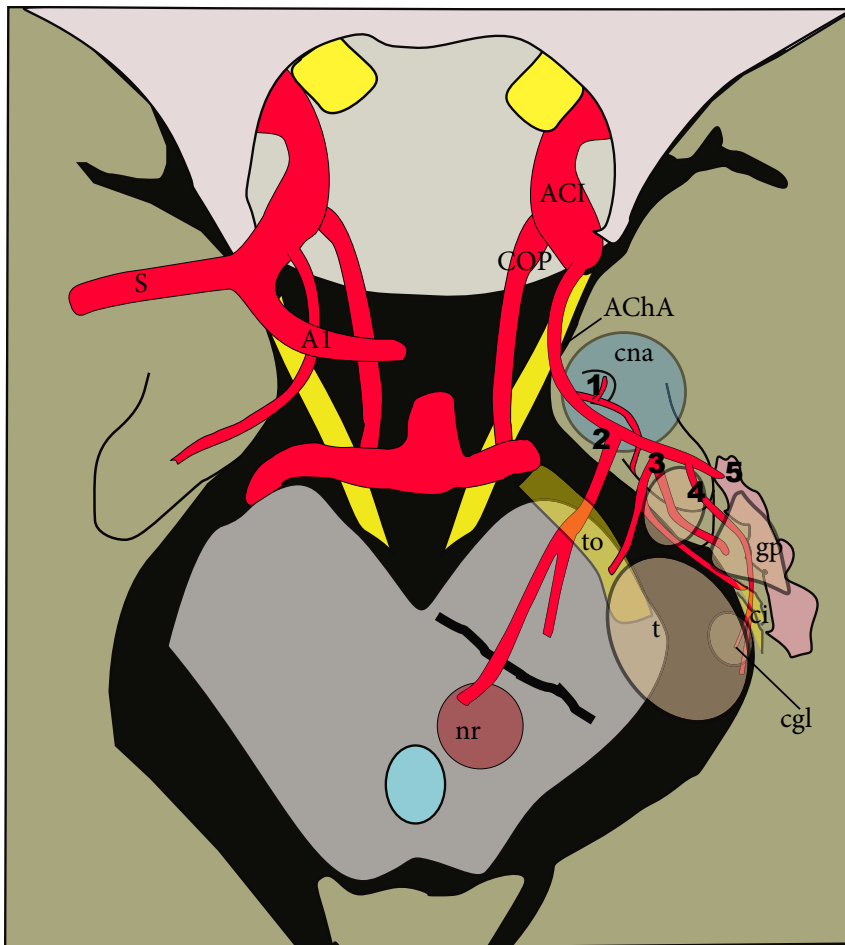


Foto N° 13-28 : Base del cerebro visto desde abajo. La coroidea anterior (6) se dirige, luego de nacer en la carótida (1) hacia la cisterna crural (8), cabalgando sobre el uncus (7). 2-Tronco basilar 3- Arteria cerebral posterior 4- Arteria comunicante posterior 5-III par.



Esquema N° 93 : arteria coroidea anterior (AChA) con su distribución. 1- ramos laterales témporo-mesiales, con un grupo anterior de ramos para el giro semilunar y ambiens y otro posterior, que alcanza el surco uncal. 2- ramos mediales, pedunculares hacia el 1/3 medio del pedúnculo cerebral hasta el núcleo rojo (nr) 3- Ramos superiores para el tracto óptico (to), 2/3 mediales del globo pálido (gp) y brazo posterior de la cápsula interna (ci) 4- Ramos posteriores al cuerpo geniculado lateral (cgl) y ocasionalmente núcleos ventral lateral y ventral anterior del tálamo (t). cna: complejo nuclear amigdalino.

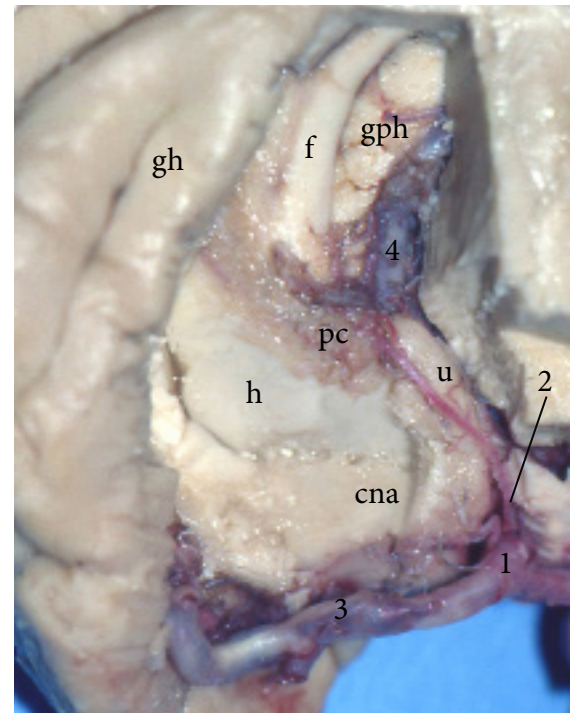


Foto N° 13-29 : la coroidea anterior (2), cabalga sobre el uncus (u), para alcanzar el extremo anterior del plexo coroideo (pc). Se observan el giro parahipocampal (gph), la fimbria (f), el hipocampo (h), el complejo nuclear amigdalino (cna) y el giro de Heschl en un plano superior. 1- Arteria carótida interna 3- Arteria cerebral media 4- Arteria cerebral posterior en la cisterna ambiens.

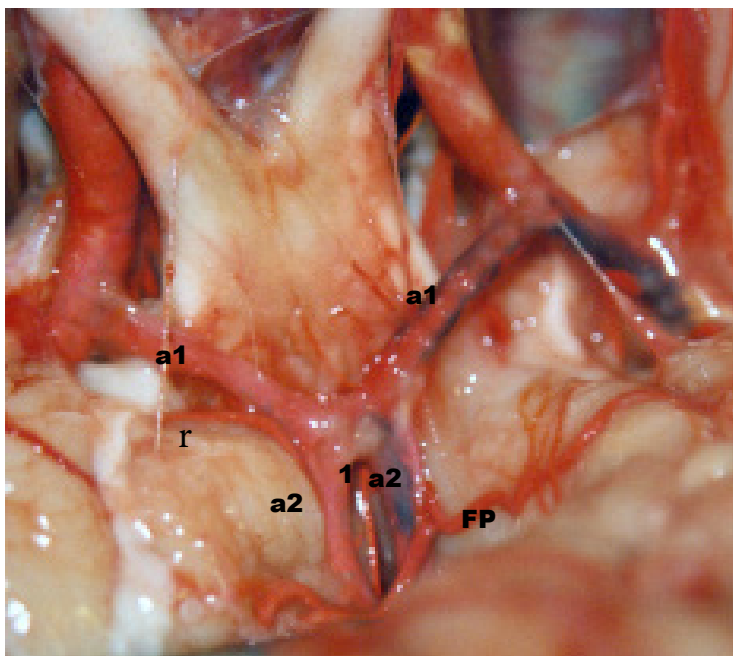


Foto N° 13-30 : arteria comunicante no fenestrada. En 1 se ve una voluminosa arteria precallosa. FP: arteria frontopolar; r: recurrente de Huebner.

micras y una longitud mayor a 12 mms. La premamilar irriga el piso del tercer ventrículo, incluyendo cuerpos mamilares, hipotálamo, tracto óptico, núcleo anterior del tálamo (60 a 70% de los casos mediante una arteria polar) y los pedúnculos cerebrales.

C8 – PORCION COROIDEA

Desde el nacimiento de la arteria coroidea anterior (AChoA) hasta la bifurcación carotídea. La AChoA nace de la ACI en un punto, en general equidistante, tanto del origen de la COP, como de la bifurcación carotídea. Por lo común entre 2 a 5 mms de cada una de estos reparos anatómicos. Si bien en un 96 a 99%, según el trabajo anatómico que

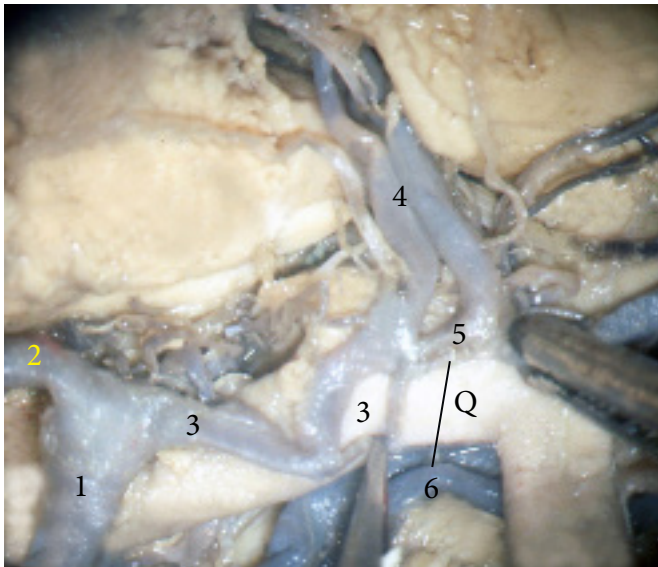


foto N° 13-31 : Se observa fenestra distal en A1 (3). Esta variante anatómica se asocia frecuentemente a aneurismas de A1. 1- Carótida interna 2- Art. cerebral media. 4- Segmento A2 5- Comunicante anterior que también presenta fenestra (6). Q: quiasma óptico

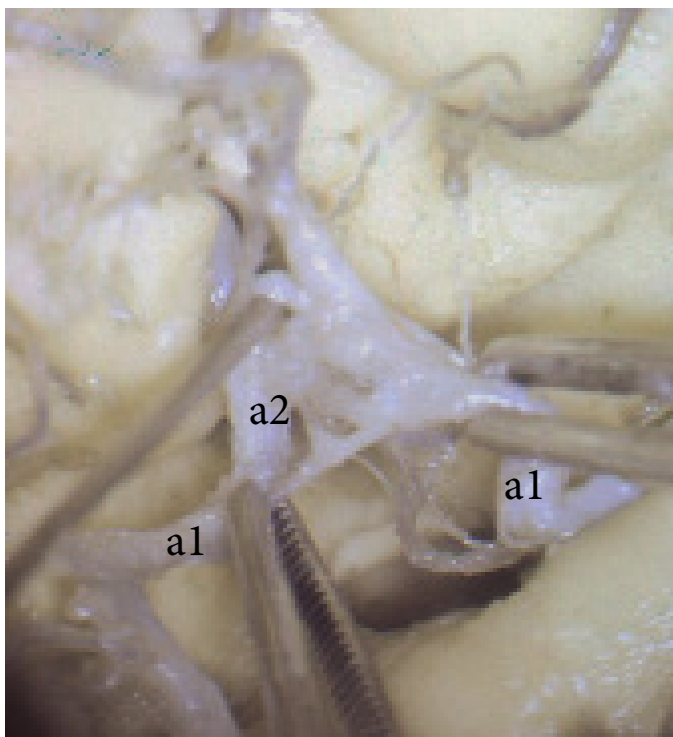


Foto N° 13-33 : comunicante anterior plexual.

uno tome en cuenta, nace de la ACI, se la ha descrito naciendo de la bifurcación carotídea o aún de la COP o de la arteria cerebral media. También hay descripciones de hallazgos de transposición de la COP y de la AChoA, o sea aquella naciendo, con su territorio correspondiente, distal a la AChoA.

Es usual observar la confusión de la AChoA con la arteria uncal, que algunos autores han tomado como la coroidea. En realidad la uncal generalmente, es una rama temprana de la silviana.

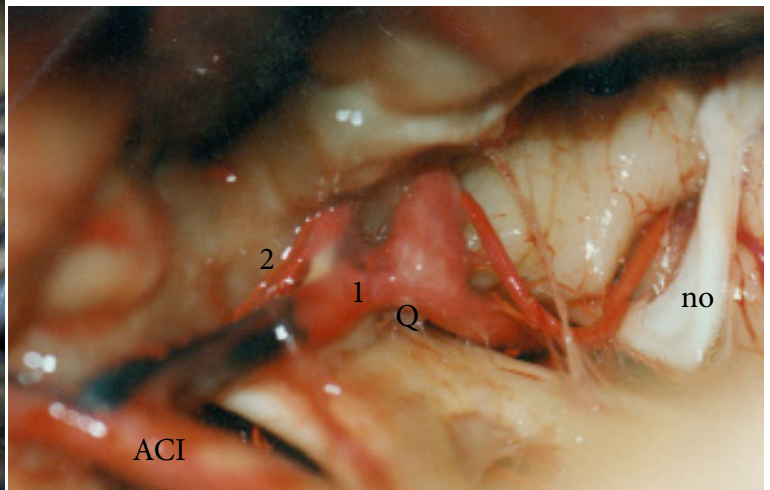


Foto N° 13-32 : comunicante anterior (1) con pequeña fenestra. 2- Arteria recurrente de Heubner. ACI: arteria carótida interna. no: nervio olfatorio Q: quiasma óptico.

El nacimiento como tronco único o bien su duplicación de origen es un tema controvertido (fotos 13-26/27). Así para Yasargil habría 70% como tronco único y 30% con 2 a 4 ramos independientes. Merandi, Lasjaunias y Berenztein, consideraron que alguno de esos vasos dobles desde el origen, corresponderían a algún ramo uncal y no al territorio de la AChoA. Saeki y Rhoton hallaron tronco único en el 97% y Miranda y col en un 100%

El diámetro del vaso varía de 0,7 a 0,9 mms, y en relación a su trayecto se reconoce un segmento cisternal y otro plexual (foto 13-29). En el primero, que mide aproximadamente 25 mms, se ubica pósteromedialmente, en la cisterna carotídea, paralelo al tracto óptico, ingresando a la

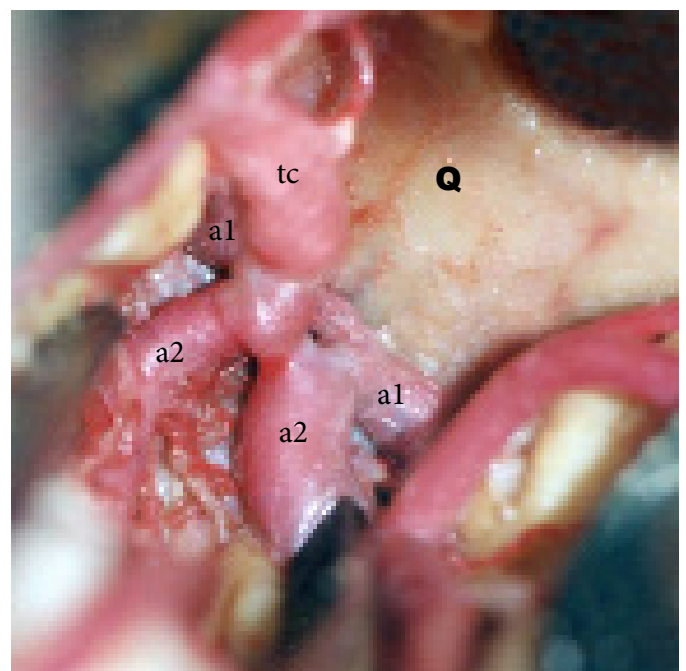
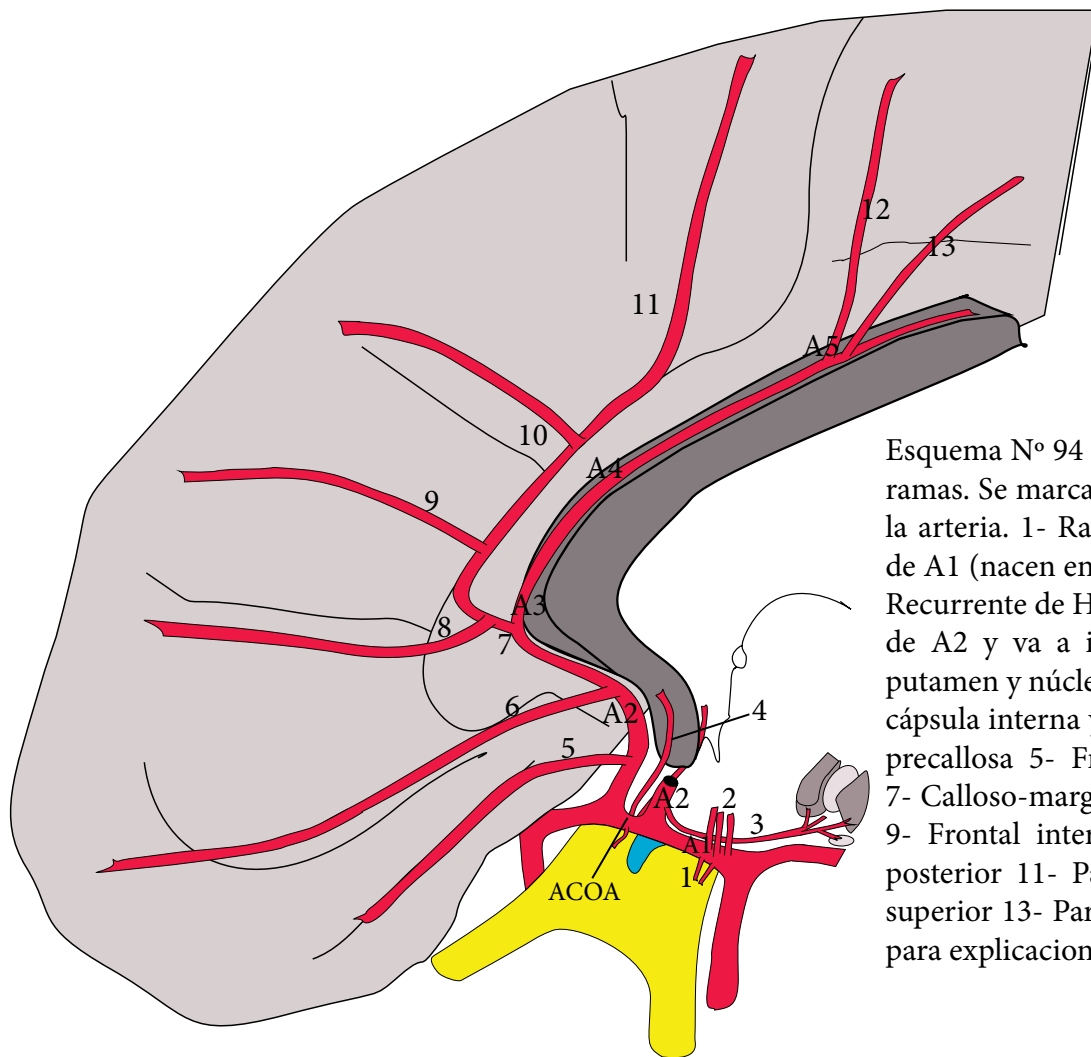


Foto N° 13-34 : Sobre el quiasma (Q), se visualiza una comunicante fenestrada. Nótese el tronco común (tc) de la fronto-orbitaria y la frontopolar.



Esquema N° 94 : Arteria cerebral anterior y sus ramas. Se marcan los segmentos de A1 a A5 de la arteria. 1- Ramos al quiasma 2- Perforantes de A1 (nacen en los primeros mms del vaso) 3- Recurrente de Huebner, que nace generalmente de A2 y va a irrigar porciones ventrales del putamen y núcleo caudado, brazo anterior de la cápsula interna y núcleo accumbens. 4- Arteria precallosa 5- Fronto-orbitaria 6- Frontopolar 7- Calloso-marginal 8- Frontal interna anterior 9- Frontal interna media 10- frontal interna posterior 11- Paracentral 12- Parietal interna superior 13- Parietal interna inferior (ver texto para explicaciones)

cisterna crural, montándose en el uncus, corriendo sobre el surco semilunar. La AChoA suministra en este segmento de 5 a 15 ramas a la región témporo-mesial divididas en:

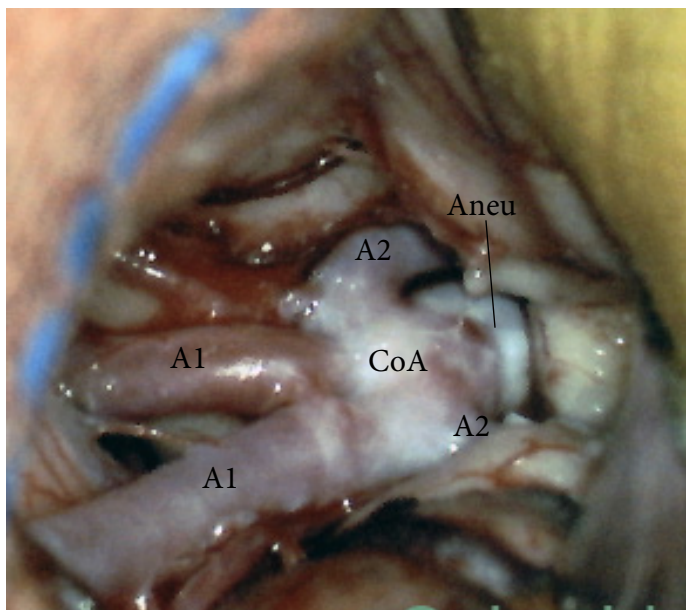


Foto N° 13-35 : Aneurisma de comunicante anterior (Aneu).

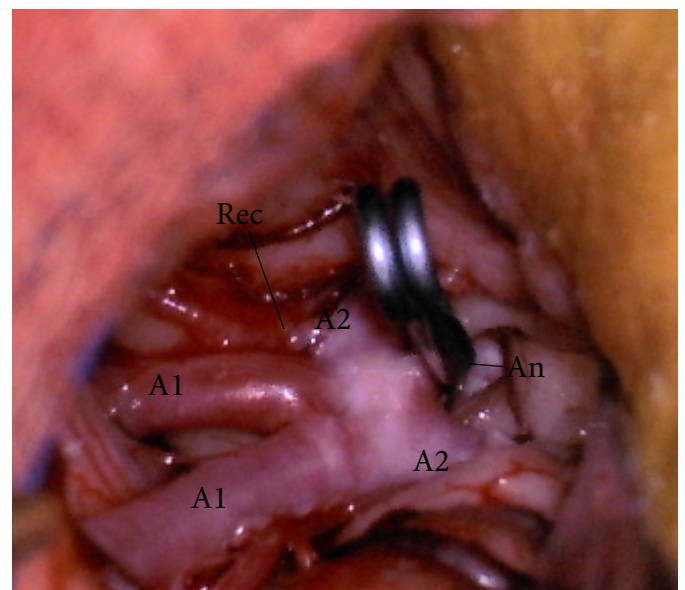
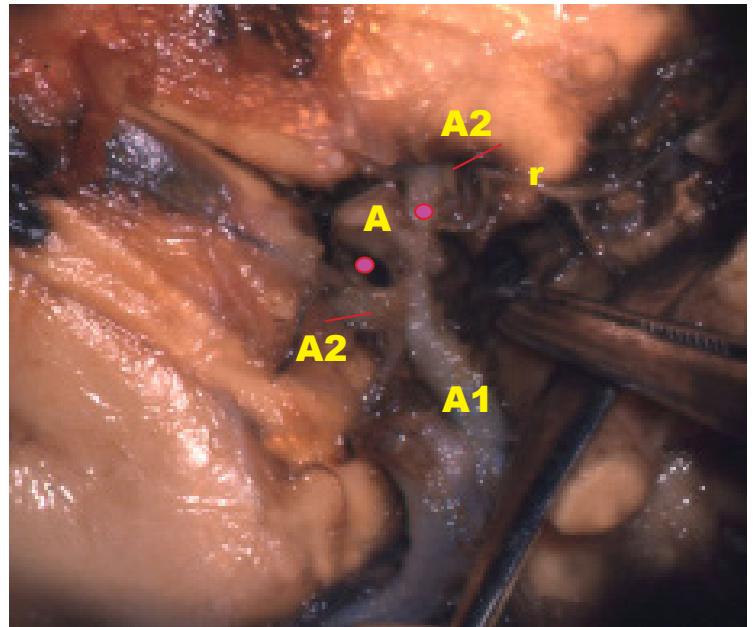
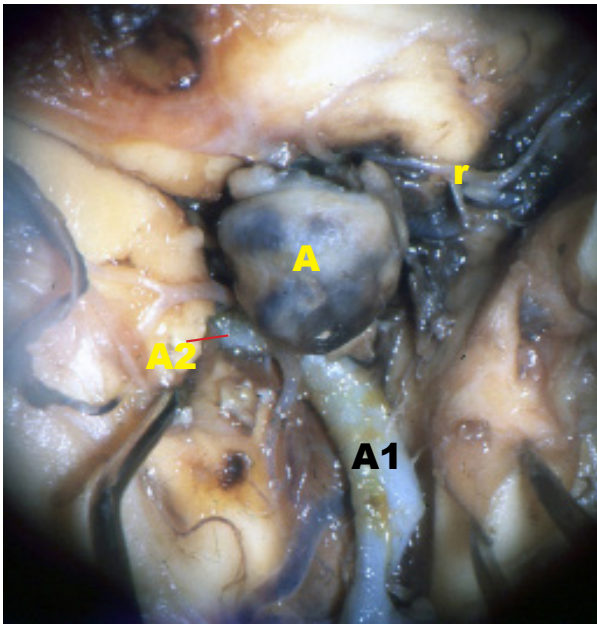


Foto N° 13-36 : el aneurisma (An) ha sido clipado. Nótese una importante recurrente de Huebner (Rec) naciendo de la primera porción de A2.



Fotos N° 13-37/38 : imagen de autopsia de un aneurisma de comunicante anterior (a la izquierda). A la derecha se ha resecado el aneurisma y se observa el cuello del mismo (A), se ve la A1 homolateral y ambas A2 (la A2 contralateral estaba tapada por el aneurisma) Los 2 puntos rosados marcan el cuello del aneurisma. Esta configuración del complejo cerebral anterior-comunicante con una A1 muy dominante y la otra A1 muy hipoplásica es común en casos de aneurismas, con este último apuntando en la dirección del flujo de la A1 dominante.

(esquema 93)

1-Ramos laterales a la región temporal medial con un grupo uncal anterior que irriga giro semilunar y giro ambiens y un grupo uncal posterior que desciende a lo largo de la

cintilla de Giacomini y alcanza el surco uncal (algunas de estas ramas irrigan la cara inferior del uncus penetrando el surco uncal y son llamadas unco-hipocampales.) Hay poca contribución de la coroidea a la región entorrinal. El resto de las ramas que suministra la coroidea anterior se desglosan como sigue:

2- Ramos perforantes: Superiores a quiasma, cintilla

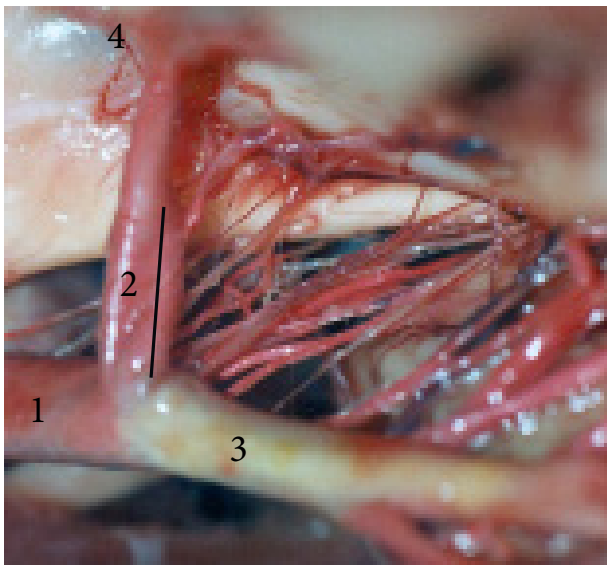
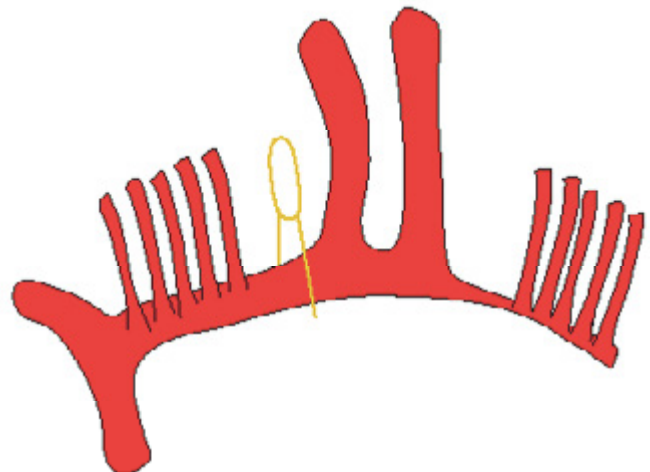


Foto N° 13-39 : La línea negra marca el sitio preferencial de origen de perforantes de A1 y como se ve, eso se produce en los primeros mms de la arteria. Por ende el clip transitorio debe colocarse distal en A1 cerca de la comunicante. 1-Arteria carótida interna 2- Arteria cerebral anterior (A1) 3-Arteria cerebral media 4-Arteria comunicante anterior.



Esquema N° 95 : a izquierda una porción A1 de calibre normal con sus perforantes, denotando que las mismas, nacen preferencialmente en los primeros mms de la arteria, por lo cual si debe usarse un clip transitorio este debe ser situado en la porción distal de la arteria. A derecha la arteria ha sido dibujada hipoplásica, no obstante lo cual da las perforantes habituales.

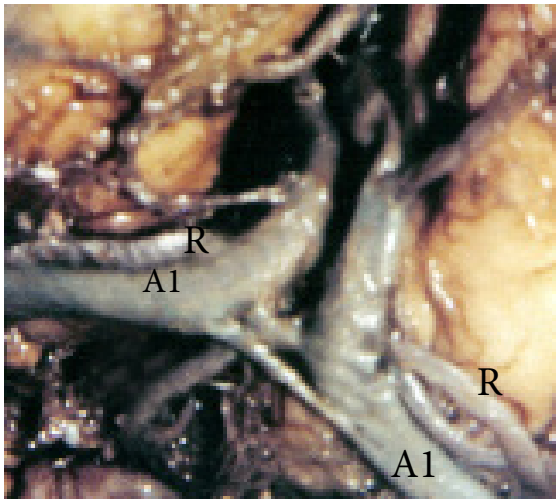
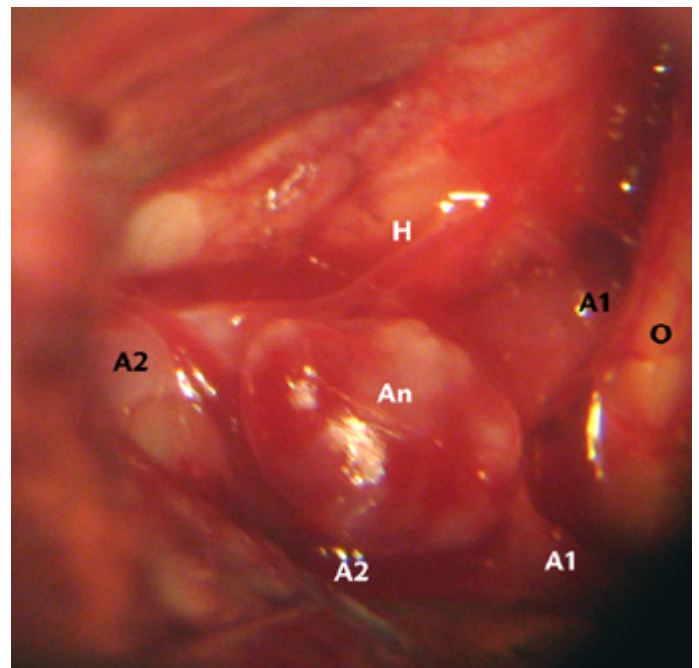
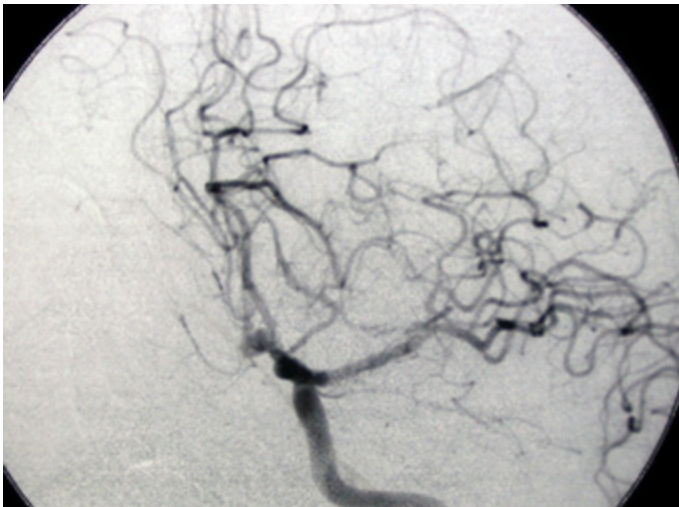


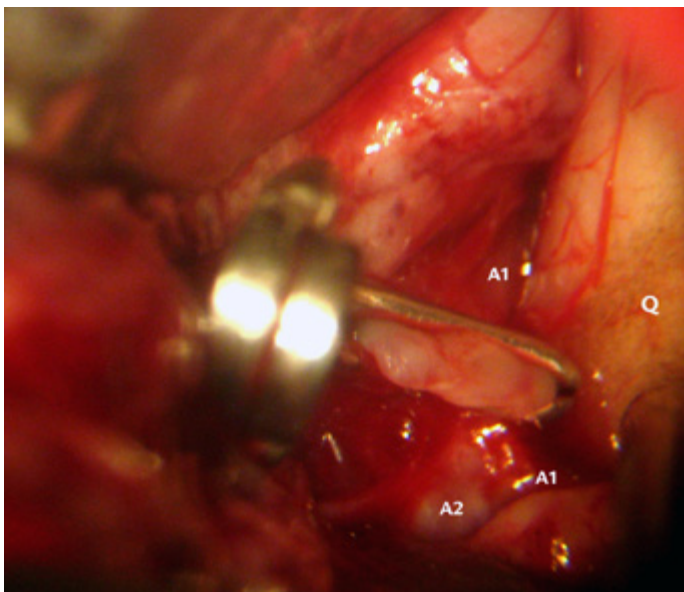
Foto N° 13-40 : Dos segmentos A1 de calibre similar se unen mediante una comunicante anterior fenestrada. A derecha se observa una recurrente (R) voluminosa, corriendo sobre A1. A izquierda la recurrente está duplicada.



Foto N° 13-41 : en este caso de arteria ácigos (1), a pesar de no haber A1 derecha, se observa la recurrente de Heubner derecha, naciendo de la ácigos y yendo hacia la sustancia perforada anterior, en la cual ingresa como la mayor de las perforantes mediales.



Fotos N° 13-42/44 : Aneurisma de comunicante anterior situado entre ambas A2. A la derecha imagen operatoria, se ven ambas A1 y ambas A2. Abajo imagen luego de clipada la lesión.



óptica, los 2 segmentos mediales del globus pallidus y los 2/3 posteriores del brazo posterior de la cápsula interna. (estos últimos ramos son inconstantes)

3- Mediales a 1/3 medio del pedúnculo cerebral, sustancia nigra, porción superior del núcleo rojo y una porción del subtálamo

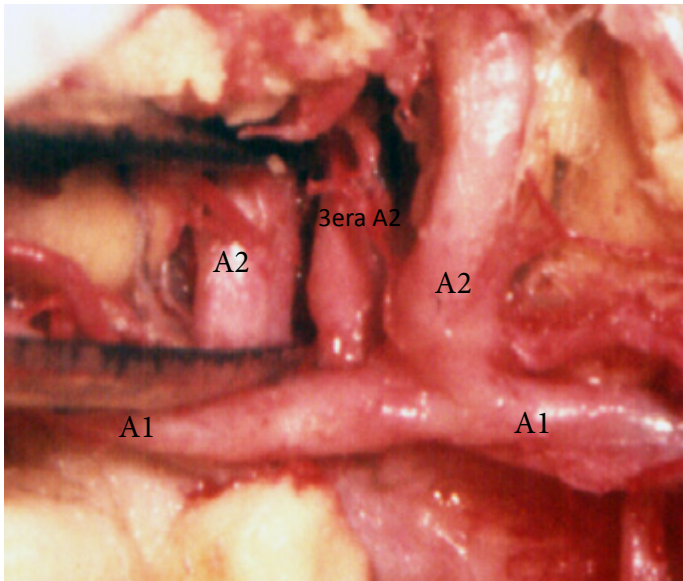


Foto N° 13-45: se observa una tercera A2 de voluminoso calibre naciendo de la comunicante anterior y corriendo entre ambas A2.

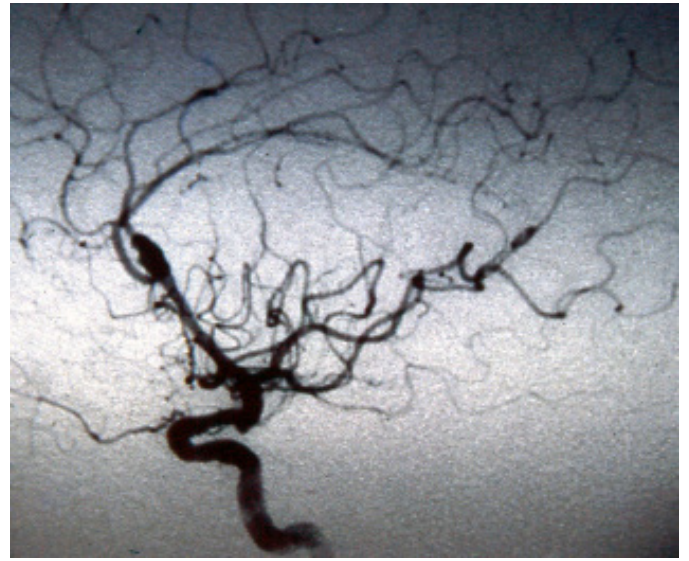


Foto N° 13-46 : arteria álgos con un aneurisma pericalloso. Esta asociación es frecuente.

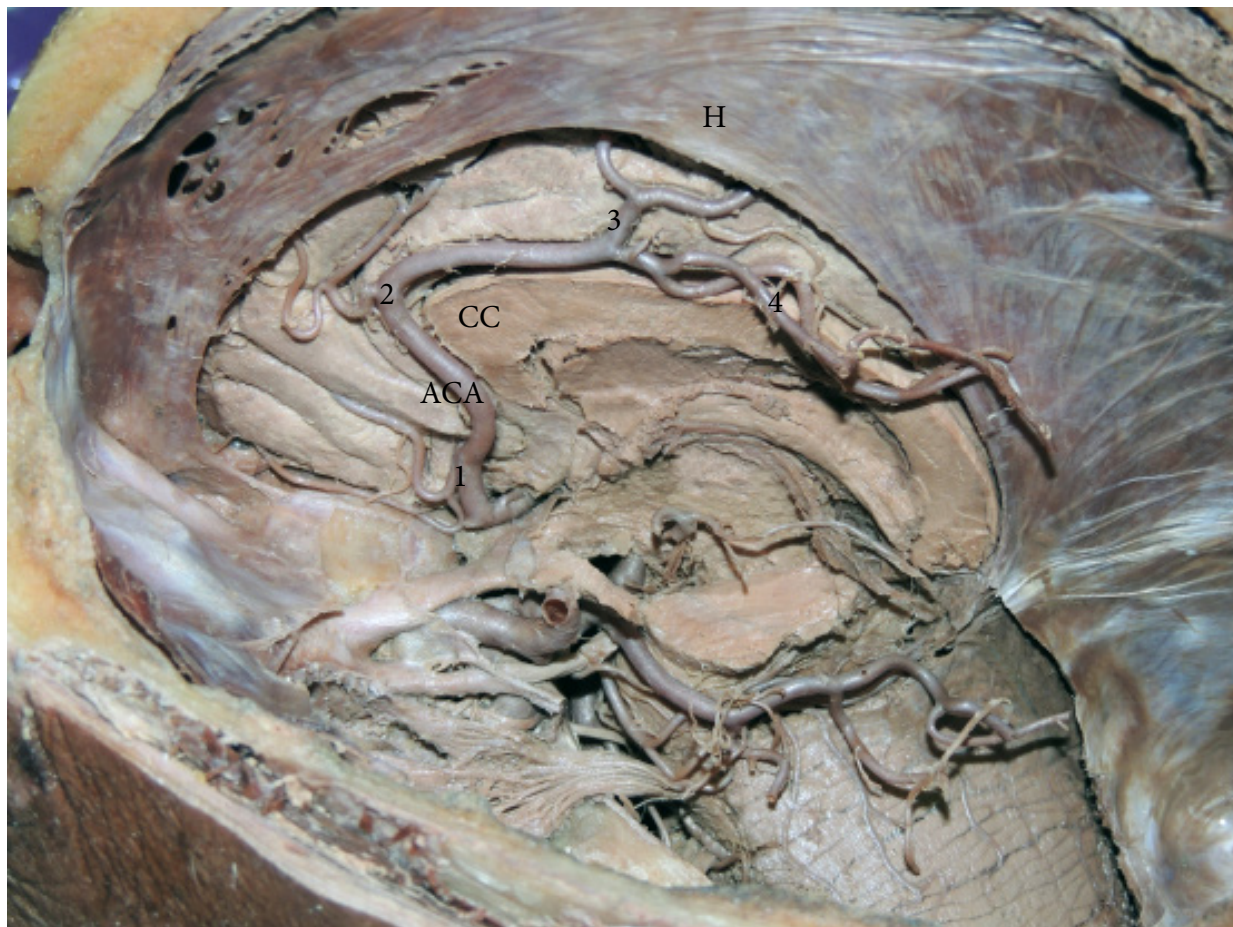


Foto N° 13-47 : La arteria cerebral anterior distal (ACA) rodea el cuerpo calloso (CC). 1- Tronco común de nacimiento de la fronto-orbitaria con la fronto-polar 2- Tronco de las frontales internas 3- Calloso-marginal 4- Nótese como la pericallosa suministra ramas al hemisferio que ha sido resecado. Esta es una contingencia común en el territorio de distribución de la pericallosa

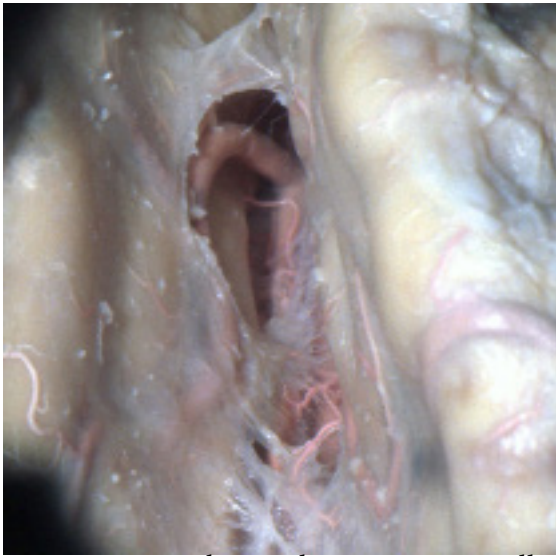
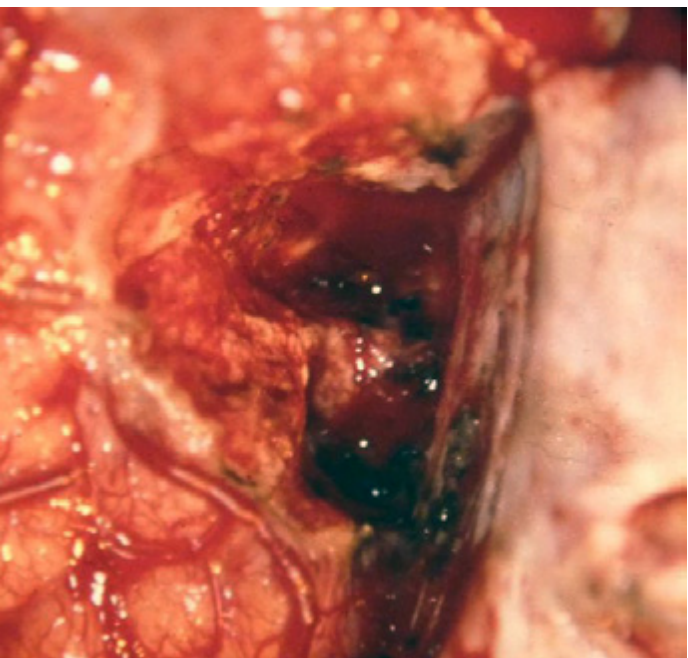
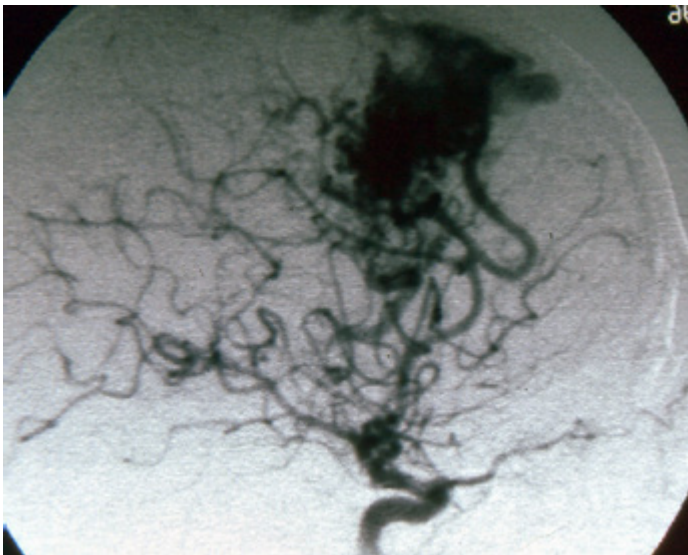


Foto N° 13-48 : se observa la cisterna pericallosa, con la pericallosa (p) y el origen de la calloso-marginal. Ese es el punto más frecuente de origen de aneurismas pericallosos.



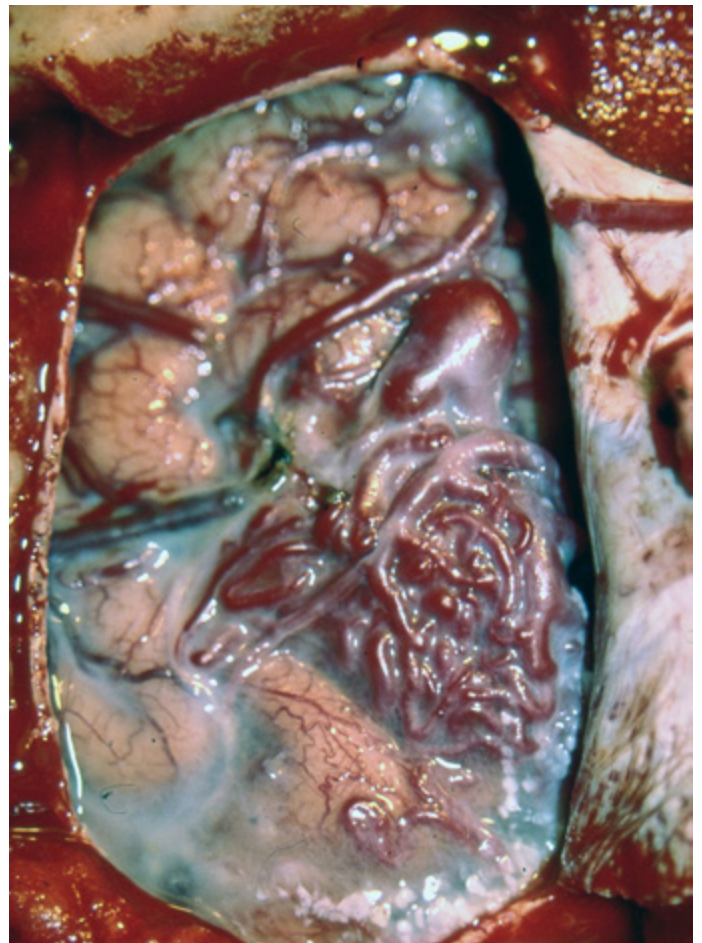
4- Posteriores: a cuerpo geniculado lateral y con menor frecuencia a porciones laterales de los núcleos ventral anterior y ventral lateral del tálamo.

5- 1 o 2 ramos coroideos, para el plexo coroideo.

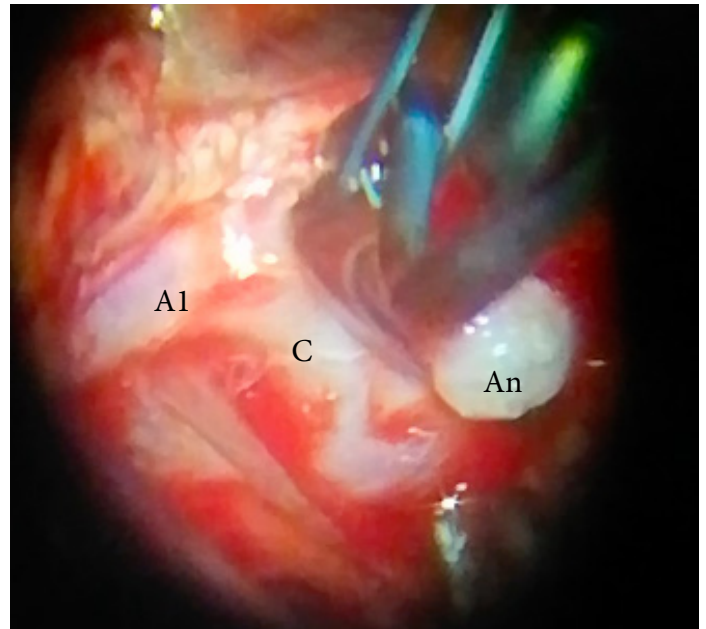
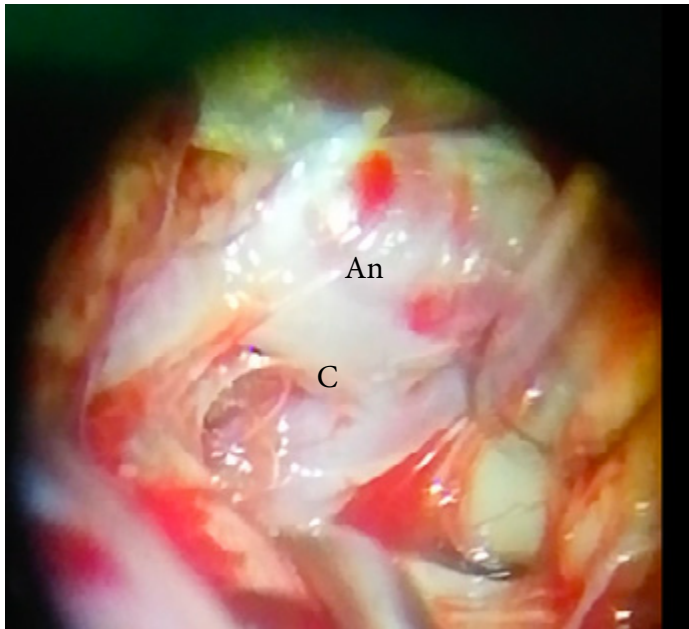
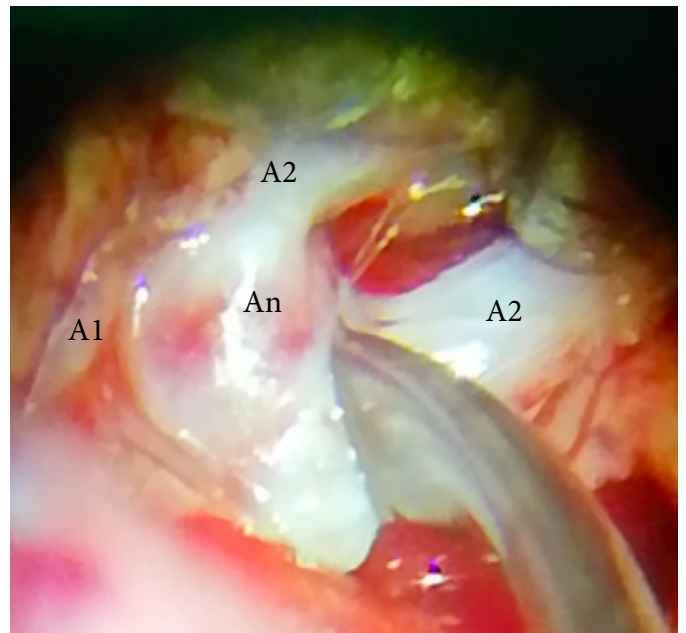
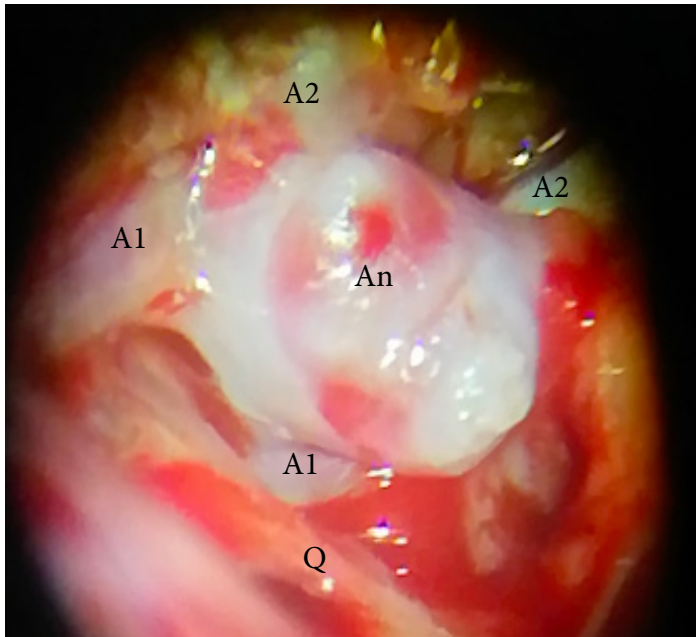
En el segmento plexual que inicia en el punto donde la AChOA alcanza el plexo coroideo, la arteria tiene un desarrollo inversamente proporcional al de las coroideas póstero-laterales

ARTERIA CEREBRAL ANTERIOR (ACA)

En el embrión de 28 a 30 días, la porción craneal de la carótida interna se divide en olfatoria medial (arteria olfatoria primitiva) y olfatoria lateral. La primera es el esbozo de la arteria cerebral anterior y la segunda origina la arteria estriada lateral (esbozo de la recurrente) y la



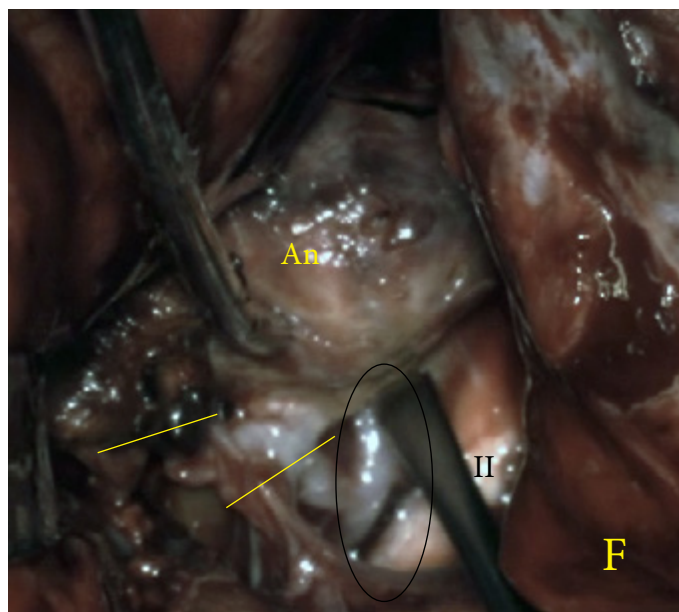
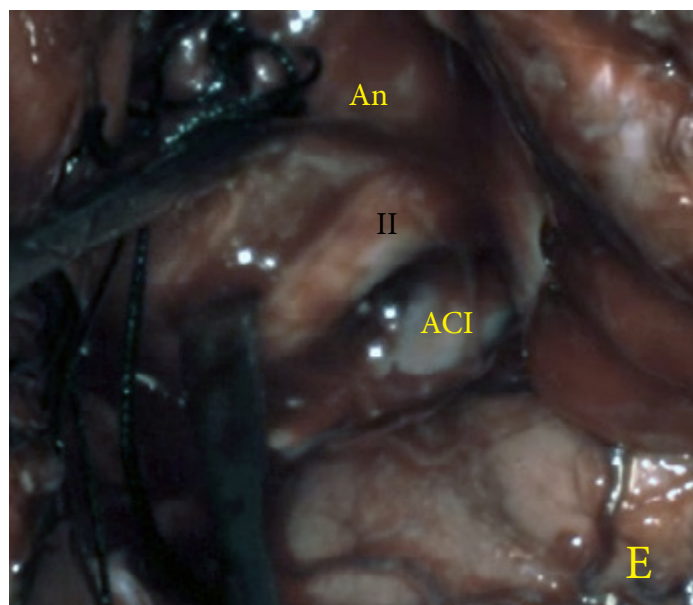
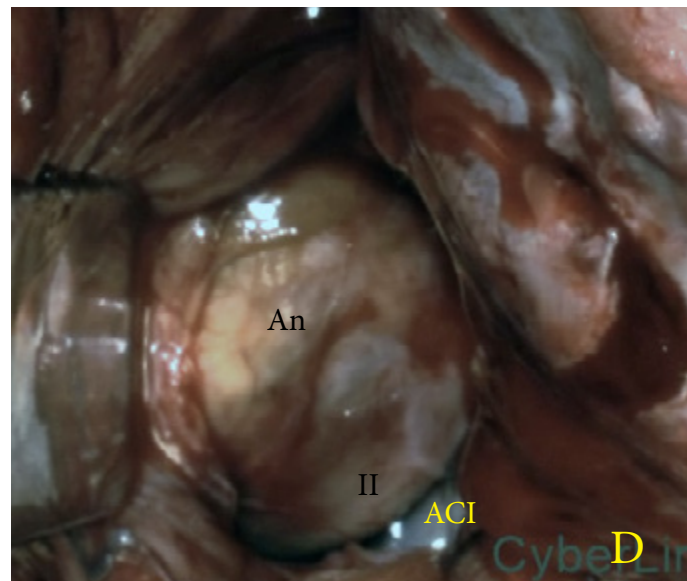
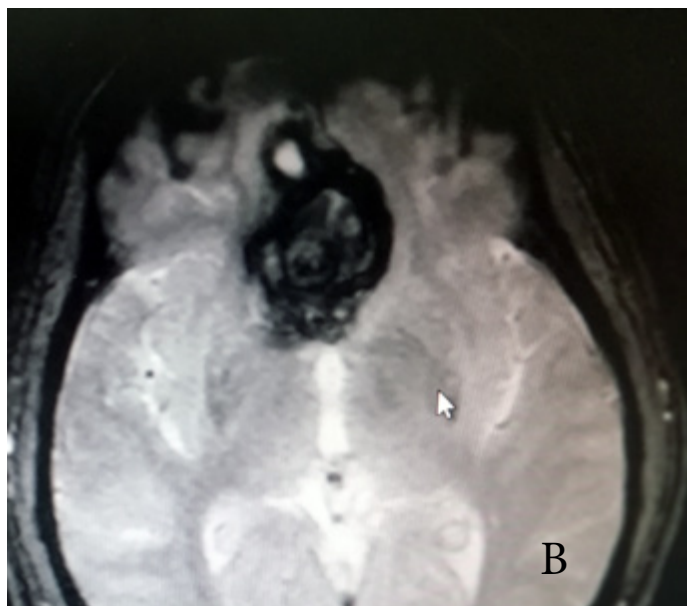
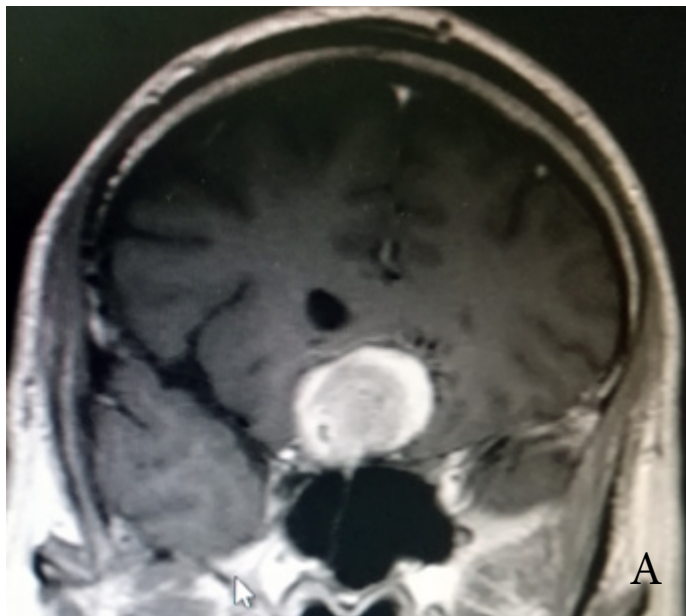
Fotos N° 13-49/51 : malformación arterio-venosa sobre cara medial del hemisferio con expresión en la convexidad. El nido es alimentado principalmente por la pericallosa y la calloso-marginal. Arriba se observa el nido compacto y a la izquierda el lecho quirúrgico luego de resecada la malformación.



Fotos N° 13/52-55: imagen clásica de aneurisma (An) de comunicante anterior proyectado hacia adelante sobre el quiasma (Q) Arriba a la izquierda se ve el aneurisma y todas las ramas del complejo. Arriba a la derecha la malformación es reclinada hacia abajo mostrando claramente ambas A2. En el medio a la izquierda al llevar el fundus hacia arriba pueden verse ambas A1 y la comunicante. Se observa una perforante (P) de calibre importante. Puede notarse también una recurrente (R) de pequeño calibre. En el medio a la derecha el aneurisma ha sido clipado visualizándose ambas A1 y la comunicante.

arteria telencefálica posterior (esbozo de la corioidea anterior) La arteria olfatoria primitiva hacia el día 40 a 48 de vida intrauterina, da 2 ramas: la arteria principal de la fosa nasal y el esbozo de la cerebral anterior. Hacia el fin de este estadio, dicho esbozo se reúne con el del lado opuesto mediante un plexo, que va coalesciendo para formar la futura comunicante anterior, como un vaso único. La presencia de dicho plexo explicaría las amplias variaciones observadas a nivel de ese vaso comunicante, que van desde una simple fenestra a una configuración verdaderamente plexual (fotos 13-32/33).

La cerebral anterior es el ramo medial de la bifurcación carotídea, el cual a poco de su nacimiento cruza sobre el nervio óptico o el quiasma, situándose bajo la cara orbitaria del lóbulo frontal, en un ángulo de 40 a 60°, en relación al plano ántero-posterior. Tiene una longitud promedio de 15 mms y suele presentar variantes en exámenes post-mortem como hipoplasia (10%, ya veremos, que la hipoplasia es mucho más frecuente en los casos de aneurisma de comunicante anterior), aplasia (2%), fenestración (0-4%) (foto 13-31 y 13-37/38) la cual se asocia frecuentemente a aneurisma en el extremo proximal de la fenestración.





Fotos N° 13-56/62 : Secuencia A-G. Aneurisma gigante de comunicante anterior, parcialmente trombosado, el cual sin embargo presentaba signos de sangrado. El paciente estaba amaurotico de su ojo derecho. En D se observa el óptico (II) francamente comprimido por el aneurisma (An). ACI: arteria carótida interna. En E el aneurisma ha sido vaciado parcialmente y es despegado del nervio. El aneurisma es levantado (F) y se disecan ambas axilas (líneas amarillas) El círculo negro muestra la anatomía vascular, la cual muestra similitud con la anatomía angiográfica (círculo rojo en C) En G el aneurisma ha sido clipado, con preservación de la vasculatura normal.

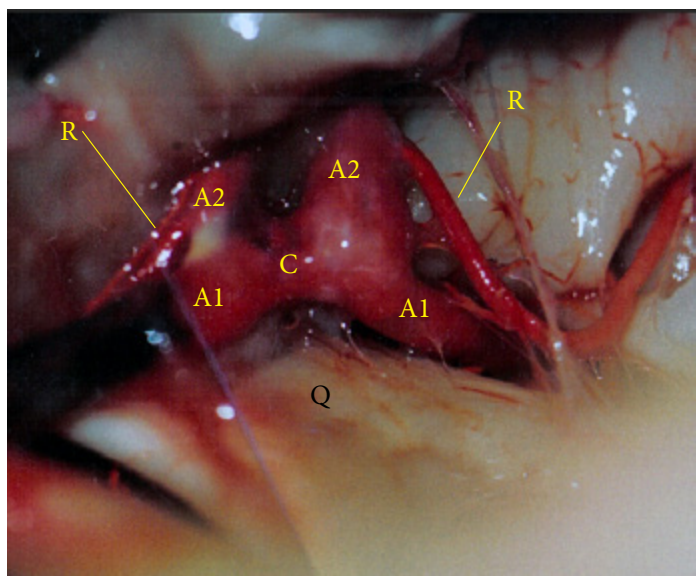


Foto N° 13-63 : complejo cerebral anterior-comunicante y las recurrentes de Huebner. Se observan los 2 segmentos A1, la comunicante (C) con una fenestra y las 2 A2. A la derecha se ve una voluminosa recurrente (R), naciendo en los primeros mms de A2. Del lado izquierdo nacen 2 recurrentes de menor calibre. Q: quiasma.

También se han reportado anomalías en el origen y trayecto de la arteria como curso infraóptico del vaso naciendo del segmento oftálmico de la carótida o de la misma oftálmica y asociándose también a aneurisma. En este caso se trata de una persistencia de la primitiva arteria oftálmica ventral y la bifurcación carotídea parece ocurrir en el segmento oftálmico de la carótida. Otra variante, rara es la arteria olfatoria primitiva persistente (0,14 a 0,29%). Este vaso nace del extremo distal de la carótida interna, corre a lo largo del tracto olfatorio en dirección al bulbo olfatorio sobre la apófisis crista galli, a la altura del cual, gira abruptamente en sentido pósterio-superior para formar la ACA distal. Dado que este trayecto aleja ambas cerebrales anteriores, puede verse una comunicante anterior muy larga y la ausencia

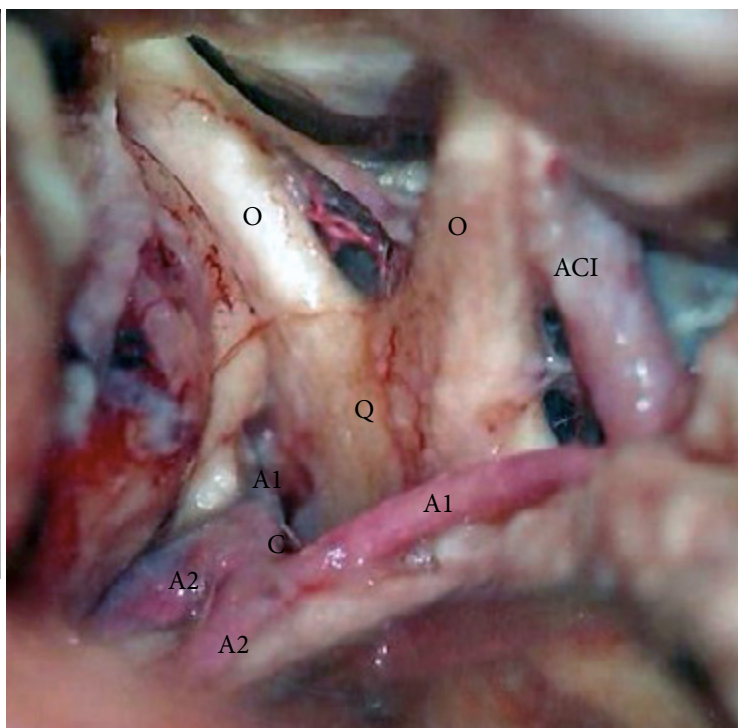


Foto N° 13-64 : Complejo cerebral anterior-comunicante. Disposición habitual del complejo en un abordaje pterional. Nótese que a medida que vamos rotando la cabeza al lado opuesto la A2 contralateral se va ocultando. En un aneurisma de proyección superior, entre ambas A2, al ocultamiento de dicha rama por el mismo aneurisma, se le sumaría el efecto de rotación excesiva lo que dificultaría el hallazgo de dicha rama en el intento de clipado de la lesión.

de la arteria recurrente. Esta rara variante se asocia con frecuencia a aneurismas.

El segmento A1 suministra de 1 a 5 perforantes, generalmente en los primeros 6 mms de la arteria (foto 13-40 y esquema 95), ingresando en el sector medial de la sustancia perforada anterior, compartiendo territorio estas

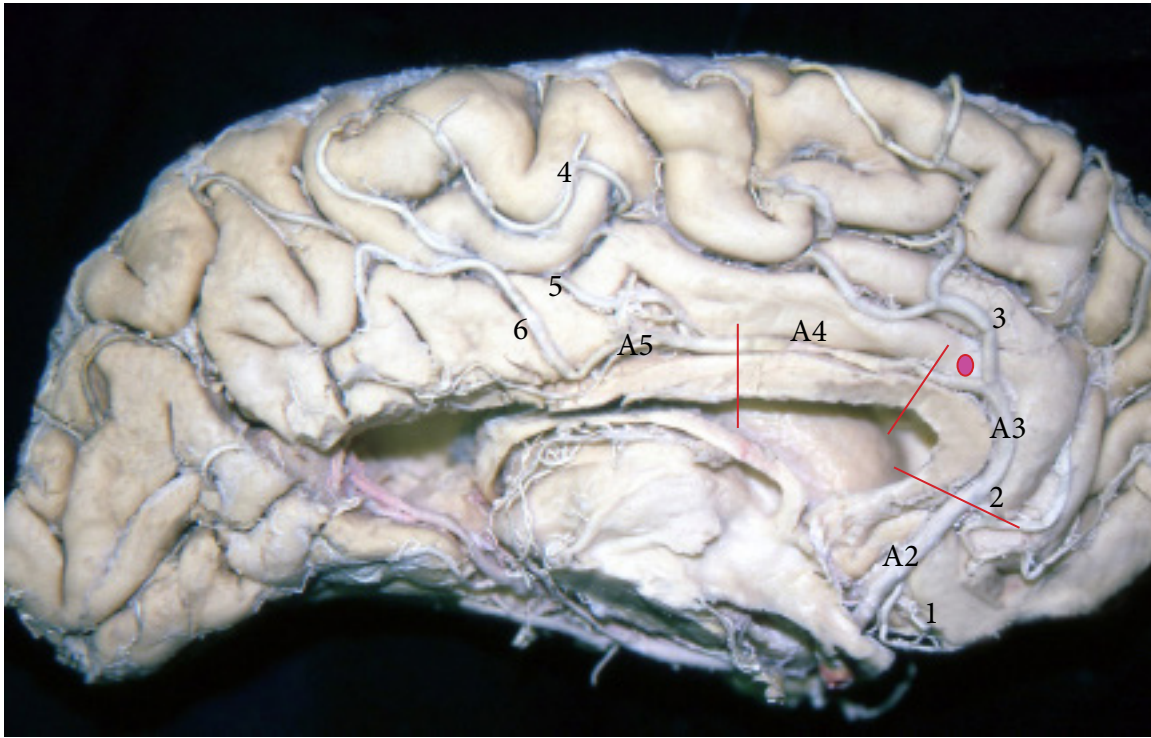
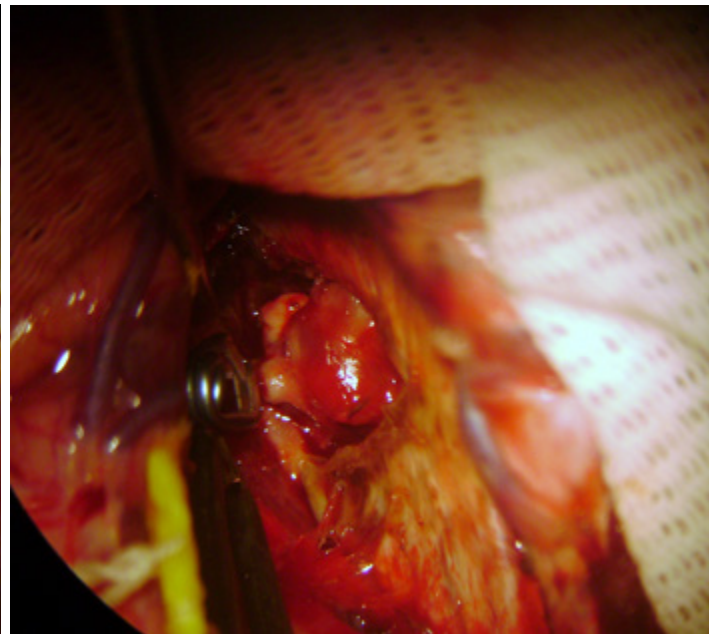
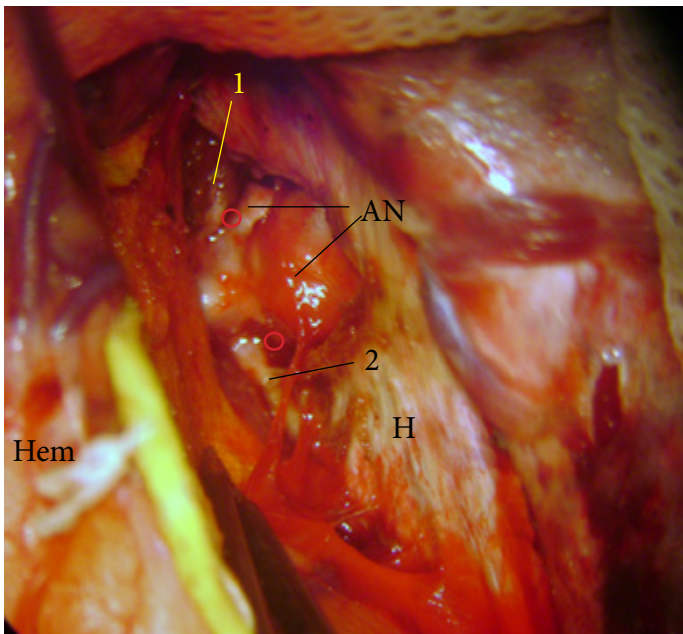
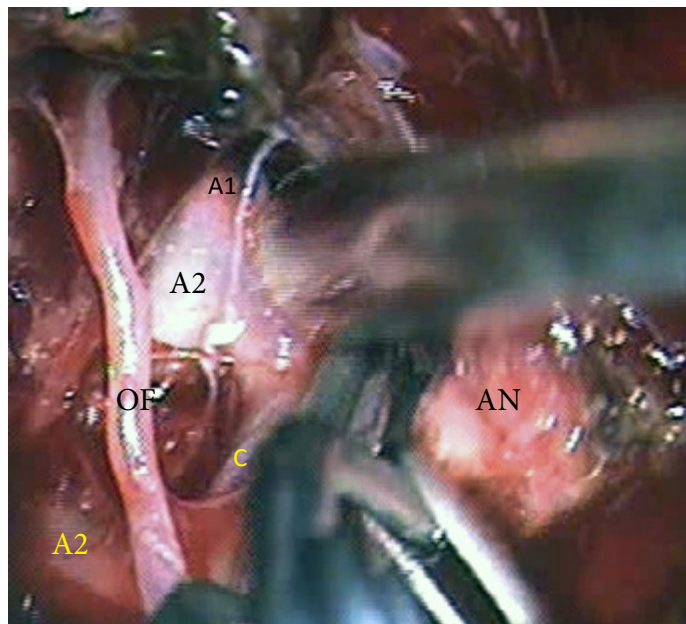
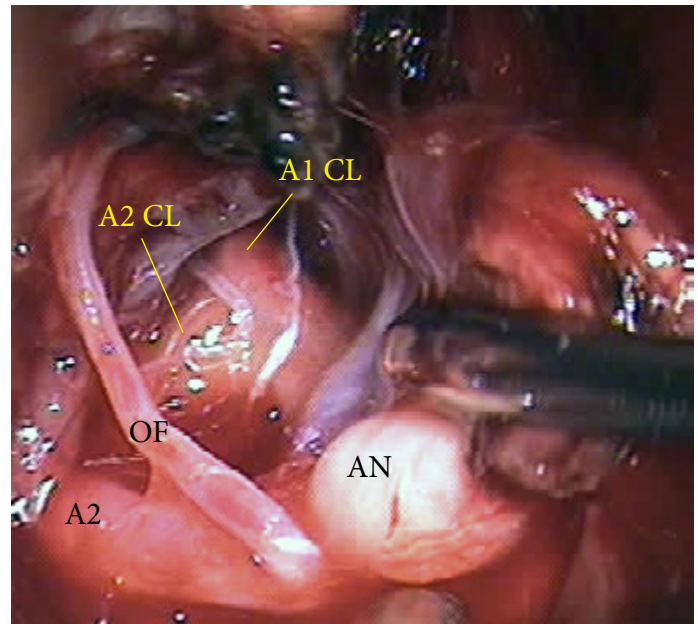
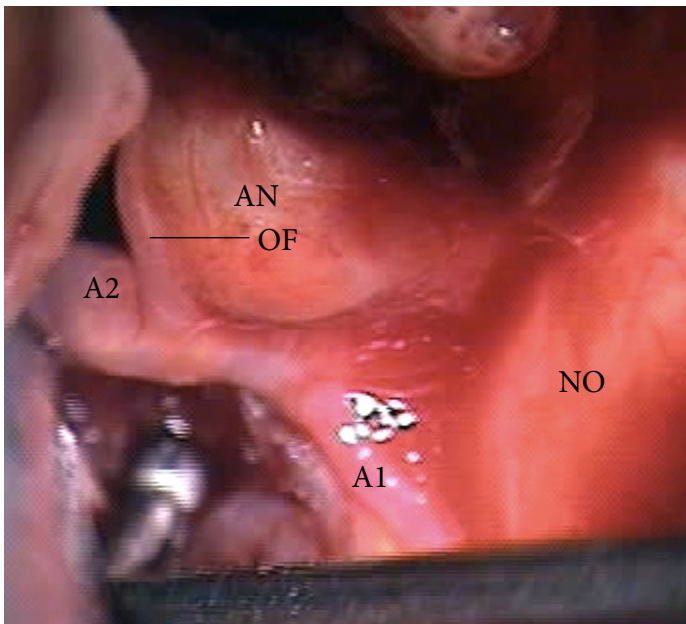


Foto N° 13-65 : Arteria cerebral anterior distal. La división por segmentos marca que A2 corresponde al sector desde la comunicante anterior hasta la unión del rostrum con el genu del cuerpo calloso. A3 corresponde a toda la porción de arteria que rodea la rodilla del cuerpo calloso. A4 va desde la terminación del genu hasta una línea vertical que pasa por el agujero de Monro, más allá de la cual se ubica el segmento A5. Las ramas principales de la cerebral anterior distal son: 1- fronto-orbitaria 2- Tronco común de la fronto-polar con la frontal interna anterior 3- Arteria calloso-marginal (que a menudo suministra las frontales internas). El punto rosado marca el sitio más común de nacimiento de aneurismas pericallosos. 4- Arteria paracentral para el giro paracentral. 5 y 6: Arterias parietales internas superior e inferior respectivamente.



Fotos N° 13-66/67 : El hemisferio (Hem) ha sido reclinado de la hoz (H). Esta ha sido parcialmente resecada para exponer el aneurisma (AN). se observa la pericallosa proximal (1) y la distal (2). Los pequeños círculos rojos marcan las axilas del aneurisma. A derecha el aneurisma ha sido clipado.



Fotos N° 68-70 : Aneurisma de comunicante anterior. En la foto de arriba a la izquierda se observa el aneurisma (AN), pegado a la rama órbito-frontal (OF). NO: nervio óptico. Se visualizan los segmentos A1 y A2 homolaterales. Arriba a la derecha el aneurisma ha sido despegado del fundus aneurismático y reclinado hacia abajo mostrando las A1 y A2 contralateral (A1-A2) y la comunicante (C). Abajo, se observa el aneurisma (AN) clipado C: comunicante ramas con la recurrente (estriado ventral y brazo anterior de cápsula interna), aunque también irrigan nervio y quiasma óptico. Por lo expuesto, si debe aplicarse clip transitorio en A1 este debe ser colocado lo más distalmente posible en el vaso, cerca de la comunicante.

La recurrente de Huebner es otro vaso fundamental (Fotos 13-30 y 13-40), que puede considerarse como un

remanente de las conexiones anastomóticas, alrededor del paleo-olfatorio, entre la cerebral media y la anterior. Es la principal arteria lenticulo-estriada medial. Por lo común nace en los 2 primeros mms de A2, o bien en la unión de A1 con la comunicante anterior. Menos frecuentemente puede originarse de A1. La incidencia de duplicación es muy variable en la literatura yendo del 6,2% al 48% de los casos y su ausencia es poco frecuente (3 a 6%). Su diámetro ha oscilado en diferentes trabajos de 0,2 a 1,4 mms y su longitud varía de 12 a 38 mms.

Desde su origen se dirige en sentido inverso a la A1, corriendo por arriba, o menos frecuentemente por delante de la cerebral anterior hasta alcanzar la porción lateral de la sustancia perforada anterior.

El territorio que nutre la recurrente involucra: una porción de la corteza orbito-frontal, porciones ventrales de la cabeza del núcleo caudado y del putamen, brazo anterior de la cápsula interna y núcleo accumbens (corresponde al territorio del circuito límbico del estriado).

Dado su curso por detrás de la bifurcación carotídea, un clip que tome un aneurisma en dicha ubicación podría inadvertidamente incluirla.

La arteria comunicante anterior une ambas A1 y teniendo en cuenta su pasado embriológico plexual, pueden hallarse fenestraciones hasta en un 40% de los casos. Tiene una longitud promedio de 6 mms y un diámetro promedio de 2 mms. Esta arteria suministra 3 tipos de ramos: quiasmáticos, subcallosos (generalmente ramo único y de calibre importante que irriga el área subcallosa enviando ramos al hipotálamo) e hipotalámicas, ramas pequeñas y múltiples para el hipotálamo anterior (región pre-óptica). La lesión de la arteria subcallosa generará trastornos de memoria, cambios de carácter y anomalías psicológicas. En un 10% de los casos la arteria subcallosa se hace muy prominente

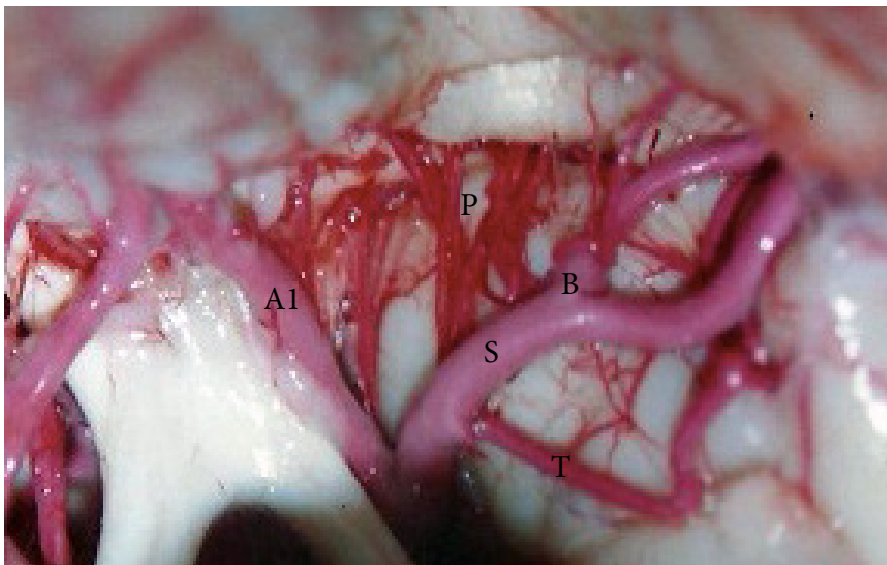
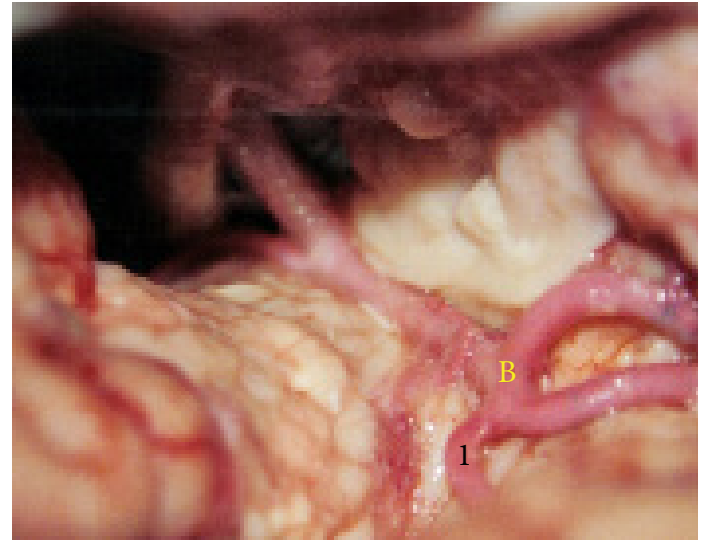
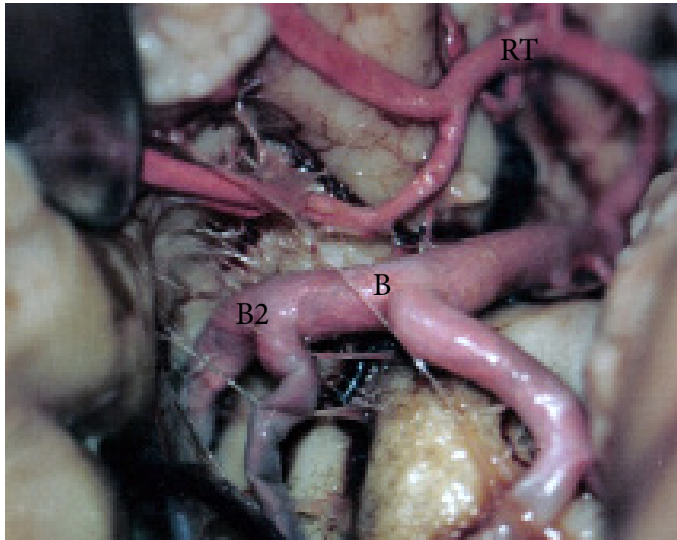
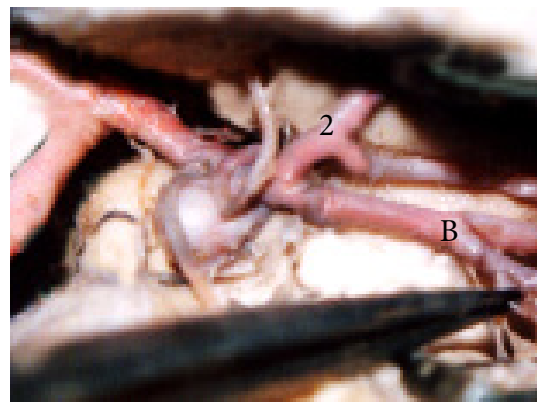


Foto N° 13-71 : Arteria silviana (S) con su bifurcación clásica (B). Se observa un ramo temprano (T), la ubicación típica de las perforantes (P) naciendo de la cara dorsal de la arteria madre.

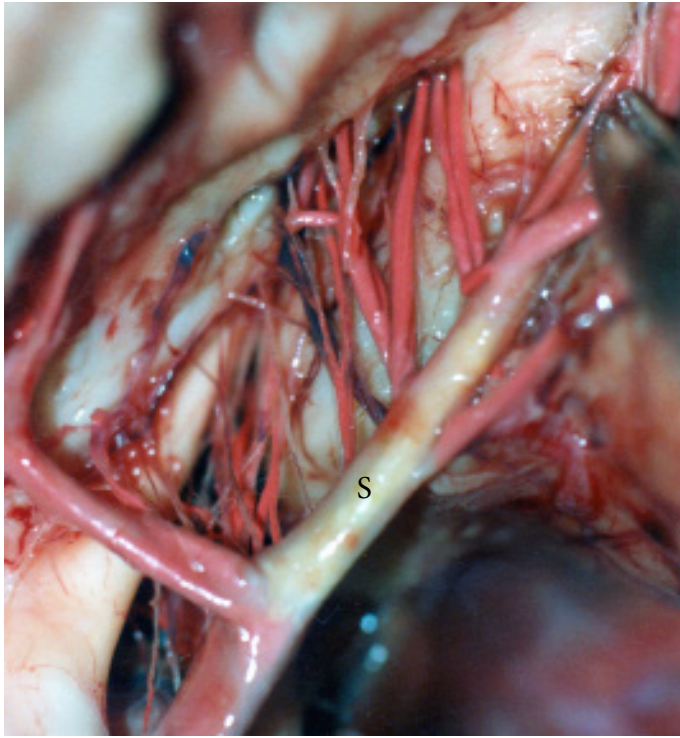
constituyendo una especie de 3er A2 (Foto 13-45) o tercer pericallosa, la llamada arteria mediana del cuerpo calloso (también conocida como arteria de Leoten o Lautard, quienes la describieron cercano al 1900). Este vaso puede extenderse hasta el 1/3 anterior del cuerpo calloso o bien ser más gruesa y más larga, que las otras 2 pericallosas. En los aneurismas de comunicante anterior, que apuntan hacia arriba entre ambas A2, puede ocultarse detrás del fundus y allí ser inadvertidamente clipada. Diferente es el caso de la llamada arteria azigos (fotos 13-41 y 13-53) (llamada por Wilder en 1885 arteria termática) Su frecuencia es del 2 al 10% y corresponde a una pericallosa única que suministrará ramas para ambos hemisferios. El 41% de las arterias ázigos se asocian con aneurismas, principalmente aneurismas pericallosos. También se la ha asociado con



Fotos N° 13-72-73 : En más del 90% de los casos la silviana se bifurca, como el ejemplo de la izquierda. Se ve un voluminoso ramo temprano (RT) B2: bifurcación del tronco secundario. A la derecha el nacimiento precoz de una rama frontal (1), muestra una pseudotrifurcación. B: bifurcación de la silviana.



Fotos N° 13/74-75 : ejemplos de ramos tempranos voluminosos. A la izquierda ramo temporal temprano (1). A la derecha ramo frontal temprano (2) de gran tamaño, con un aneurisma opuesto al origen de dicha arteria. B: bifurcación de la silviana.



Fotos N° 13-76 : perforantes de la silviana (S). En general cuanto más distales, más grandes y más tortuosas.



Foto N° 13-77 : origen común de las perforantes (P) y el tronco órbito-frontal (O-F). Obsérvese la forma en s itálica de las perforantes. B: bifurcación silviana.

la presencia de holoprosencefalia, agenesia y lipomas del cuerpo calloso.

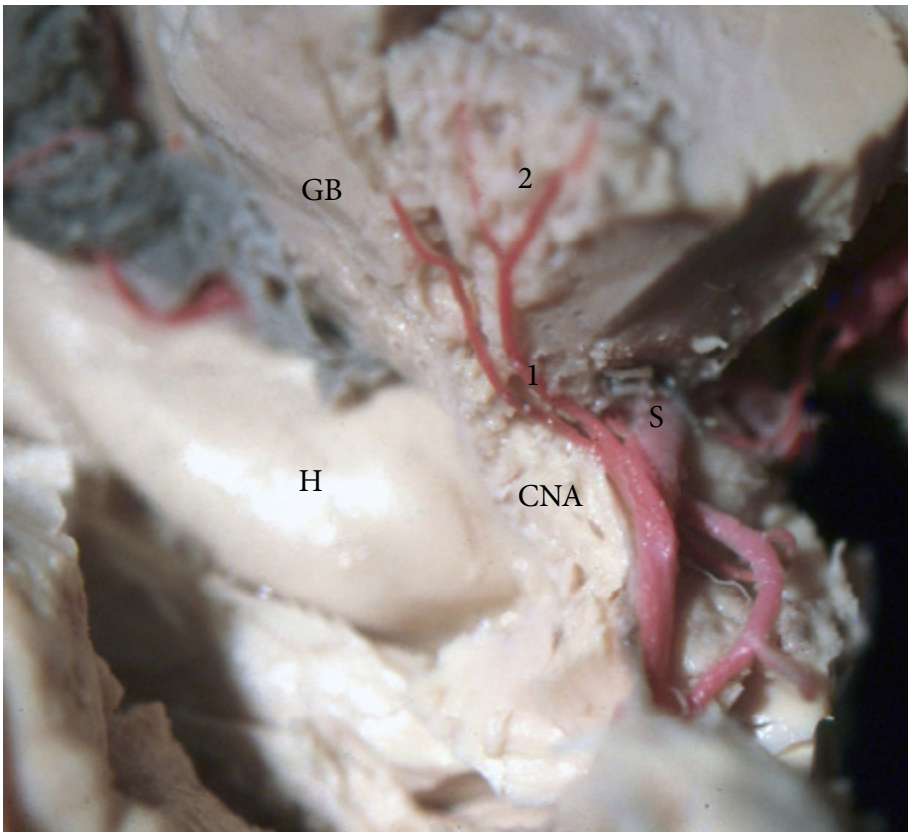


Foto N° 13-78 : las lentículo-estriadas (1), nacen en general de la cara dorsal de la arteria, penetrando en la sustancia perforada anterior. Nótese la bifurcación distal de alguna de dichas perforantes (2). CNA: complejo nuclear amigdalino. GB: ganglios basales H: hipocampo S: arteria silviana.

El segmento A2 comienza luego de la comunicante y también, aunque raramente, puede presentar fenestras. En este segmento nace la arteria fronto-orbitaria, unos 5 a 6 mms encima de la comunicante, la cual va destinada al giro recto, tracto y bulbo olfatorio. Otra rama es la frontopolar, que surge de A2 unos 14 a 15 mms de la comunicante y va destinada a la región subfrontal medial. (foto 13-47) Se considera el límite entre la cisterna de la lámina terminalis y la cisterna pericallosa. El segmento A2 se extiende hasta la unión del genu con el rostrum del cuerpo calloso. La arteria calloso marginal puede nacer hasta en un 20% de los casos de este segmento, En el sector A3, la arteria pericallosa o arteria cerebral anterior distal, recorre la cara superior del cuerpo calloso, en el interior de la cisterna pericallosa, para extenderse hasta el esplenio. A nivel de la rodilla, en el mencionado sector A3 del vaso, surge la calloso-marginal que recorre el surco cingulado suministrando la arteria frontal interna anterior (a áreas 8,9 y 10), media (áreas 8, 6 y 32) y posterior (áreas 6, 8, 32 y 24). Esta última nace con igual frecuencia, tanto del segmento A3 o A4 de la pericallosa como de la

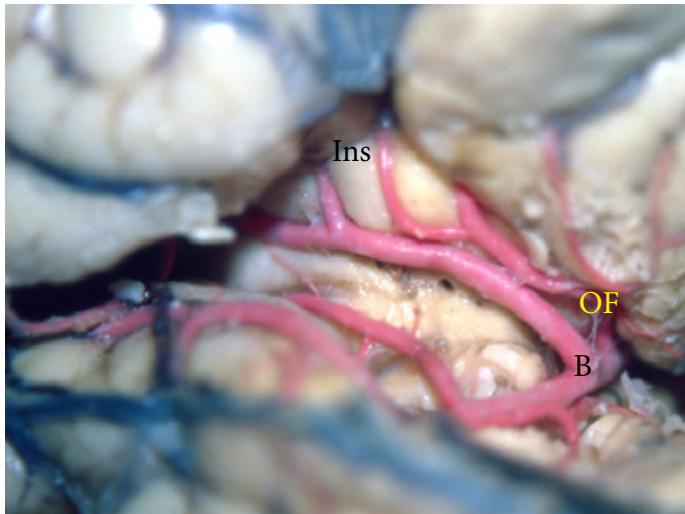


Foto N° 13-79 : apertura amplia del valle silviano. Se visualiza la bifurcación (B) a nivel del limen insulae. Un ramo opérculo-frontal (OF) nace antes de la división silviana. Nótese como en M2 los ramos van en los surcos insulares (Ins).

calloso-marginal. Esta termina como la arteria paracentral, también conocida como arteria del lobulillo paracentral la cual irriga el 1/3 supero-medial de la corteza sensorimotora. La paracentral puede nacer también, directamente de la pericallosa. El segmento A3 se extiende hasta el punto donde la pericallosa se hace horizontal sobre el cuerpo calloso (corresponde a todo el genu), estableciéndose allí el nacimiento del segmento A4, que por convención se prolonga hasta una línea vertical trazada a través del agujero de Monro. El segmento A5 es el territorio terminal de la pericallosa suministrando las arterias parietales internas superior e inferior, para las porciones superiores e inferiores del precuneo respectivamente.

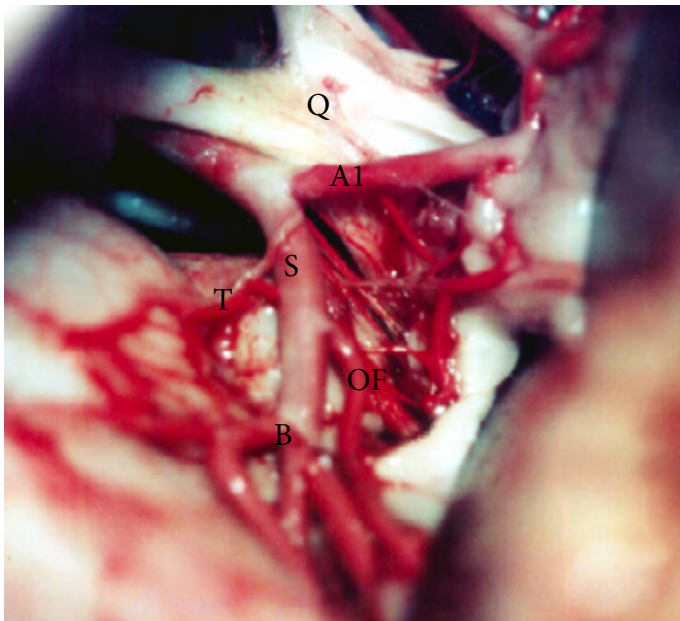


Foto N° 13-81 : Se observa un voluminoso ramo temprano opérculo-frontal (OF). Hay otro ramo temprano temporal más pequeño (T) B: bifurcación.



Foto N° 13-80: Opérculo temporal empujado hacia abajo por la espátula. Se ve la ínsula (I) y la silviana con la rama precentral (1) y central (2).

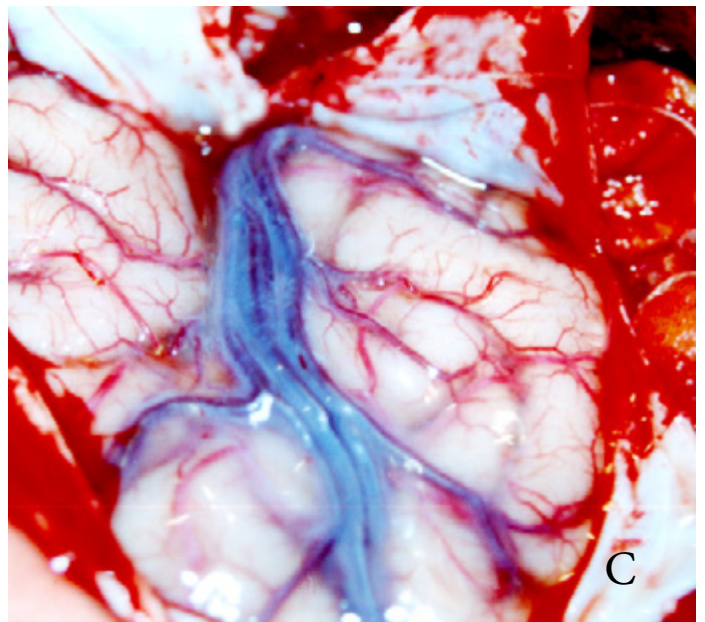
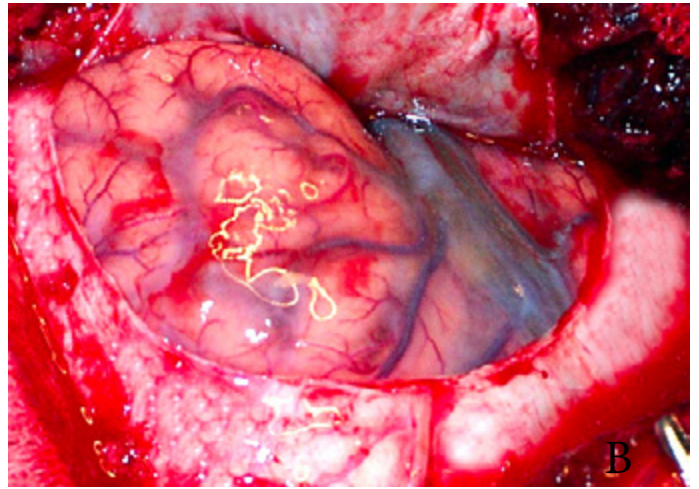
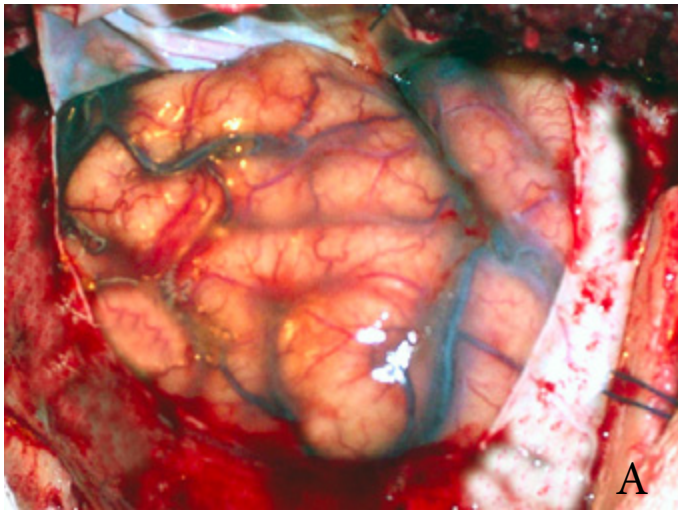
El punto donde la callosomarginal (CM) surge de la pericallosa constituye el lugar más frecuente donde se originan aneurismas pericallosos. La salida de la CM puede situarse en la mitad infra o la mitad supracallosa del sector M3 de la arteria pericallosa, que recordemos en este punto está dando la vuelta al genu. Así, los aneurismas pericallosos pueden apuntar hacia arriba (variante supracallosa), o bien hacia adelante o abajo (variante infracallosa) o sea ocultos a la visión en un abordaje interhemisférico y con mucho menor control proximal, pudiendo en ocasiones requerirse una callosotomía anterior para clipar estas lesiones. Es importante mencionar que hasta en el 65% de los casos la pericallosa de un lado puede suministrar ramas para la cara medial del otro hemisferio.

Una rara variante anatómica es la arteria comunicante anterior suprema, descrita como una conexión entre ambas bifurcaciones pericallosas y que también puede asociarse con aneurismas.

ARTERIA SILVIANA o CEREBRAL MEDIA

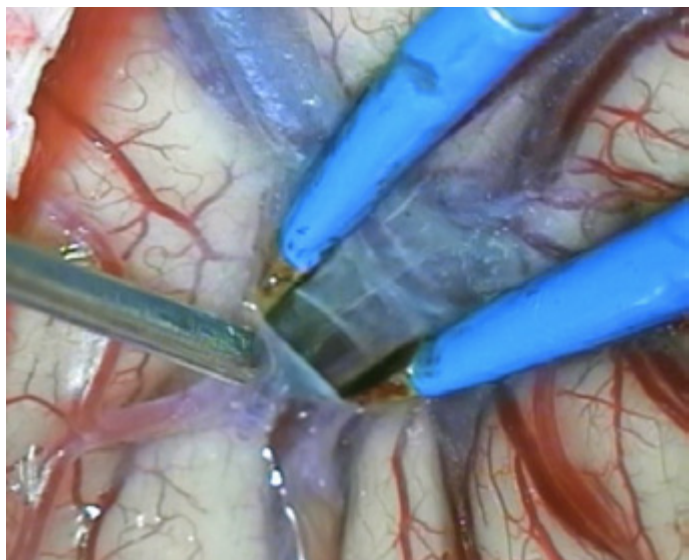
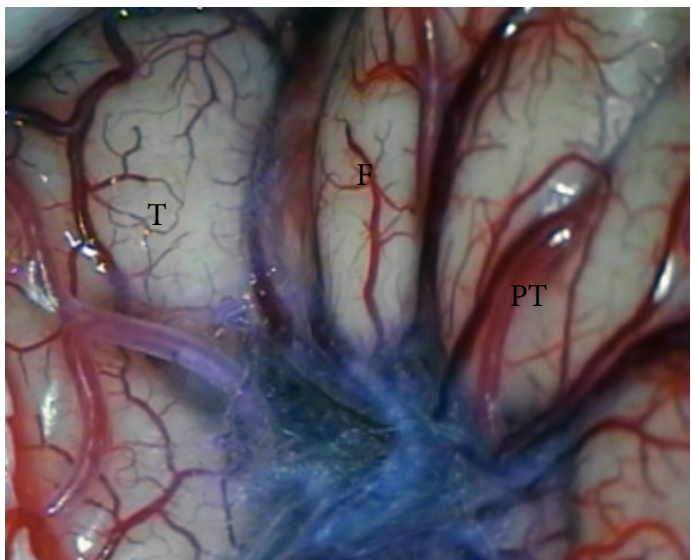
Filogenética y embriológicamente la arteria cerebral media es tardía en su desarrollo, porque se origina a partir de la más antigua arteria cerebral anterior, más específicamente del tronco olfatorio lateral que primitivamente da un conjunto de vasos perforantes que van a irrigar el incipiente neocortex, entre ellas, la arteria estriada lateral (esbozo de la recurrente de Huebner) y la arteria telencefálica posterior (esbozo de la coroidea anterior). A medida que se desarrolla el neocortex, estas perforantes, que compiten entre sí, van haciendo coalescencia, para formar un tronco único, de manera tal que a partir del embrión de 16 a 18 mms, la cerebral media, es ya prominente como vaso único.

La arteria cerebral media es la rama externa de bifurcación

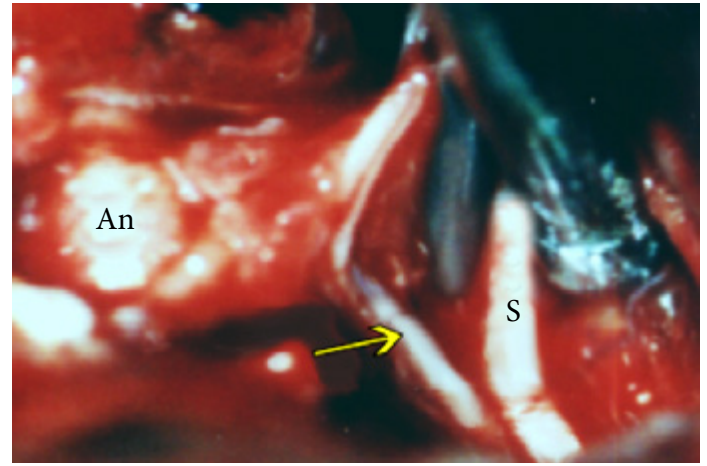
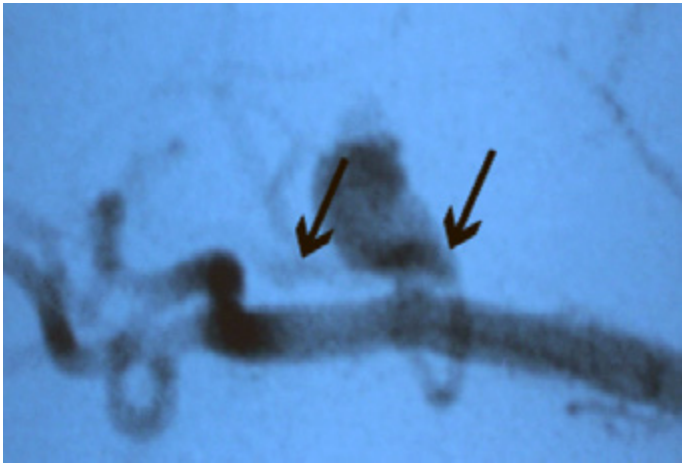


Fotos N° 13-82-84 : Valle silviano superficial. La configuración de las venas silvianas superficiales es muy variable. Así por ejemplo en A, el valle está casi desprovisto venas silvianas superficiales.

En B y C las venas silvianas son mucho más prominentes. Debe recordarse que para entrar al valle silviano la aracnoides debe abrirse del lado frontal del complejo venoso. La apertura del lado temporal permitirá una disección subpial del plano polar temporal, como ya fué mencionado en el capítulo sobre lóbulo temporal.



Fotos N° 13-85/86 : Apertura del valle silviano. El área más adecuada para abrir el valle, es justo enfrente de la pars triangularis (PT). F: lóbulo frontal. T: lóbulo temporal.



Fotos N° 13-87/88 : Aneurisma silviano, que nace de la cara dorsal de la arteria muy cercana a perforantes (flechas en la angiografía de la izquierda. A la derecha el aneurisma (An) ha sido clipado. Se ve el tronco de la silviana (S) respetado por el clip. La flecha amarilla marca la perforante

de la carótida interna (foto 13-71). A poco de su origen, se introduce en la cisterna silviana a la cual recorre. Es necesario describir variantes de origen como la duplicación y la cerebral media accesoria. La arteria cerebral media duplicada, cuya incidencia es de 0,2 a 2,9% según diferentes autores, es 1 tronco que nace de la carótida interna entre el origen de la coroidea anterior y la bifurcación, irriga los territorios de la temporo-polar y temporal anterior y a veces también de la temporal media. La arteria cerebral media accesoria (0,3 a 4% según el autor), nace del segmento A1, ya sea en su porción proximal o distal, cursa paralela al tronco de la silviana y va destinada a los territorios de la orbitofrontal y prefrontal.

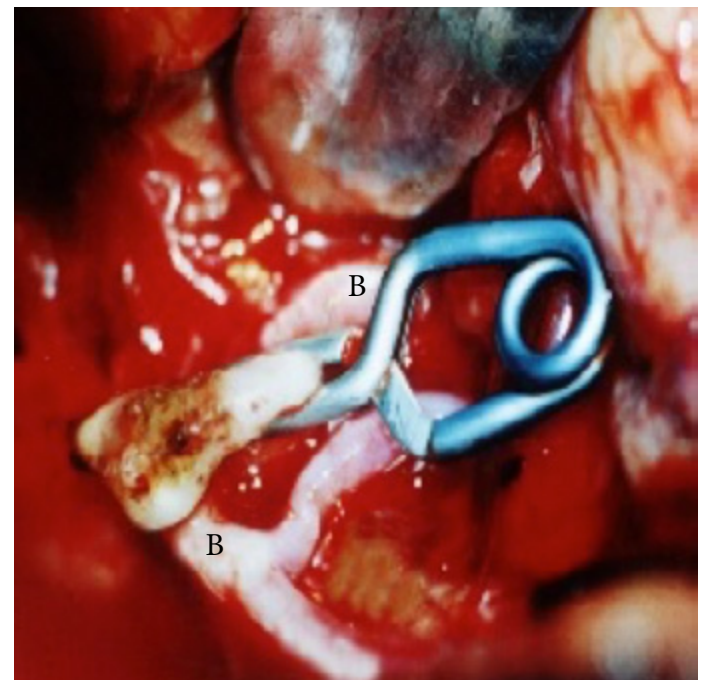
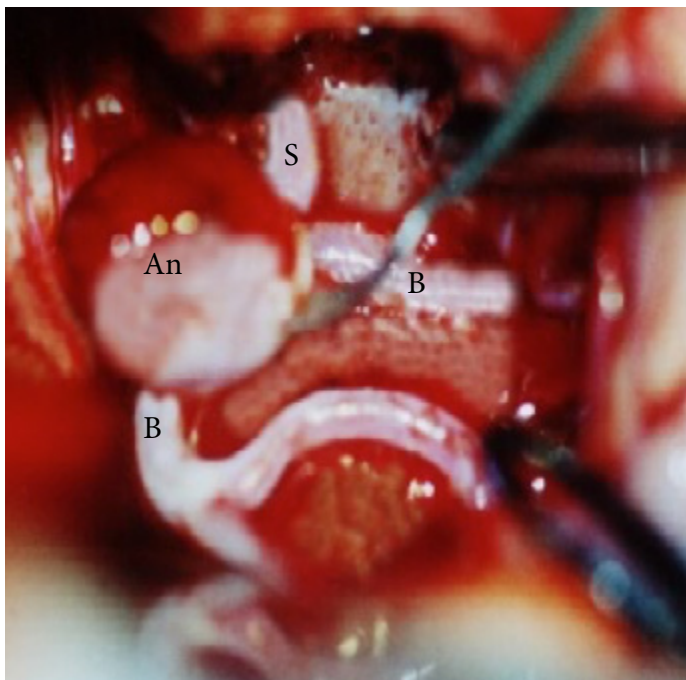
Se reconocen 4 segmentos de la arteria:

- M1: o segmento esfenoidal que se extiende desde su origen hasta el limen insulae

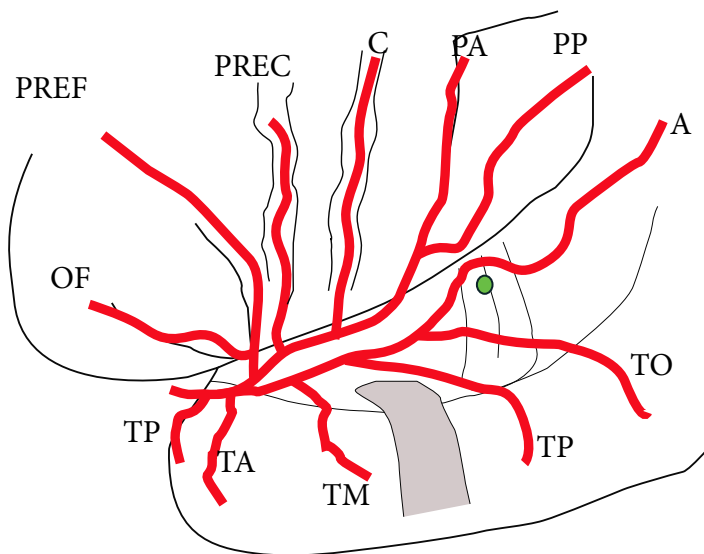
- M2: segmento insular
- M3: segmento opercular (las ramas recorren el opérculo frontoparietal o temporal
- M4: segmento cortical

El diámetro promedio del tronco principal de la silviana es de 3 mms y la longitud prebifurcación es en promedio de 15 a 20 mms. Las ramas corticales que nacen del tronco principal son denominadas ramas tempranas (foto 13-74/75). Su reconocimiento es importante porque si su diámetro es grande, puede generar, durante la disección del vaso, la falsa sensación de haber arribado a la bifurcación de la arteria.

Las ramas tempranas pueden ser temporales y frontales,



Fotos N° 13-89/90 : Aneurisma (An) de la bifurcación silviana. Ramas principales de la bifurcación (B). S: tronco principal de la silviana. A la derecha la lesión ha sido clipada, respetando las ramas.<



Esquema N° 96: se reconocen 12 ramas corticales de la ACM. OF: órbito-frontal; PREF: prefrontal; PREC: precentral; C: central; PA: parietal anterior; PP: parietal posterior; A: angular; TO: témpero-occipital; TP: temporal posterior; TM: temporal media; TA temporal anterior; TP: témpero-polar. El punto verde es el punto silviano angiográfico, donde la angular cabalga el giro de Heschl.

predominando las primeras 3 a 1 en relación a las frontales. Cuanto más cercana a la bifurcación carotídea es la rama temprana, mayor es su diámetro. La rama temporal temprana más frecuente es la arteria temporopolar, mientras que la rama frontal temprana más común es la arteria orbitofrontal (fotos 13-77)

La arteria silviana en casi un 90% de los casos presenta una bifurcación (foto 13-72), y en muy pocos casos una verdadera tri o cuadrifurcación. La confusión surge a veces

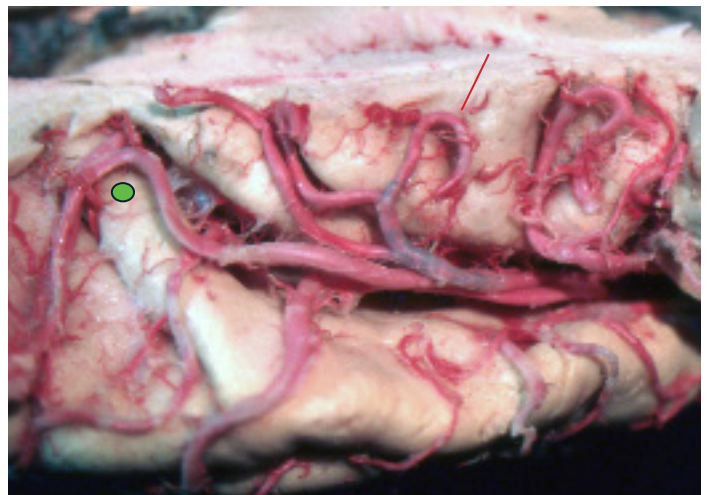


Foto N° 13-92 : Arteria silviana y sus ramas. El óvalo verde marca el punto silviano angiográfico, donde la angular pasa sobre el giro de Heschl. la línea roja marca el loop que efectúan las colaterales de la ACS, que corresponde al giro a nivel del surco circunferencial superior de la ínsula

por la presencia de una muy precoz subdivisión de uno o los 2 troncos de la bifurcación dando la errónea idea de 3 o 4 troncos de división principal (foto 13-73).

Las ramas perforantes de la silviana (fotos 13-76/78) se denominan lenticulo-estriadas laterales. Nacen en un 80% del tronco principal de la silviana y menos frecuentemente de los troncos de la bifurcación o de ramos tempranos. Su número es variable, con un promedio de 7 a 9 ramas y están divididas en un grupo medial cercano a la bifurcación carotídea y un grupo lateral, en el cual las perforantes son de mayor calibre y grosor que las mediales, con una configuración en forma de *s* itálica. Estas perforantes laterales, suelen presentarse en un tronco común que se arboriza antes de penetrar la sustancia cerebral (en el 70% de los casos), ingresando por la porción lateral de la sustancia perforada anterior. El calibre de estos vasos oscila entre 80 y 1400 micras y este detalle es importante dado que el calibre de un vaso, eventualmente ocluido, determinará el tamaño del infarto a nivel de ganglios basales. Por este motivo, en el caso de requerir colocar clip transitorio este debe ser colocado lo más distalmente posible, para respetar estos vasos cuya circulación es terminal. Estas arterias penetrantes una vez dentro de la sustancia cerebral, se dividen en 2 a 4 ramas, cada una de las cuales origina ramas terciarias que culminan en una arteriola precapilar.

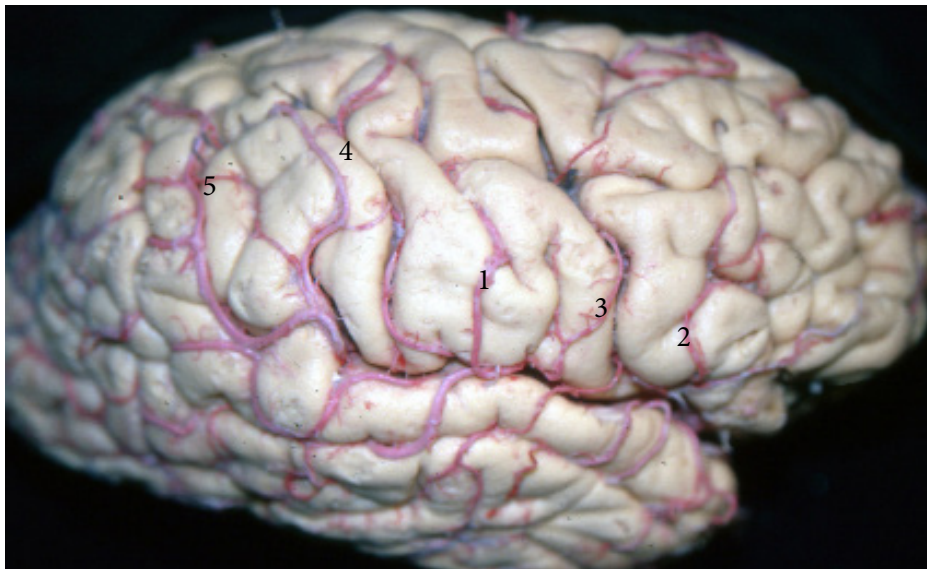
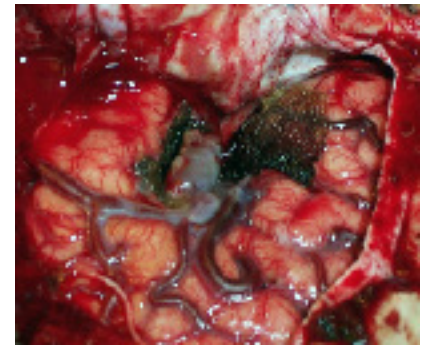
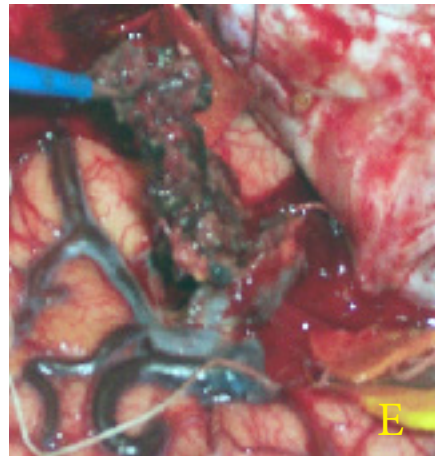
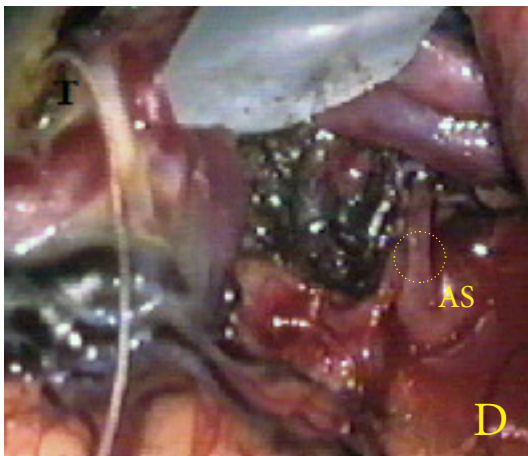
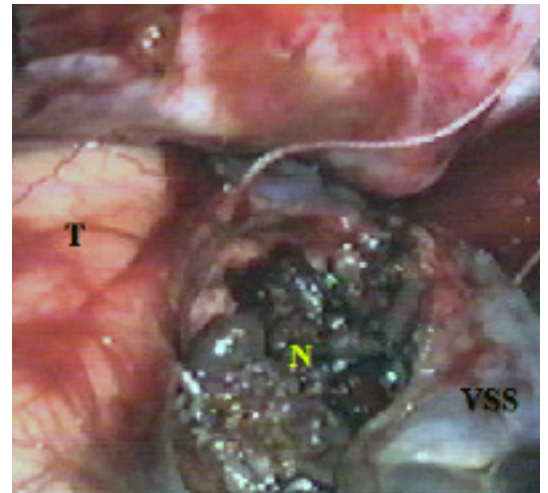
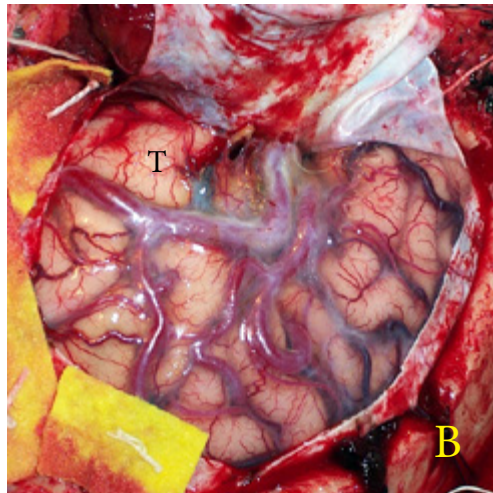
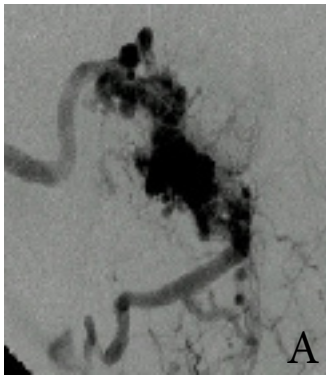
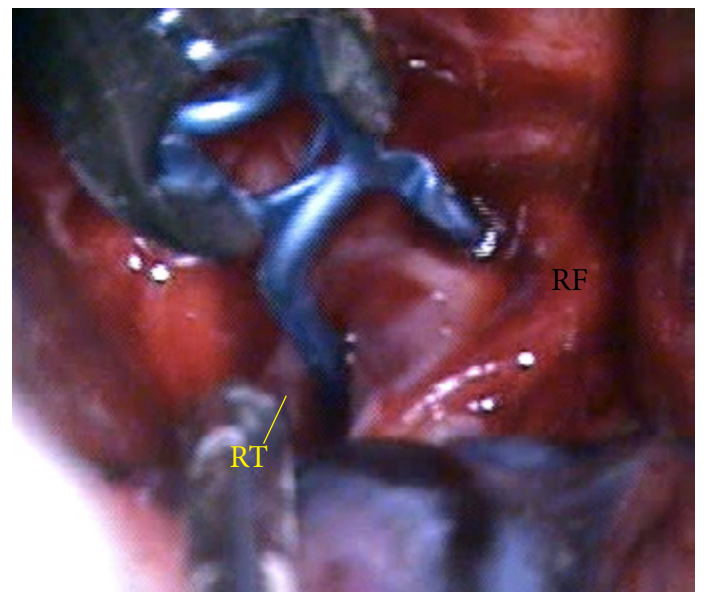
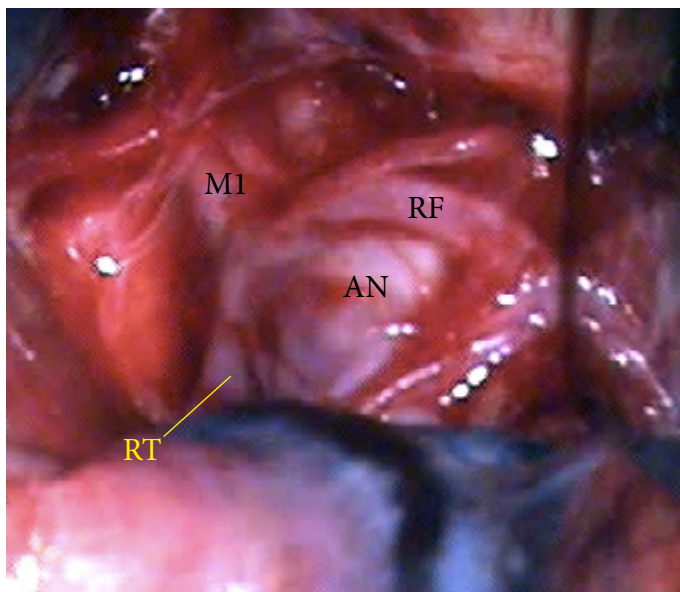


Foto N° 13-91 : ramas corticales de la silviana. En 1 se observa la arteria central; 2- arteria prefrontal; 3-Arteria precentral; 4-arteria parietal anterior; 5-arteria parietal posterior

Las estriadas mediales irrigan la porción intermedia de la cabeza del caudado, la



Fotos N° 13-93/98 : Malformación silviana. En A se observa la malformación rodeando a la arteria silviana. Nótese en B la franca arterialización de las venas silvianas superficiales. En C la porción temporal de la MAV se visualiza entre el lóbulo temporal (T) y la vena silviana superficial (VSS) En D la vena silviana es reclina-da, ahora hacia temporal, notándose el nido del lado frontal y la arteria silviana (AS) con una rama que va al nido (círculo punteado amarillo). En E el nido está siendo resecado. Nótese en F el cambio evidente de coloración de las venas silvianas.



Fotos N° 13-99/100 : Aneurisma silviano (AN) a nivel de la bifurcación de la arteria cerebral media. La lesión separa las ramas de la bifurcación, la rama temporal (RT) y la frontal (RF). Se ve claramente el tronco principal de la arteria (M1) En la foto de la derecha el aneurisma ha sido clipado, preservando las ramas arteriales.

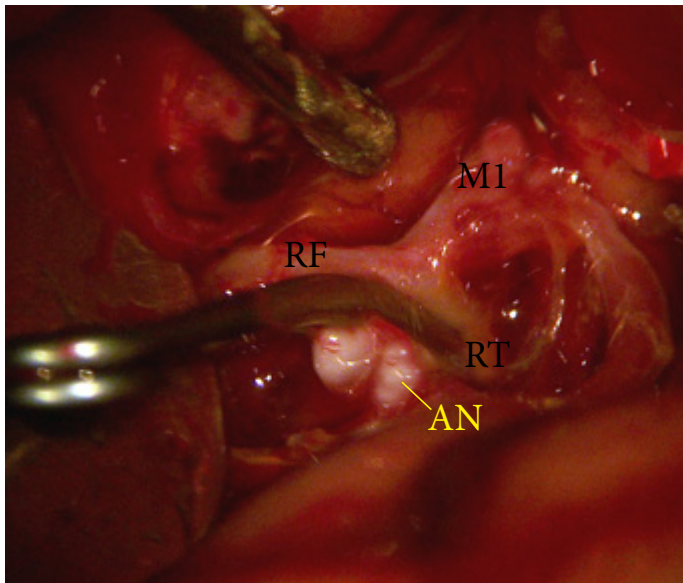


Foto N° 13-101 : En este caso el aneurisma es de base ancha y el clip es colocado paralelo a las 2 ramas de la bifurcación

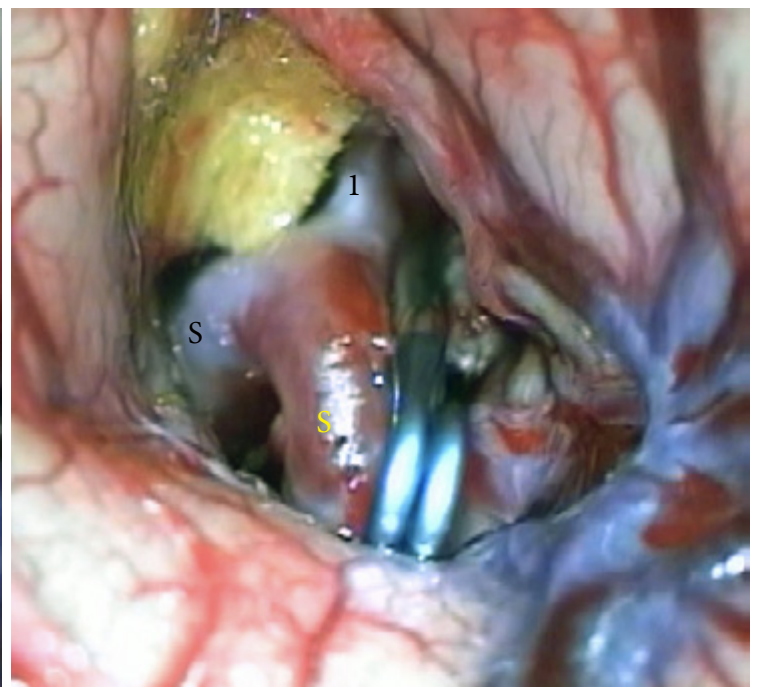
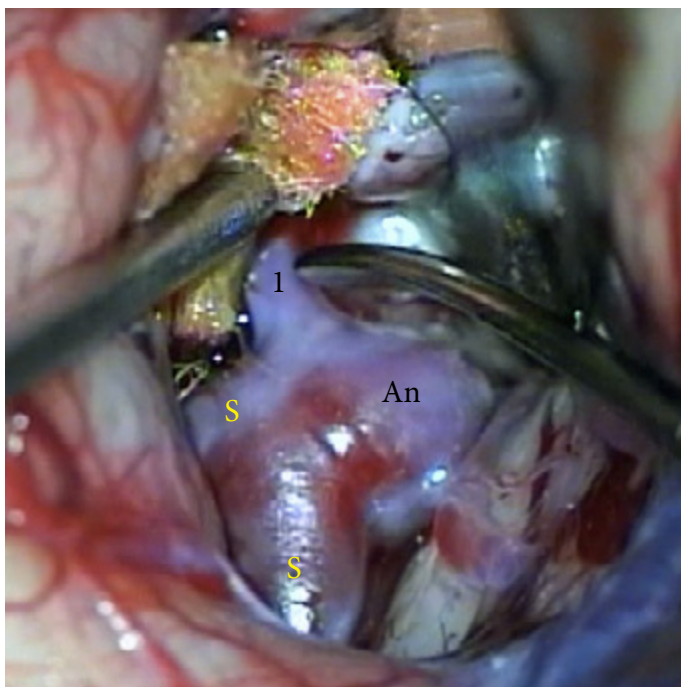
porción medial del brazo anterior, rodilla y brazo posterior de la cápsula interna y el putamen precomisural, mientras que las estriadas laterales alimentan la porción dorsolateral de la cabeza y cuerpo del núcleo caudado, porción dorsal del brazo anterior, rodilla y brazo posterior de la cápsula interna, el putamen retrocomisural y el segmento lateral del globus pallidus.

El estriado (caudado y putamen) está organizado en 3 circuitos cortico-estriales, que de dorsal a ventral son: un circuito sensori-motor, uno asociativo y el más ventral, el límbico. Habría una cierta correspondencia entre estas

zonas estriales y los territorios de las perforantes. Las estriadas laterales tendrían a su cargo la zona sensorimotora, las estriadas mediales la asociativa, mientras la límbica sería nutrida por la recurrente de Huebner con muy poca superposición entre los territorios.

El segmento M2 corresponde al recorrido de las arterias sobre la ínsula (fotos 13-92), las cuales se ubican sobre los surcos insulares. A este nivel se proyectan las arterias insulares cortas, medias y largas. Las 2 primeras irrigan el claustrum y la cápsula extrema, mientras que las insulares largas perforan la ínsula a nivel de la parte alta del giro insular corto posterior, giros insulares largos o surco periinsular superior dirigiéndose al centro oval nutriendo los tractos cortico espinales en ambos hemisferios, y el fascículo arcuato en el hemisferio dominante. Esta arteria puede lesionarse en la resección de lesiones operculares. Una línea trazada desde la parte más alta del brazo superior de la ínsula hasta el borde superior del ventrículo, marca el territorio de este vaso y la ubicación de un probable infarto. El tronco superior y sus ramas irrigan los 3 giros cortos y el ápex insular, mientras que el tronco inferior nutre el giro largo posterior, el limen insulae y el surco limitante inferior. Ambos troncos se encargan del giro largo anterior y el surco central insular. La arteria que corre en el surco insular central, continuará luego como la arteria central.

El segmento M3 corresponde a las ramas operculares (foto 13-76). Las ramas del tronco superior emergen del opérculo fronto-parietal, mientras las del tronco inferior lo hacen corriendo por el opérculo temporal. A nivel cortical se distribuyen las ramas del segmento M4.



Fotos N° 13-102/103 : Se observa el tronco de la silviana (S) y un aneurisma (An) naciendo de la cara dorsal de la arteria, inmediatamente distal al origen de una arteria órbito-frontal (1) de gran calibre. A la derecha el clip es colocado paralelo al tronco principal de la silviana, respetando la órbito-frontal.

Como se mencionó arriba, la silviana en un 90% de los casos se bifurca en un tronco frontal y otro temporal, lo cual se produce en el segmento M1, antes del limen insulae.

Del tronco superior emergen las siguientes ramas corticales: a veces la orbito-frontal y la arteria prefrontal, precentral, central, parietal anterior y parietal posterior (esquema 96). Del tronco inferior surgen las temporales anterior, media y posterior, la temporo-occipital y la angular. Existe dominancia variable del tronco superior o inferior. En términos generales la división superior tiene a su cargo la corteza de la convexidad frontal, mientras que el tronco inferior hace lo propio con la corteza temporal. Cual de los 2 troncos irrigue la corteza parietal determinará la dominancia, así si las arterias parietales son aportadas por el tronco inferior, este será el tronco dominante. La arteria prefrontal u opérculo-frontal comunmente forma un candelabro de 3 ramas. En ocasiones, menos del 10%, la órbito-frontal, la opérculo-frontal y la central nacen de un tronco común, tomando este tronco el nombre de arteria frontal ascendente. La arteria central o del surco central puede ser única o doble y siempre se ubica en parte o totalmente en el surco del mismo nombre. De las 2 arterias parietales, la más frecuentemente presente, es la posterior y dada la inconstante presencia de la parietal anterior, algunos autores la llaman a ésta última, parietal accesoria.

La arteria angular suele ser la más prominente de las colaterales de la silviana, cruzando sobre el giro de Heschl, momento en que angiograficamente describe una curva con concavidad inferior, denominándose al punto más alto de dicha curva, punto silviano angiográfico. En un 25% de los casos la arteria angular y la parietal posterior nacen de un tronco común dividiéndose a la altura del giro de Heschl o bien más distalmente teniendo en general un calibre inversamente proporcional entre ellas.

Como regla ninguna de las ramas de la ACM irrigan el giro frontal superior, ni el giro temporal inferior.

LECTURAS RECOMENDADAS DE CIRCUITO ANTERIOR

Akar A, Sengul G, Aydin IH: The variations of the anterior choroidal artery: an intraoperative study. *Turk Neurosurg*. 2009 Oct;19(4):349-52.

Alencastro LC: The anterior loop of the carotid siphon. *Skull Base Surg*. 1991;1(2):73-7.

Andaluz N, Beretta F, Bernucci C, Keller JT, Zuccarello M: Evidence for the improved exposure of the ophthalmic segment of the internal carotid artery after anterior clinoidectomy: morphometric analysis. *Acta Neurochir (Wien)*. 2006 Sep;148(9):971-5; discussion 975-6.

Anderhuber F, Weiglein A, Pucher RK: Trifurcations of the

middle cerebral arteries. *Acta Anat (Basel)*. 1990;137(4):342-9.

Andreo JC, Caldas Navarro JA, Toledo Filho JL, de Araújo JC: Caroticotympanic artery: anatomically a normal branch or a variation of the internal carotid artery? *Cells Tissues Organs*. 2000;166(3):319-22.

Avci E, Bademci G, Ozturk A: Microsurgical landmarks for safe removal of anterior clinoid process. *Minim Invasive Neurosurg*. 2005 Oct;48(5):268-72.

Avci E, Fossett D, Aslan M, Attar A, Egemen N. Branches of the anterior cerebral artery near the anterior communicating artery complex: an anatomic study and surgical perspective. *Neurologia Medico-Chirurgica*. 2003;43(7):329-333

Aydin IH, Takçi E, Kadioğlu HH, Kayaoğlu CR, Tüzün Y: The variations of lenticulostriate arteries in the middle cerebral artery aneurysms. *Acta Neurochir (Wien)*. 1996;138(5):555-9.

Aydin IH, Onder A, Takçi E, Kadioğlu HH, Kayaoğlu CR, Tüzün Y: Heubner's artery variations in anterior communicating artery aneurysms. *Acta Neurochir (Wien)*. 1994;127(1-2):17-20.

Baltsavias G, Türk Y, Valavanis A: Persistent ventral ophthalmic artery associated with supraclinoid internal carotid artery aneurysm: case report and review of the literature. *J Neuroradiol*. 2012 Jul;39(3):186-9.

Banerjee AD, Ezer H, Nanda A: The artery of Bernasconi and Cassinari: a morphometric study for superselective catheterization. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2011 Oct;32(9):1751-5.

Beumer D, Delwel EJ, Kleinrensink GJ, Akouri S, Torres A, Krisht AF: The perforator-free zone of the posterior communicating artery and its relevance in approaches to the interpeduncular cistern, especially the transcavernous approach: an anatomic study. *Neurosurgery*. 2007 Nov;61(5 Suppl 2):187-91; discussion 191-2.

Cavalcanti DD, Albuquerque FC, Silva BF, Spetzler RF, Preul MC: The anatomy of the callosomarginal artery: applications to microsurgery and endovascular surgery. *Neurosurgery*. 2010 Mar;66(3):602-10.

Cloft HJ, Razack N, Kallmes DF: Prevalence of cerebral aneurysms in patients with persistent primitive trigeminal artery. *J Neurosurg*. 1999 May;90(5):865-7.

Cheng Y, Zhang H, Su L, Tian Y, Zhang S, Zheng Y, Cui D, Li Y, Wang Y: Anatomical study of cavernous segment of the internal carotid artery and its relationship to the structures in sella region. *J Craniofac Surg*. 2013 Mar;24(2):622-5.

Chidambaranathan N, Sayeed ZA, Sunder K, Meera K.

- Persistent trigeminal artery: A rare cause of trigeminal neuralgia - MR imaging. *Neurol India* 2006;54:226-7.
- Coscarella E, Başkaya MK, Morcos JJ: An alternative extradural exposure to the anterior clinoid process: the superior orbital fissure as a surgical corridor. *Neurosurgery*. 2003 Jul;53(1):162-6; discussion 166-7.
- de Bondt BJ, Stokroos R, Casselman J: Persistent trigeminal artery associated with trigeminal neuralgia: hypothesis of neurovascular compression. *Neuroradiology*. 2007 Jan;49(1):23-6.
- Delion M, Mercier P: Microanatomical study of the insular perforating arteries. *Acta Neurochir (Wien)*. 2014 Oct;156(10):1991-8.
- Dew LA, Shelton C, Harnsberger HR, Thompson BG Jr: Surgical exposure of the petrous internal carotid artery: practical application for skull base surgery. *Laryngoscope*. 1997 Jul;107(7):967-76.
- Delion M, Mercier P: Microanatomical study of the insular perforating arteries. *Acta Neurochir (Wien)*. 2014 Oct;156(10):1991-7; discussion 1997-8.
- De Long WB: Anatomy of the middle cerebral artery: the temporal branches. *Stroke*. 1973 May-Jun;4(3):412-8.
- Dimmick SJ, Faulder KC: Fenestrated anterior cerebral artery with associated arterial anomalies. Case reports and literature review. *Interv Neuroradiol*. 2008 Dec 29;14(4):441-5.
- Djulejić V, Marinković S, Maliković A, Jovanović I, Djordjević D, Cetković M, Todorović V: Morphometric analysis, region of supply and microanatomy of the lenticulostriate arteries and their clinical significance. *J Clin Neurosci*. 2012 Oct;19(10):1416-21.
- Dunker RO, Harris AB: Surgical anatomy of the proximal anterior cerebral artery. *J Neurosurg*. 1976 Mar;44(3):359-67.
- Ekinci G, Baltacıoglu F, Kilic T, Cimsit C, Akpınar I, Pamir N, et al. A rare cause of hyperprolactinemia: Persistent trigeminal artery with stalk-section effect. *Eur Radiol* 2001;11:648-50.
- El Falougy H, Selmeçiova P, Kubikova E, Haviarová Z: The variable origin of the recurrent artery of heubner: an anatomical and morphometric study. *Biomed Res Int*. 2013;2013:873434.
- Erdogmus S, Govsa F: Anatomic features of the intracranial and intracanalicular portions of ophthalmic artery: for the surgical procedures. *Neurosurg Rev*. 2006 Jul;29(3):213-8.
- Erdogmus S, Govsa F: Accurate course and relationships of the intraorbital part of the ophthalmic artery in the sagittal plane. *J Neuroophthalmol*. 2008 Dec;28(4):320-4.
- Ferreira A, Braga FM: Microsurgical anatomy of the anterior choroidal artery. *Arq Neuropsiquiatr*. 1990 Dec;48(4):448-53.
- Gibo H, Carver CC, Rhoton AL Jr, Lenkey C, Mitchell RJ: Microsurgical anatomy of the middle cerebral artery. *J Neurosurg*. 1981 Feb;54(2):151-69.
- Gibo H, Kobayashi S, Kyoshima K, Hokama M: Microsurgical anatomy of the arteries of the pituitary stalk and gland as viewed from above. *Acta Neurochir (Wien)*. 1988;90(1-2):60-6.
- Gibo H, Lenkey C, Rhoton AL Jr: Microsurgical anatomy of the supraclinoid portion of the internal carotid artery. *J Neurosurg*. 1981 Oct;55(4):560-74.
- Gibo H, Marinkovic S, Brigante L: The microsurgical anatomy of the premamillary artery. *J Clin Neurosci*. 2001 May;8(3):256-60.
- Gomes F, Dujovny M, Umansky F, Ausman JI, Diaz FG, Ray WJ, Mirchandani HG: Microsurgical anatomy of the recurrent artery of Heubner. *J Neurosurg*. 1984 Jan;60(1):130-9.
- Gomes FB, Dujovny M, Umansky F, Berman SK, Diaz FG, Ausman JI, Mirchandani HG, Ray WJ: Microanatomy of the anterior cerebral artery. *Surg Neurol*. 1986 Aug;26(2):129-41.
- Gomes FB, Dujovny M, Umansky F, Berman SK, Diaz FG, Ausman JI, Mirchandani HG, Ray WJ: Microanatomy of the anterior cerebral artery. *Surg Neurol*. 1986 Aug;26(2):129-41.
- Gorczyca W, Mohr G: Microvascular anatomy of Heubner's recurrent artery. *Neurol Res*. 1987 Dec;9(4):259-64.
- Gabrovsky N: Microanatomical bases for intraoperative division of the posterior communicating artery. *Acta Neurochir (Wien)*. 2002 Nov;144(11):1205-11.
- Gabrovsky S, Laleva M, Gabrovsky N: The premamillary artery--a microanatomical study. *Acta Neurochir (Wien)*. 2010 Dec;152(12):2183-9.
- Hannequin P, Peltier J, Destrieux C, Velut S, Havet E, Le Gars D: The inter-optic course of a unique precommunicating anterior cerebral artery with aberrant origin of an ophthalmic artery: an anatomic case report. *Surg Radiol Anat*. 2013 Apr;35(3):269-71.
- Hokama M, Hongo K, Gibo H, Kyoshima K, Kobayashi S: Microsurgical anatomy of the ophthalmic artery and the distal dural ring for the juxta-dural ring aneurysms via the pterional approach. *Neurol Res*. 2001 Jun;23(4):331-5.
- Hong SK: Ruptured proximal anterior cerebral artery (A1) aneurysm located at an anomalous branching of the

- fronto-orbital artery--a case report. *J Korean Med Sci.* 1997 Dec;12(6):576-80.
- Huther G, Dörfel J, Van der Loos H, Jeanmonod D: Microanatomic and vascular aspects of the temporomesial region. *Neurosurgery.* 1998 Nov;43(5):1118-36.
- Huynh-Le P, Natori Y, Sasaki T: Surgical anatomy of the ophthalmic artery: its origin and proximal course. *Neurosurgery.* 2005 Oct;57(4 Suppl):236-41; discussion 236-41.
- Joo W, Funaki T, Yoshioka F, Rhoton AL Jr: Microsurgical anatomy of the carotid cave. *Neurosurgery.* 2012 Jun;70(2 Suppl Operative):300-11; discussion 311-2.
- Kahilogullari G, Comert A, Arslan M, Esmer AF, Tuccar E, Elhan A, Tubbs RS, Ugur HC: Callosal branches of the anterior cerebral artery: an anatomical report. *Clin Anat.* 2008 Jul;21(5):383-8.
- Kakou M, Destrieux C, Velut S: Microanatomy of the pericallosal arterial complex. *J Neurosurg.* 2000 Oct;93(4):667-75.
- Kakou M, Velut S, Destrieux C: Arterial and venous vascularization of the corpus callosum. *Neurochirurgie.* 1998 May;44(1 Suppl):31-7.
- Kahilogullari G, Comert A, Arslan M, Esmer AF, Tuccar E, Elhan A, Tubbs RS, Ugur HC: Callosal branches of the anterior cerebral artery: an anatomical report. *Clin Anat.* 2008 Jul;21(5):383-8.
- Kalidindi RS, Balen F, Hassan A, Al-Din A. Persistent trigeminal artery presenting as intermittent isolated sixth nerve palsy. *Clin Radiol* 2005;60:515- 9.
- Karazincir S1, Ada E, Sarsilmaz A, Yalçın O, Vidinli B, Sahin E: Frequency of vascular variations and anomalies accompanying intracranial aneurysms. *Ani Girişim Radyol.* 2004 Jun;10(2):103-9.
- Kardile PB, Ughade JM, Pandit SV, Ughade MN: Anatomical variations of anterior communicating artery. *J Clin Diagn Res.* 2013 Dec;7(12):2661-4.
- Kawashima M, Matsushima T, Sasaki T: Surgical strategy for distal anterior cerebral artery aneurysms: microsurgical anatomy. *J Neurosurg.* 2003 Sep;99(3):517-25.
- Koh JS1, Kim EJ, Lee SH, Bang JS: Ruptured aneurysm arising from the distal end of a proximal a(1) fenestration : case report and review of the literature. *J Korean Neurosurg Soc.* 2009 Jan;45(1):43-5. doi: 10.3340/jkns.2009.45.1.43.
- Komiyama M¹, Nakajima H, Nishikawa M, Yasui T: Middle cerebral artery variations: duplicated and accessory arteries. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1998 Jan;19(1):45-9.
- Krisht AF, Barrow DL, Barnett DW, Bonner GD, Shengalaia G: The microsurgical anatomy of the superior hypophyseal artery. *Neurosurgery.* 1994 Nov;35(5):899-903; discussion 903.
- Kwon WK1, Park KJ, Park DH, Kang SH: Ruptured saccular aneurysm arising from fenestrated proximal anterior cerebral artery : case report and literature review. *J Korean Neurosurg Soc.* 2013 May;53(5):293-6. doi: 10.3340/jkns.2013.53.5.293.
- Kyoshima K, Oikawa S, Kobayashi S: Interdural origin of the ophthalmic artery at the dural ring of the internal carotid artery. Report of two cases. *J Neurosurg.* 2000 Mar;92(3):488-9.
- Liu, Qingliang M.D.; Rhoton, Albert L. Jr., M.D: Middle Meningeal Origin of the Ophthalmic Artery. *Neurosurgery: August 2001 - Volume 49 - Issue 2 - pp 401-407*
- Loukas M, Louis RG, Jr, Childs RS. Anatomical examination of the recurrent artery of Heubner. *Clinical Anatomy.* 2006;19(1):25–31.
- Maga P, Tomaszewski KA, Pasternak A, Zawiliński J, Tomaszewska R, Gregorczyk-Maga I, Skrzat J: Extra- and intracerebral course of the recurrent artery of Heubner. *Folia Morphol (Warsz).* 2013;72(2):94-9.
- Marinkovic, S.; Gibo, H.; Brigante, L.; Nikodijevic, I & Petrovic, P: The surgical anatomy of the perforating branches of the anterior choroidal artery. *Surg. Neurol.*, 52:30-6, 1999.
- Marinković S, Gibo H, Erdem A: Huge uncal branch of the anterior choroidal artery. *Neurol Med Chir (Tokyo).* 1994 Jul;34(7):423-8.
- Marinkovic S, Gibo H, Milisavljevic M, Cetkovic M. Anatomic and clinical correlations of the lenticulostriate arteries. *Clin Anat.* 2001 May;14(3):190-5.
- Marinković SV, Kovacević MS, Marinković JM: Perforating branches of the middle cerebral artery. Microsurgical anatomy of their extracerebral segments. *J Neurosurg.* 1985 Aug;63(2):266-71.
- Marinković S, Milisavljević M, Kovacević M: Anatomical bases for surgical approach to the initial segment of the anterior cerebral artery. Microanatomy of Heubner's artery and perforating branches of the anterior cerebral artery. *Surg Radiol Anat.* 1986;8(1):7-18.
- Marinkovic SV, Milisavljevic MM, Kovacevic MS, Stevic ZD: Perforating branches of the middle cerebral artery. Microanatomy and clinical significance of their intracerebral segments. *Stroke.* 1985 Nov-Dec;16(6):1022-9.
- Marinković SV, Milisavljević MM, Marinković ZD: The perforating branches of the internal carotid artery: the

microsurgical anatomy of their extracerebral segments. *Neurosurgery*. 1990 Mar;26(3):472-8; discussion 478-9.

Marinković S, Milisavljević M, Marinković Z: Branches of the anterior communicating artery. *Microsurgical anatomy*. *Acta Neurochir (Wien)*. 1990;106(1-2):78-85.

Martínez F, Spagnuolo E, Calvo-Rubal A, Laza S, Sgarbi N, Soria-Vargas VR, Prinzo H: Variants of the anterior circle of Willis. Anatomic and angiographic correlation and its implications in the surgery of intracranial aneurysms. *Acigos anterior cerebral artery, median artery of the corpus callosum and accessory middle cerebral artery*.

Neurocirugia (Astur). 2004 Dec;15(6):578-88; discussion 588-9. Merry GS, Jamieson KG: Operative approach to persistent trigeminal artery producing facial pain and diplopia. *Case report*. *J Neurosurg* 1977;47:613-8.

Ogawa A, Suzuki M, Sakurai Y, Yoshimoto T: Vascular anomalies associated with aneurysms of the anterior communicating artery: microsurgical observations. *J Neurosurg*. 1990 May;72(5):706-9.

Osawa S, Rhoton AL Jr, Tanriover N, Shimizu S, Fujii K: Microsurgical anatomy and surgical exposure of the petrous segment of the internal carotid artery. *Neurosurgery*. 2008 Oct;63(4 Suppl 2):210-38; discussion 239

O'Uchi E, O'Uchi T: Persistent primitive trigeminal arteries (PTA) and its variant (PTAV): Analysis of 103 cases detected in 16,415 cases of MRA over 3 years. *Neuroradiology* 2010;52:1111-9.

Parkinson D, Shields CB. Persistent trigeminal artery: Its relationship to the normal branches of the cavernous carotid. *J Neurosurg* 1974;40:244-8.

Paullus WS, Pait TG, Rhoton AL Jr: Microsurgical exposure of the petrous portion of the carotid artery. *J Neurosurg*. 1977 Nov;47(5):713-26.

Pedroza A, Dujovny M, Artero JC, Umansky F, Berman SK, Diaz FG, Ausman JI, Mirchandani HG: Microanatomy of the posterior communicating artery. *Neurosurgery*. 1987 Feb;20(2):228-35.

Perlmutter D, Rhoton AL Jr: Microsurgical anatomy of the anterior cerebral-anterior communicating-recurrent artery complex. *J Neurosurg*. 1976 Sep;45(3):259-72.

Perlmutter D, Rhoton AL Jr: Microsurgical anatomy of the distal anterior cerebral artery. *J Neurosurg*. 1978 Aug;49(2):204-28.

Pretterklieber ML, Schindler A, Krammer EB: Unilateral persistence of the dorsal ophthalmic artery in man. *Acta Anat (Basel)*. 1994;149(4):300-5.

Pretterklieber ML, Schindler A, Krammer EB: Unilateral persistence of the dorsal ophthalmic artery in man. *Acta Anat (Basel)*. 1994;149(4):300-5.

Reisch R, Vutskits L, Patonay L, Fries G: The meningohipophyseal trunk and its blood supply to different intracranial structures. An anatomical study. *Minim Invasive Neurosurg*. 1996 Sep;39(3):78-81.

Rhoton AL Jr, Fujii K, Fradd B: Microsurgical anatomy of the anterior choroidal artery. *Surg Neurol*. 1979 Aug;12(2):171-87.

Rhoton AL Jr, Perlmutter D: Microsurgical anatomy of anterior communicating artery aneurysms. *Neurol Res*. 1980;2(3-4):217-51.

Rosner SS, Rhoton AL Jr, Ono M, Barry M: Microsurgical anatomy of the anterior perforating arteries. *J Neurosurg*. 1984 Sep;61(3):468-85.

Saltzman GF: Patent primitive trigeminal artery studied by cerebral angiography. *Acta Radiol* 1959;51:329-36

Sen T, Esmer AF, Acar HI, Karahan ST, Tuccar E: Arterial vascularisation of the anterior perforated substance. *Singapore Med J*. 2011 Jun;52(6):410-4.

Serizawa T, Saeki N, Yamaura A: Microsurgical anatomy and clinical significance of the anterior communicating artery and its perforating branches. *Neurosurgery*. 1997 Jun;40(6):1211-6; discussion 1216-8.

Stefani MA, Schneider FL, Marrone AC, Severino AG, Jackowski AP, Wallace MC: Anatomic variations of anterior cerebral artery cortical branches. *Clin Anat*. 2000;13(4):231-6.

Suzuki M, Ogawa A, Kayama T, Sakurai Y, Suzuki J: Vascular anomalies associated with anterior communicating aneurysms. *No Shinkei Geka*. 1988;16(5 Suppl):498-502.

Takahashi S, Fukasawa H, Ishii K, Sakamoto K: The anterior choroidal artery syndrome. I. Microangiography of the anterior choroidal artery. *Neuroradiology*. 1994 Jul;36(5):337-9.

Takahashi S, Suga T, Kawata Y, Sakamoto K: Anterior choroidal artery: angiographic analysis of variations and anomalies. *AJNR Am J Neuroradiol*. 1990 Jul-Aug;11(4):719-29.

Tanriover N, Kawashima M, Rhoton AL Jr, Ulm AJ, Mericle RA: Microsurgical anatomy of the early branches of the middle cerebral artery: morphometric analysis and classification with angiographic correlation. *J Neurosurg*. 2003 Jun;98(6):1277-90.

Tanriover N, Kucukyuruk B, Ulu MO, Isler C, Sam B, Abuzayed B, Uzan M, Ak H, Tuzgen S: Microsurgical anatomy of the cisternal anterior choroidal artery with special emphasis on

the preoptic and postoptic subdivisions. [J Neurosurg.](#) 2014 May;120(5):1217-28.

[Tanriover N, Rhoton AL Jr, Kawashima M, Ulm AJ, Yasuda A:](#) Microsurgical anatomy of the insula and the sylvian fissure. [J Neurosurg.](#) 2004 May;100(5):891-922.

Traynelis VC, Dunker RO: Interhemispheric approach with callosal resection for distal anterior cerebral artery aneurysms. Technical note. [J Neurosurg.](#) 1992 Sep;77(3):481-3.

Tsutsumi S, Rhoton AL Jr: Microsurgical anatomy of the central retinal artery. [Neurosurgery.](#) 2006 Oct;59(4):870-8; discussion 878-9.

Tubbs RS, Nguyen HS, Shoja MM, Benninger B, Loukas M, Cohen-Gadol AA: The medial tentorial artery of Bernasconi-Cassinari: a comprehensive review of its anatomy and neurosurgical importance. [Acta Neurochir \(Wien\).](#) 2011 Dec;153(12):2485-90.

[Türe U, Yaşargil MG, Al-Mefty O, Yaşargil DC:](#) Arteries of the insula. [J Neurosurg.](#) 2000 Apr;92(4):676-87.

Ugur HC, Kahilogullari G, Coscarella E, Unlu A, Tekdemir I, Morcos JJ, Elhan A, Baskaya MK: Arterial vascularization of primary motor cortex (precentral gyrus). [Surg Neurol.](#) 2005;64 Suppl 2:S48-52.

[Ujiie H, Liepsch DW, Goetz M, Yamaguchi R, Yonetani H, Takakura K:](#) Hemodynamic study of the anterior communicating artery. [Stroke.](#) 1996 Nov;27(11):2086-93; discussion 2094.

Umansky F, Dujovny M, Ausman JI, Diaz FG, Mirchandani HG: Anomalies and variations of the middle cerebral artery: a microanatomical study. [Neurosurgery.](#) 1988 Jun;22(6 Pt 1):1023-7.

Umansky F, Gomes FB, Dujovny M, Diaz FG, Ausman JI, Mirchandani HG, Berman SK: The perforating branches

of the middle cerebral artery. A microanatomical study. [J Neurosurg.](#) 1985 Feb;62(2):261-8.

Umansky F, Juarez SM, Dujovny M, Ausman JI, Diaz FG, Gomes F, Mirchandani HG, Ray WJ: Microsurgical anatomy of the proximal segments of the middle cerebral artery. [J Neurosurg.](#) 1984 Sep;61(3):458-67.

Uz A, Erbil K, Esmer A: The origin and relations of the anterior choroidal artery: an anatomical study. [Folia Morphol \(Warsz\).](#) 2005 Nov;64(4):269-72.

Uz A, Mine EK: A morphological study of the posterior communicating artery. [Folia Morphol \(Warsz\).](#) 2004 Nov;63(4):397-9.

Uzün I, Gürdal E, Cakmak YO, et al. A reminder of the anatomy of the recurrent artery of Heubner. [Central European Neurosurgery.](#) 2009;70(1):36–38.

Vincentelli F, Caruso G, Grisoli F, Rabehanta P, Andriamamonjy C, Gouaze A: Microsurgical anatomy of the cisternal course of the perforating branches of the posterior communicating artery. [Neurosurgery.](#) 1990 May;26(5):824-31.

Vincentelli F, Lehman G, Caruso G, Grisoli F, Rabehanta P, Gouaze A: Extracerebral course of the perforating branches of the anterior communicating artery: microsurgical anatomical study. [Surg Neurol.](#) 1991 Feb;35(2):98-104.

Vitosević Z, Cetković M, Vitosević B, Jović D, Rajković N, Millisavljević M: Blood supply of the internal capsule and basal nuclei. [Srp Arh Celok Lek.](#) 2005 Jan-Feb;133(1-2):41-5.

Weon YC, Choi SH, Hwang JC, Shin SH, Kwon WJ, Kang BS: Classification of persistent primitive trigeminal artery (PPTA): a reconsideration based on MRA. [Acta Radiol.](#) 2011 Nov 1;52(9):1043-51.

Zunon-Kipré Y, Peltier J, Haïdara A, et al. Microsurgical anatomy of distal medial striate artery (recurrent artery of Heubner) Surgical and Radiologic Anatomy. 2012;34:15–20.