

Contribución Original**ANATOMÍA MACROSCÓPICA E IMAGENOLÓGICA DE LAS RAMAS PRECOCES DE LA ARTERIA CEREBRAL MEDIA****Fernando Martínez^{1,2}, Gabriela Castro¹, Rodrigo Moragues², Edgardo Spagnuolo³, Gonzalo Estapé¹**¹ *Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina CLAEH, Punta del Este, Maldonado, Uruguay.*² *Servicio de Neurocirugía, Hospital de Clínicas (Universidad de la República), Montevideo, Uruguay.*³ *Servicio de Neurocirugía del Hospital Maciel (MSP), Montevideo, Uruguay***RESUMEN**

Las ramas precoces de la arteria cerebral media son ramas corticales originadas del tronco de la citada arteria. Se trata de arterias que pueden nutrir importantes áreas de los lóbulos temporal, frontal o la ínsula. Por lo tanto, la oclusión de una de estas ramas producirá un área de isquemia con potenciales consecuencias. Se estudiaron 20 hemisferios cerebrales de cadáveres adultos conservados en formol, y 20 angiografías silvianas realizando una comparación y correlación. En las piezas anatómicas, la arteria cerebral media terminó por bifurcación en el 100% de los casos y dicha bifurcación se situó en la porción esfenoideal (M1) en la mayoría de las piezas. Se encontraron ramas precoces en número de 1 a 4 en el 80%, totalizando 28 arterias, de las cuales 23 tenían destino temporal y 5 frontales. En el material angiográfico la cerebral media terminó por bifurcación en el 95% de los casos y la misma se ubicó en M1 en la mayoría de los casos. Se encontraron ramas precoces en el 70% de los estudios analizados, totalizando 19 ramos. De los mismos, 16 fueron temporales, 1 frontal y en 2 casos no se pudo determinar su destino. Consideramos que los datos anatómicos y angiográficos obtenidos por este y otros estudios son de utilidad en la planificación del clipado de los aneurismas de la cerebral media.

Palabras clave: Arteria cerebral media; Aneurismas intracraneales; Lóbulo temporal; Lóbulo frontal

ABSTRACT:

The early branches of the middle cerebral artery are cortical branches that arise from the trunk of this

artery. These branches can supply significant areas in the temporal, frontal or insular lobes. Therefore, their occlusion may lead to ischemia and potential sequelae. We studied 20 cerebral hemispheres of formalin-fixed adult cadavers and 20 silvian angiographies in order to compare and correlate them. In the anatomical specimens, the middle cerebral artery ended bifurcating in 100% of the cases and such bifurcation occurred at the sphenoidal segment (M1) in most cases. Early branches ranging from 1 to 4 were found in 80% of the cases, totalizing 28 arteries, out of which 23 had a temporal destination and 5 a frontal one. In the angiographic material, the middle cerebral artery ended in a bifurcation pattern in 95% of the cases. This bifurcation occurred mostly at M1 as well. Early branches were found in 70% of the cases, which totalized 19 branches. Sixteen of them were temporal branches, 1 was frontal and the other 2 could not be determined. We consider that the anatomical and angiographic data obtained at this and other studies are useful when it comes to planify the clipping of silvian aneurysms.

Key words: Middle cerebral artery; intracranial aneurysms; temporal lobe; frontal lobe.

* *Correspondencia a:* Dr. Fernando Martínez. Mississippi 1536, Block D, Apto 501. Barrio Malvín, Montevideo, Uruguay. CP 11.300.

Recibido: 8 de agosto, 2013. **Revisado:** 26 de agosto, 2013. **Accepted:** 29 de agosto, 2013.

INTRODUCCIÓN

Los aneurismas del sector prebifurcación de la arteria cerebral media (ACM) son poco frecuentes, representando menos del 5% del total de aneurismas intracraneanos (Marques-Sánchez et al, 2010). Por su patogenia, los aneurismas saculares intracraneanos se ubican en general en bifurcaciones arteriales, por lo tanto, los aneurismas de la porción prebifurcación (PPB) se asocian a ramas precoces de la ACM o a arterias lenticuloestriadas gruesas. Se denomina "ramas precoces" (RP) a las arterias corticales originadas de la arteria cerebral media antes de su terminación (Rhoton, 2002; Rhoton, 1985; Tanriover et al, 2003; Teal et al, 1973). Estas ramas precoces, cuando están presentes, nutren la cara basal del lóbulo frontal, la ínsula, el polo temporal y la cara superior del lóbulo temporal (Yasargil 1984a; Yasargil 1984b).

Las RP son a veces voluminosas y por ello, su punto de origen puede ser confundido con una bifurcación precoz de la ACM y frecuentemente son asiento de aneurismas ubicados en la PPB (Yasargil 1984a; Yasargil 1984b).

Además, si bien las ramas precoces nutren las áreas corticales descritas anteriormente, pueden originar ramos perforantes para la región gangliobasal (Tanriover et al, 2003).

Todas estas condicionantes anatómicas hacen que el reconocimiento de las RP y las arterias lenticuloestriadas, tanto en los estudios angiográficos como durante el tratamiento de aneurismas de la arteria cerebral media, sea de crucial importancia.

Por este motivo y teniendo en cuenta el relativamente bajo número de artículos anatómo-angiográficos realizados al respecto, hemos realizado un estudio anatómo-descriptivo sobre las RP de la ACM en material cadavérico, con correlación angiográfica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se disecaron 20 hemisferios cerebrales de cadáveres adultos sin evidencia macroscópica de patología neurológica. Cuatro hemisferios fueron procedentes del Laboratorio de Microcirugía del Hospital Maciel y 16 del Laboratorio de Neuroanatomía de la Facultad de Medicina CLAEH.

Se realizó la disección de la ACM, desde su inicio hasta su terminación registrando: 1) longitud de la ACM, 2) presencia, origen y destino de ramas precoces, 3) distancia entre el origen de las ramas precoces y el origen de la ACM y 4) forma y sitio de terminación de la ACM. Las disecciones se llevaron a cabo bajo microscopio quirúrgico o lupa (x3) y utilizando instrumental de microcirugía. Las mediciones se realizaron con cartabón milimetrado.

Posteriormente se tomaron al azar 10 angiografías cerebrales (20 arterias) de pacientes sin patología a nivel del círculo arterial cerebral (polígono de Willis), registrando las mismas variables que para el material cadavérico, salvo la longitud de la arteria cerebral media.

Se tomaron también angiografías de pacientes con aneurismas en la arteria cerebral media, pero solo para usar como casos representativos y no formaron parte de la muestra analizada.

RESULTADOS

Material anatómico:

El tronco de la ACM presentó una longitud de entre 7 y 30mm, y terminó por bifurcación en el 100% de los casos. El sitio en donde la ACM se dividió, en relación con el *limen insulae* se muestra en la tabla 1.

	Piezas anatómicas (%)	Casos arteriográficos (%)
División en M1	11 (55)	11 (55)
División en M1-M2	4 (20)	5 (25)
División en M2	5 (25)	4 (20)
Bifurcación	20 (100)	19 (95)
Trifurcación	0 (0)	1 (5)
Ramos precoces SI	16 (80)	14 (70)
Ramos precoces NO	4 (20)	6 (30)

Tabla 1: Comparación entre el lugar, tipo de división de la arteria cerebral media y presencia de ramos precoces en el material anatómico (n: 20) y arteriográfico (n:20).

Ramos precoces por hemisferio	Piezas anatómicas (%)	Casos arteriográficos (%)
Un ramo	7 (44)	9 (64)
Dos ramos	7 (44)	5 (36)
Tres ramos	1 (6)	
Cuatro ramos	1 (6)	

Tabla 2: número de ramos precoces por hemisferio, comparando material anatómico (n: 16) con los casos arteriográficos (n: 14).

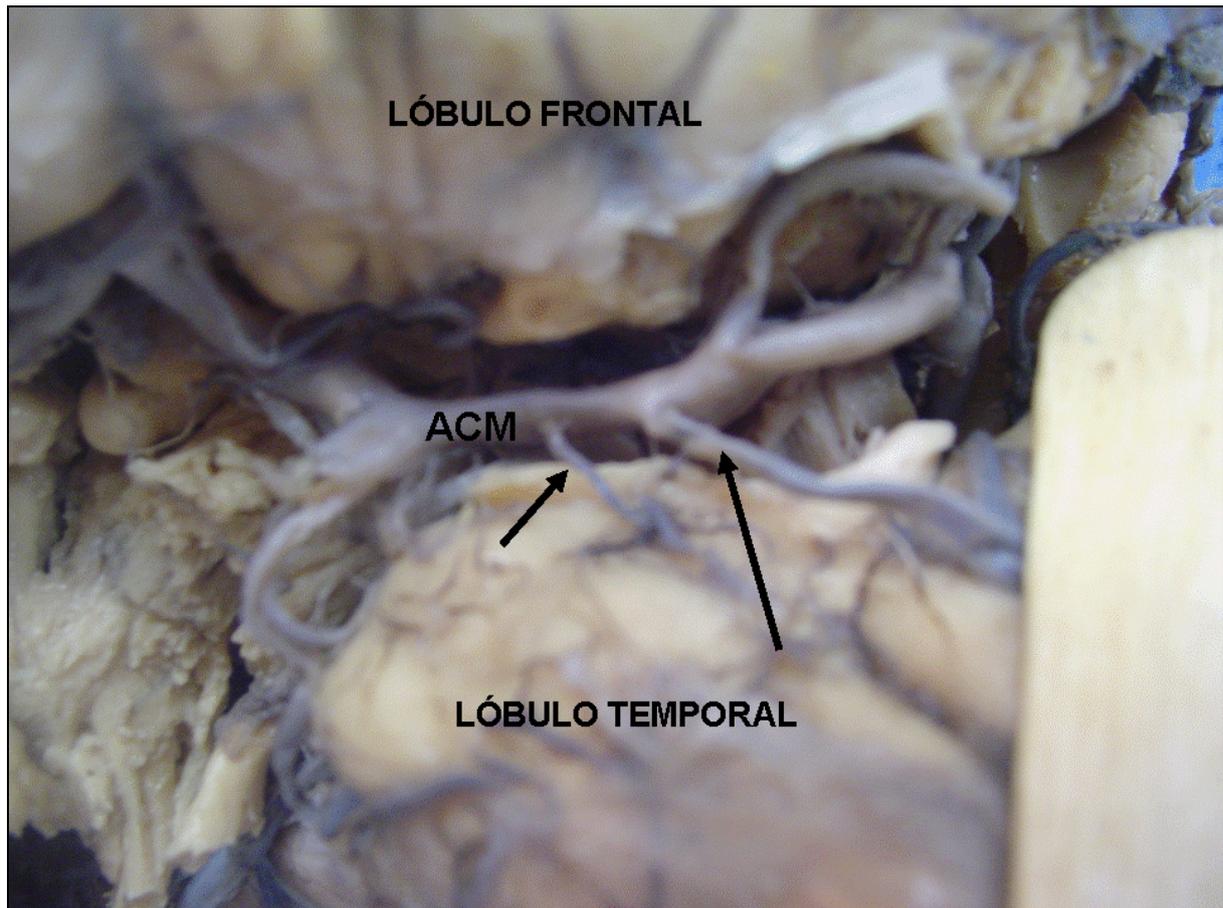


Figura 1: caso anatómico, hemisferio izquierdo. Desde el tronco de la arteria cerebral media (ACM) se originan dos ramos precoces a destino temporal (flechas). El más anterior (flecha corta) se consideró como la arteria temporopolar, en tanto el más posterior (flecha larga) es la arteria temporal anterior.

Las ACM que no dieron ramas precoces tuvieron una menor longitud que aquellas que si los presentaban (promedio 11.1mm y 20mm respectivamente). A su vez, las ACM más largas originaron más ramas precoces.

Se hallaron ramas precoces en 16 casos (80%) y los mismos se presentaron en número de 1 a 4 por hemisferio (Tabla 2). El total de ramas precoces fue de 28, de los cuales 23 estaban dirigidos al lóbulo temporal y 5 al frontal.

El territorio de irrigación de las ramas temporales fue: polo temporal, *planum polare* y sector

anterior de la ínsula (Figuras 1 y 2). Las ramas encontradas en este estudio fueron: arteria temporopolar (15 casos), arteria temporal anterior (11 casos) y arteria temporal media (2 casos)

Todas las ramas frontales estuvieron destinadas a la porción lateral de la corteza orbitofrontal (arteria orbitofrontal). Algunas de las ramas frontales dieron además, ramas insulares.

La distancia desde el origen de la ACM hasta el origen de la primer rama precoz fue entre 2 y 13mm (promedio: 7.3mm).

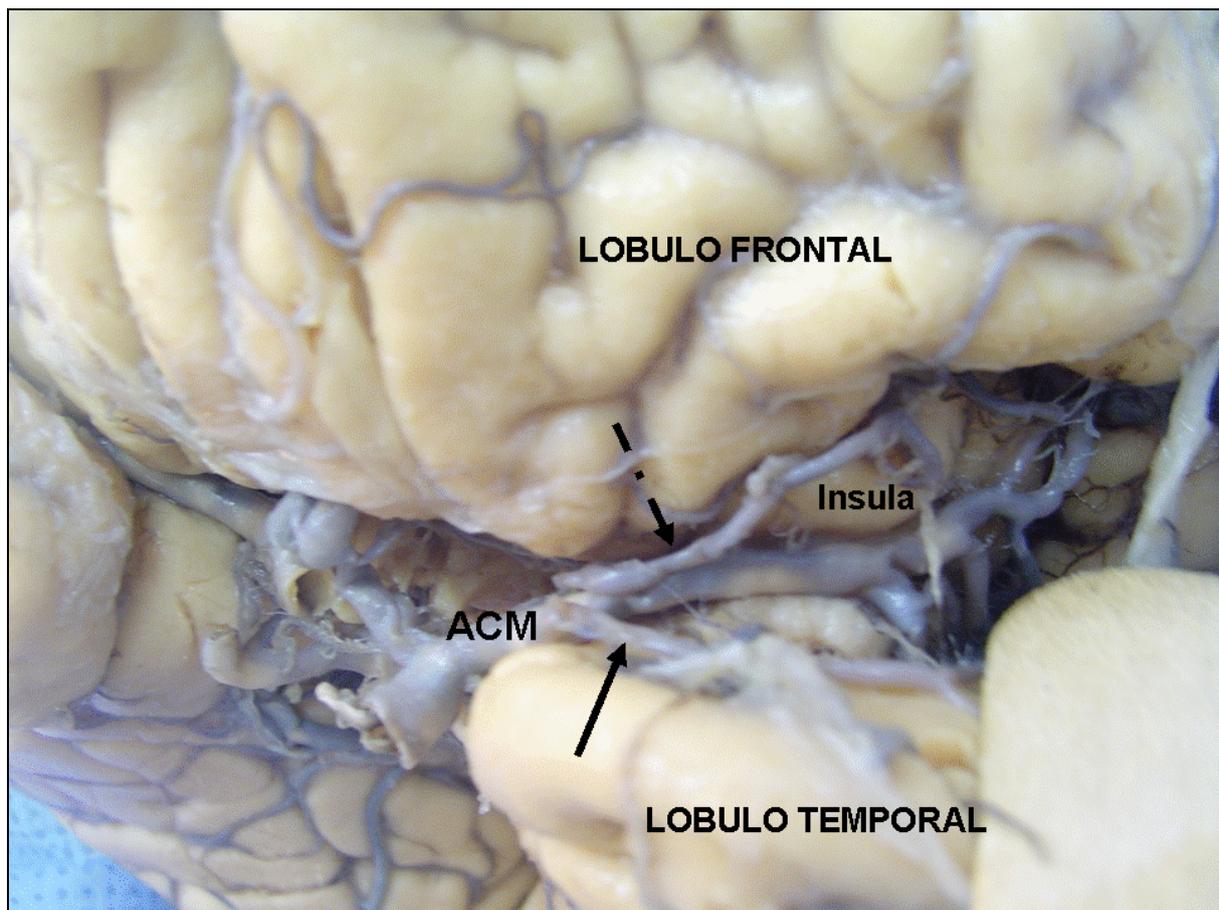


Figura 2: caso anatómico, hemisferio izquierdo. En este caso, la arteria cerebral media (ACM) origina dos ramos precoces, uno a destino temporal (flecha continua, arteria temporal anterior) y otro a destino fronto-insular (flecha discontinua, arteria orbitofrontal).

Material arteriográfico:

Por carecer de material que hiciera fiables las medidas en milímetros, no tomamos la longitud de la ACM ni la distancia desde su origen hasta la primer rama precoz. El sitio y modo de división de la ACM se muestra en la tabla 1.

Catorce hemisferios (70%) presentaron ramas precoces. El número de ramas por hemisferio se muestra de forma comparativa entre el material anatómico y radiológico, en la tabla 2.

Identificamos un total de 19 ramas precoces, de las cuales una estaba destinado al lóbulo frontal, 16 al temporal y en dos casos no pudimos identificar el destino del vaso por su fino calibre y/o superposición de imágenes (Figuras 3a y 3b).

DISCUSIÓN

La arteria cerebral media es una de las tres arterias que presenta aneurismas saculares

intracraneanos de forma más frecuente. Por ello, el conocimiento de sus variantes anatómicas, tanto las frecuentes como las poco frecuentes, es de suma importancia. El conocimiento de las mismas puede permitir su identificación en el preoperatorio para tener una mejor planificación del tratamiento de los aneurismas de la cerebral media, sea este con cirugía abierta o endovascular.

La mayoría de los autores está de acuerdo en que la ACM es una de las arterias intracraneanas menos variables. Sin embargo, se describen: su bifurcación precoz, trifurcación, cuadrifurcación, tronco único no bifurcante, hipoplasia, presencia de una arteria cerebral media accesoria, cerebral media doble, o fenestraciones (Crompton, 1962; Chicoine y Dacey, 2006; Gibo et al, 1981; Komiyama et al, 1998; Martínez et al, 2002; Martínez et al, 2004; Martínez y Calvo, 2006; Moran et al, 1997, Osborn, 1999; Rhoton, 1985; Ring 1974; Rosner et al, 1984; Tanriover et al, 2003; Umansky et al, 1985).

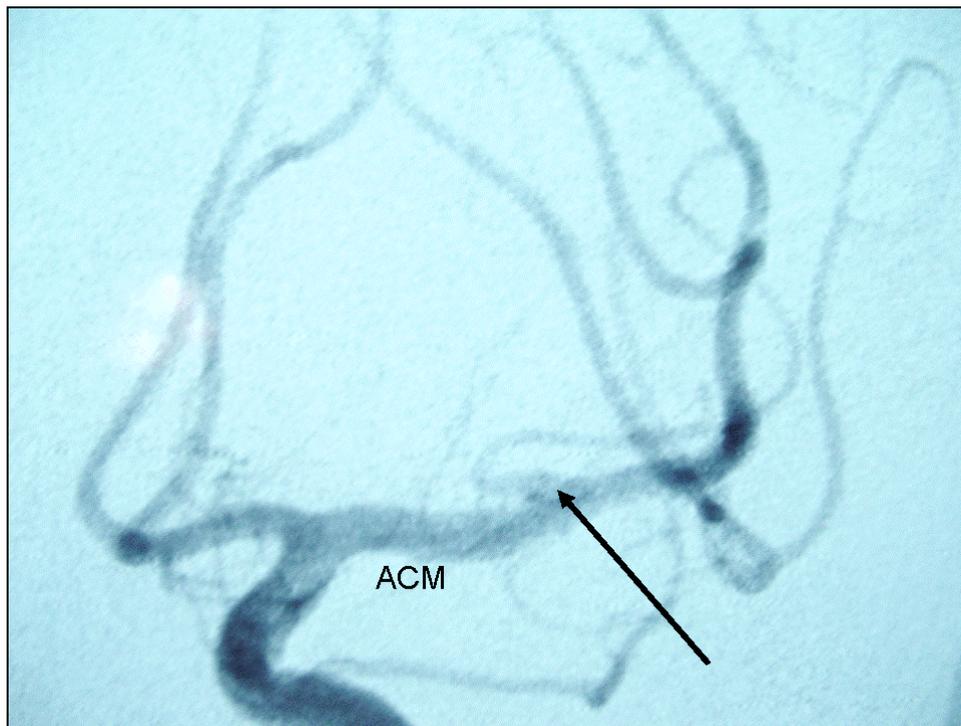


Figura 3 a: arteriografía cerebral, proyección de frente, inyección por carótida izquierda. La arteria cerebral media (ACM) origina un ramo precoz a destino fronto-insular (flecha).

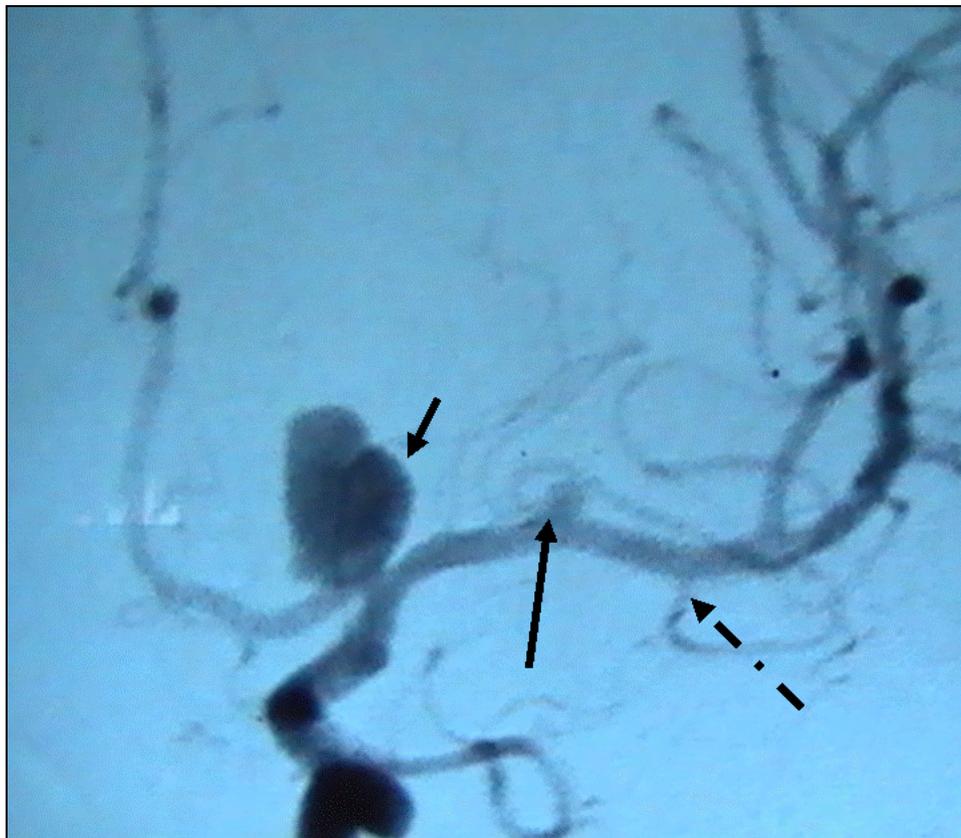


Figura 3 b: arteriografía cerebral, proyección de frente, inyección por carótida izquierda. En este caso, se ven dos aneurismas, uno ubicado en la bifurcación carotídea (flecha continua corta) y otro en el origen de un ramo precoz de la arteria cerebral media (flecha continua larga). Se observa además, otro ramo precoz temporal (flecha discontinua).

Según Seeger (2003), debería considerarse como patrón normal a aquel que se encuentra en más del 50% de los casos, variable frecuente a aquella que se encuentra entre el 50 y el 10% de los casos y variante poco frecuente aquella presente en menos del 10% de los casos. Siguiendo este precepto y según nuestros resultados y la opinión de otros autores, las ramas precoces de la arteria cerebral media no deberían ser consideradas como una variante, sino como ramos habituales de dicho vaso (Osborn, 1999). En el presente estudio sobre las ramas del sector prebifurcación de la ACM nos centramos en las ramas precoces (a destino cortical). Esto fue debido a que para estudiar las ramas lenticuloestriadas es necesaria la inyección de la ACM con látex. Los hemisferios utilizados habían sido disecados previamente de forma cuidadosa, pero por la fragilidad de las arterias lenticuloestriadas podrían haber alguna arteria dañada con lo que la pérdida de látex hubiera inutilizado el preparado.

En los últimos años se les ha comenzado a dar una mayor importancia a las RP, debido a sus posibles implicancias en la cirugía de los aneurismas de la cerebral media (Marques-Sánchez et al, 2010). El termino "ramas precoces" involucra a arterias constantes, con nombre propio y territorio específico. Por ejemplo, Ring (1974) describe dos ramas originadas del tronco de la ACM de forma frecuente: las arterias temporal anterior y orbitofrontal. Las mismas se dirigen hacia la cara superior del polo temporal y el sector lateral de la corteza orbitofrontal, respectivamente. Yasargil (1984a y 1984b) también describe estas arterias y destaca que su origen precoz puede confundir sobre el punto de bifurcación de la ACM.

Estudios más recientes muestran datos similares dentro de las ramas precoces, las arterias más frecuentes son la temporopolar, temporal anterior y orbitofrontal (Pai et al, 2005; Tanriover et al, 2003).

Analizando un poco más en profundidad los resultados de varios estudios anatómicos, se desprende que las ramas precoces temporales son las que se encuentran con mayor frecuencia: entre el 80 y el 100% de los casos (Tanriover et al, 2003). De las ramas precoces, las más frecuentes son las arterias temporopolar y temporal anterior. Ambas pueden originarse por separado o por un tronco común. En nuestra serie ambas ramas representaron el 92.8% de las ramas precoces a destino temporal (53.6% y 39.3%, respectivamente). El territorio de las mismas es el polo temporal y la cara superolateral de T1 y T2 respectivamente (Rhoton, 2002; Van der Zwan et al, 1992). Kahilogullari et al (2012) en un completo estudio sobre la

distribución de la ACM encuentra datos interesantes y que en algunos puntos, difieren de los nuestros. Por ejemplo, encuentran la arteria temporopolar originada como rama precoz en el 26% de los casos, la temporal posterior en el 50% de los casos y la temporal media en el 2%. Estos datos pueden diferir de los nuestros por diferencias étnicas en las poblaciones. Pero además se debe tener en cuenta que estos autores hicieron foco en cada arteria puntual y los porcentajes que expresan no son necesariamente sobre el número de casos que cada arteria representó dentro de las ramas precoces. Por ejemplo, los citados autores afirman que la arteria temporal posterior se encontró en el 100% de los 54 hemisferios cerebrales analizados y de estos, el 50% se originaba como un ramo precoz. El foco de nuestro estudio fue específicamente el origen, distribución y número de las ramas precoces y por lo tanto, nuestros datos no son del todo comparables con los de Kahilogullari et al (2012). Otros autores encuentran otros ramos originados como RP. Tanriover et al. (2003) y Kahilogullari et al (2012) encuentran además a las arterias temporal media, temporal posterior, temporo-occipital e incluso, la arteria angular. El origen de la arteria angular como RP es muy poco frecuente (2%), pero es muy importante identificar a este ramo cuando nace del tronco de la ACM. En nuestro material anatómico hallamos dos casos de arteria temporal media originada como RP (7.1% de los casos), pero ninguna de las otras ramas descritas por Tanriover et al y Kahilogullari et al.

Estos datos, tienen gran importancia por las potenciales consecuencias del sacrificio de una RP en el tratamiento de los aneurismas del sector prebifurcación de la cerebral media, ya que el compromiso de una arteria angular en el hemisferio dominante puede traer como consecuencia una afasia. La eventualidad de que una arteria angular se origine como RP es menor al 5%, pero debe ser tenida en cuenta (Kahilogullari et al, 2012; Tanriover et al, 2003).

En el material anatómico estudiado por los autores, encontramos ramas frontales en el 25% de los casos. Todas las arterias frontales halladas fueron ramas fronto-orbitarias. Otros autores muestran una incidencia levemente mayor de RP frontales: entre 32 y 40% (Pai et al, 2005). Encuentran, además de la arteria orbitofrontal, dirigidas al córtex frontolateral y prefrontal en hasta un 10% de los casos. Kahilogullari et al (2012) encuentran, además de los ramos descritos, a las arterias prefrontal y precentral originándose desde la ACM como ramas precoces.

Si bien nosotros no lo estudiamos en nuestras piezas, Tanriover et al (2003) encuentran que las

ramas precoces además de dar arterias corticales, originan perforantes a la región gangliobasal en un 80% de las arterias frontales y en casi un 50% de las arterias temporales.

Un punto a tener en cuenta, es que hallamos una diferencia entre el número de ramas precoces originados de la ACM al comparar el material angiográfico y anatómico. Pensamos que dicha diferencia se deba a que en la arteriografía, algunas arterias de calibre fino no puedan ser identificadas. Por ello, la ausencia de ramas precoces en una angiografía no es sinónimo de su ausencia anatómica.

Para finalizar, existen dos variantes poco frecuentes de la arteria cerebral media: la duplicación y la arteria cerebral media accesoria (Crompton, 1962; Lazorthes, 1961; Martínez y Calvo, 2006; Martínez et al, 2004). Varios autores (Komiyama et al, 1998; Tanriover et al, 2003) plantean que por su distribución cortical, la arteria cerebral media accesoria se comporta como una rama precoz frontal, en tanto la arteria cerebral media duplicada, se comporta como una rama precoz temporal. Esto fue encontrado por nosotros en estudios previos (Martínez y Calvo, 2006; Martínez et al, 2002; Martínez et al, 2002), pero no hallamos dichas variantes en este estudio.

En conclusión, las ramas precoces (RP) de la arteria cerebral media no deben considerarse como una variante sino como un hallazgo normal. Entre un 80 y 100% de los casos presentan al menos un RP, pudiendo encontrarse hasta 4 por hemisferio.

Las RP más frecuentes tienen como destino el lóbulo temporal, en particular el polo temporal. El ramo frontal más frecuente es la arteria fronto-orbitaria. En la mitad de los casos las RP temporales originan arterias perforantes, las RP frontales los originan en más del 80%.

Si la arteria cerebral media tiene más de 10mm de longitud, hay mayor chance de que origine al menos una RP.

BIBLIOGRAFIA

- Chicoine MR, Dacey Jr RG* 2006. Middle cerebral artery aneurysms. In: Sekhar LN, Fessler RG (eds.): Atlas of neurosurgical techniques. Thieme, New York, 131-141.
- Crompton MR* 1962. The pathology of ruptured middle-cerebral aneurysms, with special reference to the differences between the sexes. *Lancet* 2: 421-425.
- Gibo H, Carver CC, Rhoton AL Jr.* 1981. Microsurgical anatomy of the middle cerebral artery *J Neurosurg* 54: 151-169.
- Kahilogullari G, Ugur HC, Comert A, Tekdemir I, Kanpolat Y* 2012. The branching pattern of the middle cerebral artery: is the intermediate trunk real or not? An anatomical study correlating with simple angiography. *J Neurosurg* 116: 1024-1034.
- Komiyama M, Nakajima H, Nishikawa M.* 1998. Middle cerebral artery variations: duplicated and accessory arteries. *AJNR* 19: 45-49.
- Lazorthes G.* 1961 *Vascularisation et circulation cérébrales.* Masson & Cie Editeurs, Paris.
- Marques-Sánchez P, Spagnuolo E, Martínez F, Pereda P, Tarigo A, Verdier V.* 2010. Aneurysms of proximal middle cerebral artery segment (M1). Anatomical and therapeutic considerations. Analysis of a series of prebifurcation segment aneurysms. *Asian J Neurosurg* 11:57-63.
- Martínez F, Calvo Rubal A.* 2006. Duplicación de la arteria cerebral media: reporte de dos casos diagnosticados por angiografía. *Neurocirugía/Neurocirugía (FLANC)* 11: 21-26.
- Martínez Benia F, Sgarbi López N, Spagnuolo Dondero E, Prinzo Yamurri H, Soria Vargas VR.* 2002. Arteria cerebral media accesoria. *Arch Neurocién (Mex)* 7: 156-160.
- Martínez F, Spagnuolo E, Calvo A.* 2004. Variaciones del sector anterior del polígono de Willis y su correlación arteriográfica: Arterias ácidos cerebral anterior, mediana del cuerpo calloso y cerebral media accesoria. *Neurocirugía (Astur)* 15: 578-589.
- Moran CJ, Kido DK, Cross DT.* 1997. Cerebral vascular angiography: indications, technique, and normal anatomy of the head. In Baum S. (ed) *Abram's angiography*, 4th edition. Little, Brown and Company, Boston. 241-283.
- Osborn AG.* 1999. *Cerebral angiography*, 2nd Ed. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia.
- Pai SB, Varma RG, Kulkarni RN.* 2005. Microsurgical anatomy of the middle cerebral artery. *Neurol India.* 53: 186-90.
- Rhoton AL, Saeki N, Perlmutter D.* 1985. Microsurgical anatomy of the circle of Willis. Rand RW. (ed.): *Microneurosurgery*, 3rd edition. CV Mosby Company, St Louis 513-543.
- Rhoton AL Jr.* 2002. The supratentorial arteries. *Neurosurgery* 51: S53-S120
- Ring RA.* 1974. The middle cerebral artery. Newton TH, Potts DG (eds). *Radiology of the skull and brain.* Vol 2, Book 1. The CV Mosby Company. Saint Louis 1442-1479.
- Rosner S, Rhoton AL Jr, Ono M, Barry M.* 1984. Microsurgical anatomy of the anterior perforating arteries. *J Neurosurg* 61: 468-485.
- Seeger W* 2003. Standard variants of the skull and brain. Atlas for neurosurgeons and neuro-radiologists. Springer Verlag, Wien.

- Tanriover N, Kawashima M, Rhoton AL Jr., Ulm AJ, Mericle RA.* 2003. Microsurgical anatomy of the early branches of the middle cerebral artery: morphometric analysis and classification with angiographic correlation. *J Neurosurg* 98: 1277-1290.
- Teal JS, Rumbaugh CL, Bergeron RT.* 1973. Anomalies of the middle cerebral artery: accessory artery, duplication and early bifurcation. *AJR* 118: 567-575.
- Umansky F, Gomes FB, Dujovny M.* 1985 The perforating branches of the middle cerebral artery. A microanatomical study. *J Neurosurg* 62: 261-268.
- Yasargil MG.* 1984a. *Microneurosurgery I: Microsurgical Anatomy of the Basal Cisterns and Vessels of the Brain, Diagnosis Studies, General Operative Techniques and Pathological Considerations of the Intracranial Aneurysms.* George Thieme Verlag. Stuttgart. 72-91.
- Yasargil MG.* 1984b. *Microneurosurgery II: Clinical considerations, surgery of the intracranial aneurysms and results.* George Thieme Verlag. Stuttgart. 124-164.
- Van der Zwan A, Hillen B, Tulleken C, Dujovny M, Dragovic L.* 1992. Variability of territories of the major cerebral arteries. *J Neurosurg* 77: 927-940.