

Anatomía microquirúrgica de la arteria cerebral media y del valle silviano

Juan Manuel Salgado-Camacho¹, Joaquín Reyes-Téllez-Girón², Felipe Zaragoza-Flores³, Patricia Tomasini-Ortiz³, Juan Luis Gómez-Amador³, Juan Bargés-Coll⁴

RESUMEN

Objetivos: conocer la anatomía microquirúrgica de arteria cerebral media y cisterna silviana. **Material y métodos:** se fijaron 4 hemisferios en fórmol al 10%, se congelaron a -15 °C por 8 días. Con disectores de Rhoton se realizó la disección de la cisterna silviana en sus tres porciones y se identificaron los 4 segmentos de la arteria cerebral media, se retiraron fragmentos del opérculo frontal y temporal. Se realizó descripción de los elementos constituyentes de la cisterna silviana y de la arteria cerebral media. **Resultados:** los hemisferios fijados y posteriormente congelados, permitieron la disección de la sustancia gris con la finalidad de exponer los 4 segmentos de la arteria cerebral media: segmento I (esfenoidal), II (insular), III (opercular), IV (cortical). Asimismo, fue factible identificar los componentes de la cisterna silviana (fisura silviana, surcos interoperculares y fosa silviana). Dichos elementos anatómicos, son estructuras fundamentales en la práctica neuroquirúrgica vascular, y disección previa, permite un mejor conocimiento anatómico microquirúrgico. **Conclusiones:** la disección de la cisterna silviana en hemisferios preparados con la técnica descrita, permitió la identificación de los constituyentes de la misma; así como, de los segmentos de la arteria cerebral media, dichas estructuras, son de vital importancia para el estudio de la neuroanatomía vascular.

Palabras clave: anatomía, microquirúrgica, cerebral, media

Microsurgical anatomy of middle cerebral artery and Sylvian cistern

ABSTRACT

Target: to explore the microsurgical anatomy of the middle cerebral artery and sylvian cistern. **Material and method:** in four hemispheres fixed with 10% formaldehyde and subsequently frozen at -15°C for 8 days, using Rhoton dissectors, the sylvian cistern was dissected into its three portions and four segments of the middle cerebral artery were identified, retrying frontal and temporal operculum fragments. Then fundamental elements of the middle cerebral artery and sylvian cistern were identified and described. **Results:** the process to fix and freeze the hemispheres allows the separation of the gray substance with the aim to show the four segments of the middle cerebral artery: segment I (sphenoidal), II (insular), III (opercular), IV (cortical). At the same time it was possible to identify the components of the sylvian cistern (sylvian fisure, interopercular grooves and sylvian fossa). These anatomic elements are fundamental structures in the practise of vascular neurosurgery. Previous dissection of them provides a better microanatomical knowledge. **Conclusion:** sylvian cistern dissection in hemispheres as described above, allows identification of its fundamental structures and segments as well as those of the middle cerebellar artery. These anatomical structures are of vital importance for the study of vascular neuroanatomy. The procedure described above allows us to develop the necessary skills to perform neurosurgical interventions of the area.

Key words: anatomy, microsurgical, middle, cerebral.

La arteria cerebral media representa una estructura vascular de extrema importancia; en la fisiología vascular cerebral. El territorio que irriga dicha arteria involucra áreas cerebrales extraordinariamente funcionales, tales como, área motora, somestésica primaria, motora del lenguaje (Broca), comprensión del lenguaje (área de Wernicke), somestésicas y motoras de asociación, 8 de Brodmann relacionada con el movimiento conjugado de los ojos, y en términos generales, proporciona la irrigación de casi la totalidad de la porción lateral de los hemisferios cerebrales¹.

La arteria cerebral media (ACM) y cisura lateral, tienen un origen en estrecha relación. Entre la octava y doceava semana de gestación; aparecen en la porción lateral de cada hemisferio cerebral una depresión triangular, la cual, al invaginarse, llegará a constituir la ínsula de Reil. En la medida que progresó la invaginación, la ínsula es cubierta superiormente por los opérculos frontal y parietal, e inferiormente por el opérculo temporal. Al oponerse dichos opérculos, terminan de rodear la ínsula y se forma la cisura lateral. Al constituirse el valle silviano (cisura lateral), se pueden identificar en él dos componentes: uno superficial que es visible desde la convexidad del hemisferio, y otro profundo, denominado cisterna silviana, la cual está constituida por una oquedad, limitada; escondida por los opérculos referidos y la superficie de la ínsula¹.

La cisterna silviana, de acuerdo a Yasargil² se encuentra constituida por tres partes: fisura silviana, surcos operculares y fosa silviana.

1. Fisura silviana: se encuentra constituida por el espacio comprendido entre los opérculos fronto-orbitario, frontoparietal y temporal; se divide en dos secciones:

a. Porción proximal: llamada también tronco silviano (porción horizontal esfenoidal anteromedial). Se encuentra localizada entre la bifurcación de la arteria carótida interna y la porción triangular del giro frontal inferior (punto silviano).

b. Porción distal: se extiende desde el punto silviano hasta el giro supramarginal. Mide entre 6 y 9 cm, a través de una línea discretamente ondulada por identaciones de los giros frontal, parietal y temporal.

La fisura silviana se encuentra cubierta por una membrana superficial de aracnoides, la cual habitualmente es transparente y fina, pero en otras ocasiones puede ser opaca y más gruesa.

2. Surcos interoperculares: la fisura silviana es identada por diversos surcos operculares que; por lo general, son curvos y oblicuos. Entre ellos, existe una densa red de fibras piales (miden entre 0.1 y 0.3 mm). En la porción proximal de la fisura la profundidad para alcanzar estos surcos es de 10 a

20 mm, en la parte media se incrementa de 25 a 40 mm y en la porción distal existe una profundidad aún mayor, entre 35 y 50 mm.

3. Fosa silviana: se encuentra oculta por debajo de los opérculos, constituida por tres porciones: proximal, localizada entre la bifurcación de la arteria carótida interna y el límen insular (punto donde se bifurca la arteria cerebral media). Mide entre 30 a 39 mm aproximadamente. Esta porción recibe el nombre de vallécula o surco preinsular.

La porción media o insular de 6 a 7 cm de longitud, se extiende del límen, al punto insular posterior. La porción posterior o fosa retroinsular es corta pero profunda (4 a 5 cm), cubierta por el giro supramarginal, por los giros temporales transversos (Heschl) y giro transversal parietal (contiene el segmento M3 de la ACM).

La cisterna silviana y arteria cerebral media, constituyen una dicotomía inherente. No es factible reconocer la una o la otra, si desconocemos la anatomía microquirúrgica de una de ellas. De acuerdo a Gibo et al³ la arteria cerebral media se divide en 4 segmentos: M1 (esfenoidal), M2 (insular), M3 (opercular) y M4 (cortical). El conocimiento preciso de dichas estructuras anatómicas, es fundamental para la realización del procedimiento neuroquirúrgico, en los cuales, sea necesario exponer o reparar algún segmento de la arteria cerebral media, con la finalidad de restaurar el flujo sanguíneo de la misma.

OBJETIVOS

Identificar plenamente la anatomía microquirúrgica de la arteria cerebral media y cisterna silviana, con la finalidad de reconocer cada uno de los componentes de las mismas. Sin embargo, los objetivos específicos que nos planteamos, son los siguientes:

- Identificar los tres componentes de la cisterna silviana (fisura silviana, surcos interoperculares, y fosa silviana).
- Identificar los cuatro segmentos de la arteria cerebral media (M1,M2,M3 y M4).

Recibido: 10 enero 2011. Aceptado: 31 enero.

¹División de Neurología y Neurocirugía, Hospital Regional de Alta Especialidad Ciudad Salud, Tapachula, Chiapas. Fellow en Cirugía de Base de Cráneo y Endoneurocirugía, Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez. ²Centro de Enseñanza y Adiestramiento Quirúrgico, Facultad de Medicina, UNAM. ³Curso de Alta Especialidad en Cirugía de Base de Cráneo y Endoneurocirugía, Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez. Correspondencia: Juan Manuel Salgado-Camacho. División de Neurología y Neurocirugía, Hospital Regional de Alta Especialidad Ciudad Salud, Tapachula, Chiapas. Carretera Tapachula, Pto. Madero, km 15.200. Col. Los Toros. E-mail: luigomez70@prodigy.net.mx

- Relacionar los componentes de la cisterna silviana con los segmentos de la arteria cerebral media.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se fijaron 4 hemiencéfalos humanos, con formol al 10% (técnica convencional de fijación de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México) y sometidos al método de preparación de *Klingler*, modificado, (el método original descrito por Joseph Klingler en 1935, consiste en sumergir los encéfalos en formaldehido al 5% por 4 semanas).

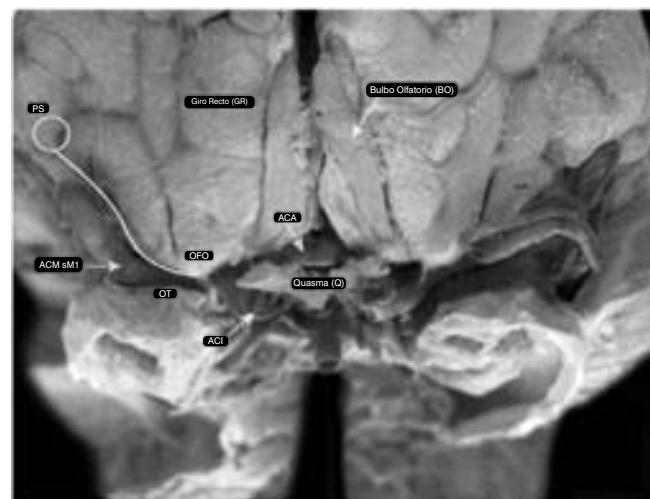
Se mantuvieron los encéfalos en la solución de formol durante 15 días, siendo necesario incidir la rodilla del cuerpo calloso con la finalidad de que la solución de formol penetrará en el sistema ventricular. Durante el tiempo de fijación se empleo el sistema de anclaje por medio de la ligadura de la arteria basilar con objeto de mantener suspendidos los encéfalos en la solución y evitar deformación del parénquima⁴.

Una vez que ha transcurrido el periodo de fijación, los especímenes se congelaron a -5 °C (menos 5 grados celsius) por un periodo de 7 días, tras las cuales, se descongelaron con agua corriente durante una hora (al chorro de agua). A lo largo del estudio se mantuvieron los hemiencéfalos en solución de formol al 5% a temperatura ambiente.

Se realizó la disección de la sustancia gris mediante disectores de Rhiton y cucharillas de madera modificadas para tal fin. La visión fue ampliada mediante utilización de lentes de aumento de 5X. Posteriormente, se realizó una sesión de tomas fotográficas de los especímenes, con cámara Olimpus 10 megapixeles. Las tomas fotográficas se sometieron posteriormente a retoque por el departamento de diseño gráfico.

RESULTADOS

En la fotografía 1; se ha retirado parcialmente el opérculo temporal y aracnoides que recubre la cisterna silviana, la porción proximal de ésta se extiende desde la bifurcación de la arteria carótida interna (ACI) hasta el punto silviano (PS); el objetivo de haber retirado parcialmente el opérculo temporal, fue observar la íntima relación que guarda la porción proximal de la cisterna silviana con la arteria cerebral media en su segmento M1 (ACMsM1). A este segmento proximal de la cisterna silviana también se le conoce como porción esfenoidal anteromedial. El punto Silviano corresponde anatómicamente con la porción triangular del giro frontal inferior. La porción distal de la cisterna silviana se extiende desde el punto silviano hasta el giro supramarginal. Mide entre 6 y 9 cm a través de una línea discretamente ondulada por identaciones de los giros frontal, parietal y temporal (fotografía 2).



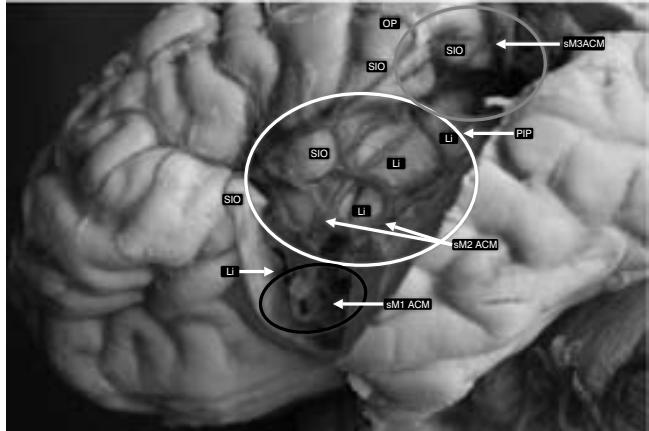
Fotografía 1. Cara antero-basal del encéfalo. Disección de la cisterna silviana. Se observan los bulbos olfatorios (BO) y giro recto (GR). Se evidencia el quiasma (Q) y por encima de él la arteria cerebral anterior (ACA). Al retirarse la aracnoides de la fisura silviana (línea blanca), se identifica su porción proximal, la cual comprende desde la bifurcación de la arteria carótida interna (ACI) hasta el punto silviano (PS). Observamos el opérculo fronto-orbitario (OFO) y el segmento M1 de la arteria cerebral media (sM1 ACM).



Fotografía 2. La fisura silviana (línea blanca) se extiende en un espacio virtual comprendido entre los opérculos fronto-parietal, temporal y giro supramarginal.

En la fotografía 3; se han retirado opérculo temporal y parcialmente del opérculo frontal, con la finalidad de evidenciar los surcos interoperculares (SIO), lóbulo de la ínsula (LI), arteria cerebral media (ACM) y relacionar las tres porciones de la fosa silviana. El primer segmento de la fosa silviana (fotografías 1 y 3), se extiende desde el sitio en que se bifurca la arteria carótida interna (ACI) hasta el límen insular (LI), sitio en donde se bifurca la arteria cerebral media. A esta región proximal de la fosa silviana se le conoce como vallécula; en ella, se localiza el segmento M1 de la arteria cerebral media (ACM sM1).

La porción media o insular de la fosa silviana (fotografía 3, círculo) tiene una longitud de 3 a 5 cm de profundidad una longitud promedio de 6 cm, se extiende desde el límen insular (LI) hasta el punto insular posterior,



Fotografía 3. Fosa silviana, surcos interoperculares (SIO) y arteria cerebral media (ACM). Se identifican las tres regiones de la fosa silviana. En círculo negro la porción proximal de la fosa silviana, abarca desde la bifurcación de la arteria carótida interna (ACI) hasta el límen insular (Li), esta región también recibe el nombre de vallécula. La porción media de la fosa silviana, localizada entre el círculo blanco, se extiende entre el límen insular y el punto insular posterior, en ella se localizan los segmentos M2 de la ACM (sM2 ACM). La porción posterior o retroinsular, en círculo gris, se encuentra por detrás del punto insular posterior (PIP), habitualmente cubierta por los opérculos parietal, temporal, y el giro supramarginal, se localizan los segmentos M3 de la ACM fundamentalmente.

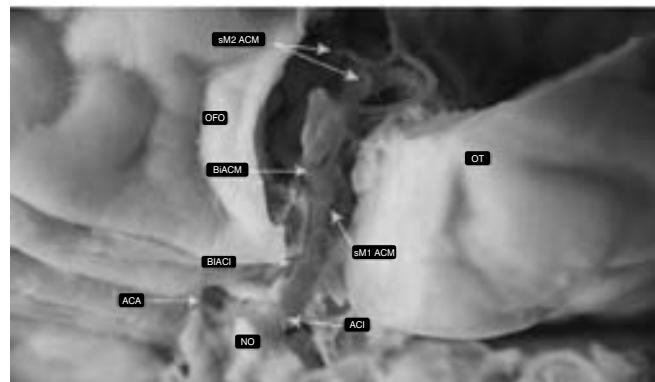
en el fondo de esta porción de la fosa silviana se observan los giros de la ínsula (Li) y segmentos M2 de la arteria cerebral media (sM2 ACM).

La porción posterior o retroinsular de la fosa silviana es corta y profunda, de 3 a 4.5 cm en promedio (fotografía 3, círculo), cubierta normalmente por el giro supramarginal, los giros temporales transversos (Heschl) y el giro parietal transverso; los cuales se han resecado para mostar la profundidad de esta porción retroinsular de la fisura silviana. Se localiza por detrás del punto insular posterior (PIP), contiene algunas venas sobre la superficie pial de la ínsula, y segmentos M3 de la arteria cerebral media, localizados sobre los operculos parietal y temporal.

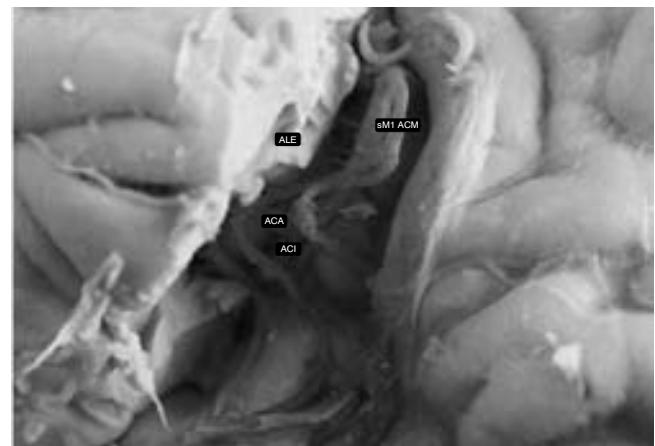
La arteria cerebral media (ACM), en su primer segmento M1, se localiza sobre la porción proximal de la fosa silviana o vallécula. Dicho segmento se extiende desde la bifurcación de la arteria carótida interna, hasta inmediatamente después de la bifurcación de la arteria cerebral media (fotografía 4).

En dicho segmento (M1), se originan las arterias lenticulostriadas mediales y laterales (fotografía 5), las cuales, atraviesan la sustancia perforada anterior e irrigan al núcleo lenticular, núcleo caudado y a la cápsula interna.

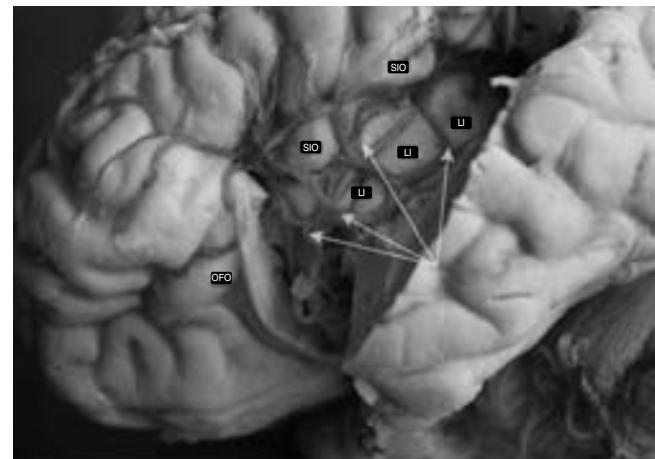
Las arterias que constituyen el segmento M2 de la arteria cerebral media (sM2 ACM), son un grupo de arterias que se localizan inmediatamente posterior al límen de la ínsula (Li) y se colocan por encima del lóbulo de la ínsula (LI) en todo su trayecto, se encuentran la mayor parte de ellas, en la parte insular de la fosa silviana (fotografía 6).



Fotografía 4. Fisura silviana y segmento M1 de ACM. En esta fotografía se observa abierta la fisura silviana, se ha retirado parcialmente el opérculo fronto-orbitario (OFO) y se identifica el segmento M1 de la arteria cerebral media, el cual se encuentra comprendido entre la bifurcación carotidea (BiACI) y segmento posbifurcación de la arteria cerebral media (BiACM). Identificamos la arteria cerebral anterior (ACA) y el nervio óptico izquierdo (NO).



Fotografía 5. Se observan las arterias lenticulostriadas (ALE) ramas habituales del segmento M1 .



Fotografía 6. Fosa silviana y segmentos M2 de arteria cerebral media (sM2 ACM).

Los segmentos M3 de la arteria cerebral media (sM3ACM) se localizan sobre los opérculos frontal, parietal y temporal, habitualmente se encuentra inmersos entre los surcos interoperculares que limitan la cisterna silviana (fotografía 7).

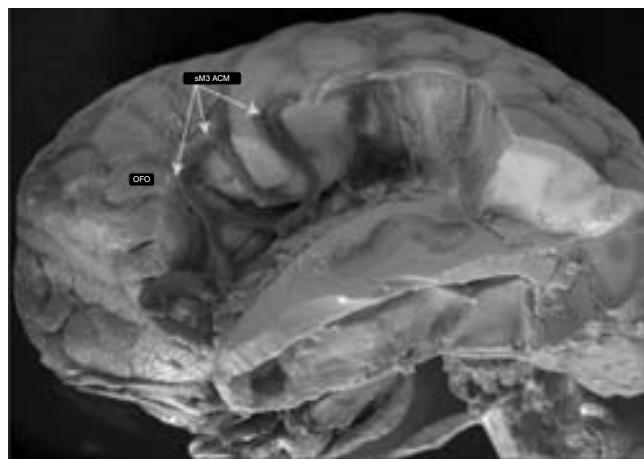


Figura 7. Fosa silviana y segmentos M3 de ACM. Se ha retirado la sustancia gris del opérculo temporal, se observan claramente los surcos interoperculares (SIO) y las ramas operculares (sM3 ACM) de la arteria cerebral media (ACM).

DISCUSIÓN

La resección de los opérculos temporal y parcialmente fronto-parietal, permitió identificar los componentes de la cisterna silviana, la cual se encuentra constituida por tres elementos: fisura silviana, surcos interoperculares y fosa silviana.

La fisura silviana es el espacio virtual que se localiza entre los opérculos frontal, parietal y temporal; se extiende desde la bifurcación de la arteria carótida interna hasta el giro supramarginal. Dicha estructura, es una referencia anatómica fundamental para acceder a la fosa silviana e identificar los diversos segmentos de la arteria cerebral media^{2,5}.

Los surcos interoperculares son componentes de los opérculos fronto-parietal y temporal, que limitan la fisura silviana y en la profundidad, la fosa silviana. En su superficie, se localizan los segmentos M3 de la arteria cerebral media (sM3 ACM). La adecuada disección de estos surcos interoperculares, facilita el acceso a segmentos proximales de la arteria cerebral media⁶.

Mediante la resección del opérculo temporal y parcialmente del frontoparietal, se logró identificar plenamente la fosa silviana y sus tres componentes: la porción proximal o vallécula, la cual midió entre 3 y 4 cm, se extiende desde la bifurcación de la arteria carótida interna, hasta el limen de la ínsula (sitio de bifurcación de la arteria carótida interna). En esta porción proximal de la fosa silviana se localiza el segmento M1 de la arteria cerebral media.

Clínicamente, dicho sitio es importante debido a que ahí se originan las arterias lenticulostriadas, las cuales son ramas directas de M1 y fisiopatológicamente intervienen en la hemorragia cerebral asociada a hipertensión arterial, motivo por el cual, los núcleos basales son el sitio más frecuente de hemorragia en una urgencia hipertensiva⁷.

Asimismo, en el segmento M1 a nivel de bifurcación, se presentan el 83% de los aneurismas de la arteria cerebral media⁸.

La porción media o insular de la fosa silviana, se extiende desde el limen hasta el punto insular posterior, en dicho sitio se identifica la mayor parte del lóbulo de la ínsula, y sobre su superficie, entre 6 a 8 vasos que corresponden a los segmentos M2 de la arteria cerebral media. Tan sólo el 3% de los aneurismas de la arteria cerebral media, se localizan en los segmentos M2⁸.

La porción retroinsular de fosa silviana se encuentra cubierta por los opérculos fronto-parietal, temporal, y giro supramarginal; en ella se encuentran segmentos percutáneos de la arteria cerebral media, o segmentos M3. Dichas porciones arteriales, antes de observarse en la superficie de la convexidad cortical, se encuentran sobre la superficie de los opérculos.

El conocimiento de la cisterna silviana y sus tres componentes: fisura silviana, surcos interoperculares y fosa silviana; son de vital importancia para los procedimientos neuroquirúrgicos vasculares y neuro-oncológicos. Cerca del 83% de los aneurismas de la arteria cerebral media se localizan en la bifurcación de la misma⁸. Mientras que la resección de las neoplasias de la ínsula; por lo general, gliomas de grado bajo o alto, requieren un conocimiento microquirúrgico preciso para evitar secuelas y favorecer la resección de dichas lesiones⁹.

Es importante mencionar que el estudio de los componentes anatómicos de la arteria cerebral media es fundamental en cirugía cerebro-vascular cuando se pretende realizar un *by-pass* como tratamiento definitivo en aneurismas complejos de la arteria cerebral media¹⁰, este análisis de las ramas M1 o M2 de dicha arteria, nos permiten predecir el riesgo de eventos isquémicos e incluso posibles secuelas que resultaran al infartarse dichas ramas arteriales. Incluso, permite predecir de forma un tanto certa el riesgo de infarto, que existe al realizar un *clipaje* transitorio durante cirugía cerebro-vascular¹¹. O bien, nos facilita la evaluación de posibles áreas afectadas por microembolias cuando existen *clipajes* transitorios de la arteria carótida ipsilateral¹².

Un comentario especial merecen las observaciones relacionadas con los diferentes patrones de lateralización de las funciones cognitivas que suceden en pacientes afectados por eventos vasculares isquémicos de la arteria cerebral media¹³.

CONCLUSIONES

En las disecciones realizadas, se pudieron distinguir con toda claridad los cuatro segmentos de la arteria cerebral media, de acuerdo a la clasificación de Gibo et al³:

1. **Segmento M1 o esfenoidal:** se encuentra en la profundidad de la vallécula, que se extiende desde la bifurcación de la arteria carótida interna hasta un segmento posterior a la misma bifurcación de la arteria cerebral media. En dicho segmento se originan ramas perforantes denominadas arterias lenticuloestriadas, las cuales irrigan la cápsula interna y núcleos basales. Dicho segmento M1 también originan una rama cortical denominada arteria temporal anterior.
2. **Segmento M2 o insular:** posterior a su bifurcación, la arteria cerebral media, se coloca en la profundidad de la fosa sylviana, en varias bifurcaciones consecutivas, las cuales originan los segmento M2, que se localizan sobre el lóbulo de la ínsula.
3. **Segmento M3 o opercular:** dichos segmentos se localizan adyacentes a los opérculos frontoparietal y temporal.
4. **Segmento M4 o cortical:** son los segmentos de la arteria cerebral media que se localizan sobre la superficie de la corteza cerebral. En dicho sitio, se han estudiado 12 regiones propuestas por Michotey, et al¹⁴: orbitofrontal, prefrontal, precentral, central, parietal anterior, parietal posterior, angular, temporo-occipital, temporal posterior, temporal media, temporal anterior y temporopolar.

REFERENCIAS

1. Osborn A. Arteria cerebral media. En: Osborn A. Angiografía cerebral. Madrid: Marbán Libros; 2000;135-51
2. Yasargil G, Krish AF, Türe U, Al-Mefty O, Dianne CH, Yasargil R. Microsurgery of Insular Gliomas. Part I surgical anatomy of the sylvian cistern. *Contemporary Neurosurgery* 2002;24:1-8.
3. Gibo H, Carver CC, Rhoton AL Jr. Microsurgical anatomy of the middle cerebral artery. *J Neurosurg* 1981;54:151-69.
4. Salgado JM, Reyes TGJ, Ibarra VH, Tomasini P. Importancia de la anatomía topográfica de la vía visual en los abordajes neuroquirúrgicos. *Laborat-acta* 2007;19:77-82.
5. Grand W. Microsurgical anatomy of the proximal cerebral artery and the internal carotid artery bifurcation. *Neurosurgery* 1980; 22:1023.
6. Umansky F, Juarez SM, Dujovny M. Microsurgical anatomy of the proximal segments of the middle cerebral artery. *J Neurosurgery* 1984; 61:458-67.
7. Ruiz-Sandoval JL, Ortega-Alvarez L, García-Navarro V, Romero-Vargas S, González-Cornejo S. Hemorragia intracerebral en un hospital de referencia de la región centro-occidente de México. *Rev Neurol* 2005;40:656-60.
8. Rinne J, Hernesniemi J, Niskanen M. Analysis of 561 patients with 690 middle cerebral artery aneurysms: anatomic and clinical features as correlated to management outcome. *Neurosurgery* 1996;38:2-11.
9. Varnavas G, Walter G. The insular cortex: morphological and vascular anatomic characteristics. *Neurosurgery* 1999; 44:1-16.
10. Goedee HS, Depauw PR, vd Zwam B, Temmink AH. Superficial temporal artery-middle cerebral artery bypass surgery in a pediatric giant intracranial aneurysm presenting as migraine-like episodes. *Child Nerv Syst* 2009; 25:257-61.
11. Woertgen Ch, Rothoerl RD, Ruth A, Schebesch K-M, Ullrich O-W. Effects of temporary clipping during aneurysm surgery. *Neurol Res* 2008;30:542-6.
12. Telman G, Kouperberg E, Eran A, Goldsher D, Yarnitsky D. Microemboli in MCA ipsilateral to occluded common carotid artery: an observation and short review of the literature. *Neurological Research* 2008;30:684-6.
13. Goetschmann VB, Croquelois A. Different patterns of lateralization of cognitive functions in a lefthanded patients with unilateral right middle cerebral artery stroke. *Cerebrovasc Dis* 2010;29: 403-7.
14. Machotey P, Moscow N, Manelife CL. The territory of the cortical branches of the middle cerebral artery, in Meyer JS, Lechner H, Reivich N. Cerebral Vascular Disease. Berlín. George Thieme Verlag. 1974.