

Anatomía microquirúrgica del segmento extracerebral de la arteria recurrente de Heubner en población mexicana

Oscar Octavio Gasca-González, Luis Delgado-Reyes, Julio César Pérez-Cruz

Resumen

Introducción: La arteria recurrente de Heubner (ARH) se origina por lo general en la arteria cerebral anterior y se dirige hacia la sustancia perforada anterior, donde penetra la corteza; esto en su segmento extracerebral.

Material y métodos: En 15 cerebros humanos de población mexicana se buscó la ARH y se registró presencia, su longitud, ramas, trayectoria y variantes propias o en el complejo comunicante anterior.

Resultados: Se encontró la ARH en 93% de los hemisferios; en 39% duplicada. En 46.6% de los cerebros se identificó duplicada en por lo menos un hemisferio; en 40% había una ARH por cada hemisferio, en 20% duplicada en cada hemisferio, en 26.6% una arteria única en un hemisferio y doble en el otro. La longitud promedio fue de 24.2 mm (13.6-36.7), con una emisión promedio de 3.9 ramas (1-9); la ARH emergió del segmento yuxtacomunicante en 44%, de la segunda porción de la arteria cerebral anterior en 41%, de la primera porción de la misma en 5% y como rama de la arteria frontopolar en 10%. La trayectoria fue oblicua en 38%, en L en 31%, sinuosa en 18% y en L invertida en 13%. En 53.3% de los cerebros se encontró alguna variante del complejo comunicante anterior.

Conclusiones: Es necesario conocer la anatomía común de la ARH y sus variantes para tener en cuenta la probabilidad de encontrarla duplicada. Es imprescindible una disección minuciosa de la región para localizar o asegurar la ausencia de la ARH.

Palabras clave: Arteria cerebral anterior, neuroanatomía, infarto de la arteria de Heubner, aneurisma de la arteria

Abstract

Background: The recurrent artery of Heubner (RAH) is originated commonly from the anterior cerebral artery. Its extracerebral segment is directed toward the anterior perforate substance where it penetrates the cortex.

Methods: The RAH was dissected from 15 human brains from Mexican population, and the presence, length, branches, course and either RHAs or anterior communicating artery complex variants were reported.

Results: The RAH was found in 93% of the hemispheres and duplicated in 39% of the hemispheres. The RAH was duplicated in at least a hemisphere in 46.6% of the brains; 40% of the brains had a RAH in every hemisphere. It was duplicated in every hemisphere in 20%. A single artery at a hemisphere was found in 26.6% and double at the other hemisphere. With a length between 13.6 and 36.7 mm (mean: 24.2 mm) and giving rise to 1-9 branches (mean: 3.9 branches), the RAH originated from the juxtacomunicating segment in 44% of the cases, from A2 in 41%, from A1 in 5% and as a branch of the frontopolar artery in 10%. It had an oblique course in 38%, in L in 31%, sinuous in 18% and in inverted L in 13%. In 53.3% of the brains, some variant of the anterior communicating artery complex was found.

Conclusions: Because of the common anatomy of the RAH and its variants, we must consider the probability of finding it duplicated; therefore, it is necessary to make minute dissections of the region to locate or to secure the absence of the RAH.

Key words: Anterior cerebral artery, neuroanatomy, Heubner's artery infarction, anterior communicating artery aneurysm.

Laboratorio de Anatomía Microquirúrgica del Sistema Nervioso Central, Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

Correspondencia:

Oscar Octavio Gasca-González.

Laboratorio de Anatomía Microquirúrgica del Sistema Nervioso Central, cuarto piso, edificio B, Facultad de Medicina, Circuito Interior, Ciudad Universitaria UNAM,

Av. Universidad 3000, Del. Coyoacán, 04510 México, D. F.

Tel.: (55) 5373 2373.

E-mail: yopi142000@yahoo.com.mx

Recibido para publicación: 21-07-2010

Aceptado para publicación: 09-11-2010

Introducción

La arteria recurrente de Heubner (ARH) fue referida por primera vez en 1872 por el médico alemán Johann Otto Leonhard Heubner (1843-1926),¹⁻³ quien la describió como una arteria que se origina desde la arteria cerebral anterior y que irriga la cabeza del núcleo caudado.² De forma clásica esta arteria tiene su origen en la arteria cerebral anterior y se dirige hacia la sustancia perforada anterior, donde termina su segmento extracerebral y se introduce al parénquima,² incluso, ha sido considerada parte del complejo comunicante anterior al igual que la primera porción de la arteria cerebral anterior (A1) y la segunda porción de la misma (A2).⁴

Las estructuras que la ARH irriga son la cabeza del núcleo caudado, el brazo anterior de la cápsula interna, la porción anterior del globo pálido, la porción anterior del putamen, el tálamo anterior, un segmento del fascículo uncinado, la región olfatoria, la corteza frontobasal y el hipotálamo.^{1-2,5-7} Esta arteria también ha sido nombrada arteria estriada medial.⁸ Existe la posibilidad de que la ARH proporcione irrigación a estructuras que tienen como principal fuente de nutrición la arteria cerebral media, ya que se ha descrito anastomosis de la ARH con ramas de la primera porción de la arteria cerebral media (M1), además, se han informado hemiparesias como consecuencia de infarto en territorios de irrigación de la ARH.^{6,9-11}

El infarto en los lugares de irrigación de la arteria recurrente de Heubner puede resultar en afasia (si es del lado dominante), trastornos de la conducta, hemiparesias de predominio faciobraquial y la muerte.^{2,6,10}

En neurocirugía resulta imprescindible el conocimiento de la anatomía extracerebral de la ARH ante el abordaje de aneurismas de la arteria comunicante anterior (ACoA), en el cual se lleva a cabo un engrapado temporal de la arteria cerebral anterior que puede resultar en lesión de la ARH si no se ubica durante la disección vascular, la separación del lóbulo frontal o la resección del giro recto.^{2,12-15} Además, es importante su conocimiento anatómico debido a que existen informes de que la ARH se ha encontrado en malformaciones arteriovenosas¹⁶ y de aneurismas de esta arteria asociados con neurofibromatosis tipo 1.¹⁷

Material y métodos

Estudio transversal, observacional y descriptivo para el cual se obtuvieron 30 hemisferios de cerebros de cadáveres humanos de población mexicana con menos de 24 horas *post mortem*. Se registró el sexo del cadáver y cada cerebro fue fijado en formol a 10% durante al menos un mes; en algunos casos se inyectó polímero rojo al sistema arterial a través de las arterias carótidas internas. Posteriormente con equi-

po microquirúrgico y microscopio quirúrgico se registró la presencia de ARH en cada hemisferio, se disecó cuando fue así, se registró si fue doble, su longitud, ramas emitidas en su trayecto extracerebral, trayectoria y su correlación con variantes anatómicas del complejo comunicante anterior; excluimos la ARH aunque ha sido considerada parte de este complejo por algunos autores.⁴ Se realizó una comparación entre sexos de acuerdo con la presencia, origen, trayectoria, longitud, ramas emitidas y ARH duplicada.

Resultados

Se encontró al menos una ARH en 93% de los hemisferios cerebrales (28), en 39% (11) duplicada (figura 1). En los hemisferios sin ARH (7%), el hemisferio contralateral contaba con ARH, única en uno y doble en otro; uno correspondió a hemisferio derecho y otro a hemisferio izquierdo.

En siete de los 15 cerebros (46.6%) la ARH estaba duplicada en al menos un hemisferio; 40% de los cerebros tuvo ARH única en sus dos hemisferios; en 20% los dos hemisferios tuvieron ARH doble; 26.6% de los cerebros tuvo un hemisferio con ARH única mientras que en el contralateral estaba duplicada; solo en uno (6.7%) se observó en un hemisferio una ARH única con ausencia en el contralateral y en el mismo porcentaje un cerebro con ARH duplicada en un hemisferio y ausente en el otro. De tal forma se obtuvo un universo de 39 ARH y 100% correspondió a este número.

El origen de la arteria cerebral anterior se determinó en el segmento yuxtacomunicante cuando fue a nivel de la ACoA; en el segmento A2 cuando fue después de la ACoA y en el segmento A1 si el origen se encontró antes de la ACoA. El origen más común de la ARH fue el segmento yuxtacomunicante en 44% de los casos (17), seguido por el segmento A2 en 41% (16) y el segmento A1 en 5% (dos); otro origen fue a partir de la arteria frontopolar en 10% (cuatro) (figura 2).

La longitud osciló en un rango de 13.6 a 36.7 mm, con una media de 24.2 mm. El número de ramas emitidas en el trayecto extracerebral estuvo en un rango de una a nueve, con una media de 3.9.

Las trayectorias registradas fueron las descritas según Martínez y colaboradores:² en L cuando la ARH se dirige atrás después de su origen y cambia su trayectoria lateralmente formando un ángulo casi de 90°; en L invertida la ARH se dirige desde su origen hacia afuera y posteriormente hacia atrás; en la trayectoria oblicua la ARH se dirige hacia fuera y hacia atrás, paralela al segmento A1; en la trayectoria sinuosa la ARH emite múltiples curvaturas anteroposteriores a lo largo de su trayectoria. En este estudio la trayectoria oblicua se encontró en 38% (15), la trayectoria en L en 31% (12), la trayectoria sinuosa en 18% (siete) y la trayectoria en L invertida en 13% (cinco).

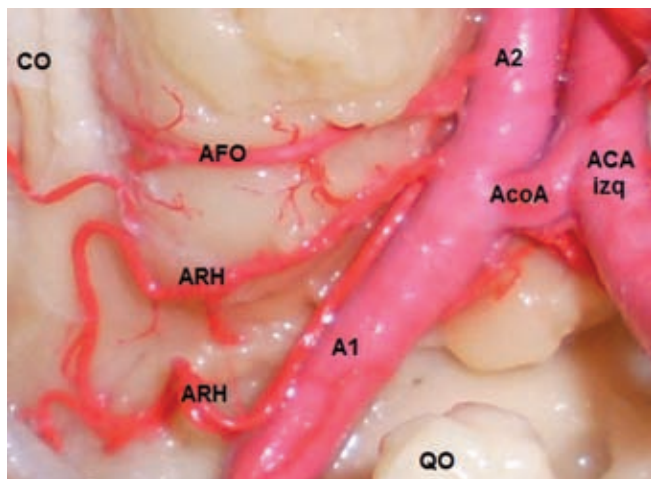


Figura 1. ARH doble en hemisferio derecho. QO = nervio óptico, CO = cintilla olfatoria, ACA = arteria cerebral anterior, AFO = arteria frontoorbitaria, ARH = arteria recurrente de Heubner, ACoA = arteria comunicante anterior, A1 = primera porción de la arteria cerebral anterior, A2 = segunda porción de la arteria cerebral anterior.

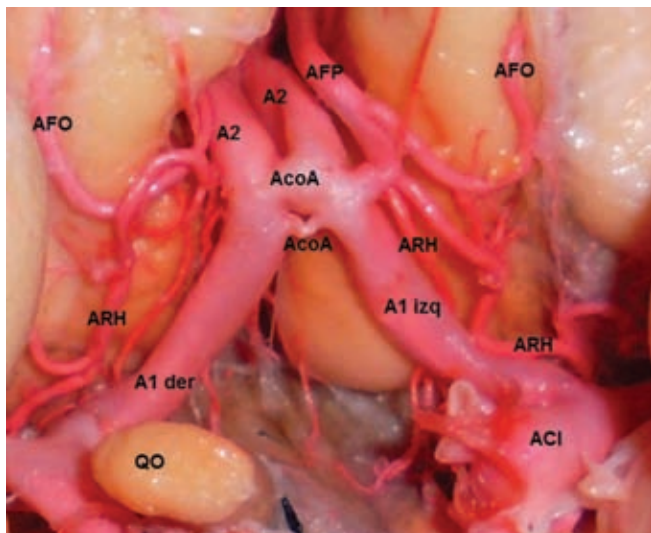


Figura 2. ARH derecha, trayectoria en L invertida. Doble ARH izquierda, ramas de AFP con trayectoria sinuosa y otra con trayectoria en L parcialmente cubierta por A1. ACoA doble. QO = nervio óptico, ACI = carótida interna, AFP = arteria frontopolar, AFO = arteria frontoorbitaria, ARH = arteria recurrente de Heubner, ACoA = arteria comunicante anterior, A1 = primera porción de la arteria cerebral anterior, A2 = segunda porción de la arteria cerebral anterior.

En 53.3% de los cerebros se encontró alguna variante del complejo comunicante anterior (A1, A2 o ACoA); éstos correspondieron a dos casos (13.3%) en los que se observó ausencia de ARH y la existencia de una arteria cerebral media accesoria que emitió ramos hacia el trayecto de la ARH. En 13.3% (dos casos) la ACoA se encontró trifurcada (plexiforme) (figura 3) y en 6.6% (uno) bifurcada en Y; 26.6% (cuatro) de los cerebros contaba con ACoA duplicada. Por último, en un caso (6.6%) se encontró una arteria mediana

del cuerpo calloso, que coincidió con la existencia de una arteria cerebral media accesoria.

En cuanto a variantes exclusivas de un solo hemisferio, de los 30 casos 3.3% (uno) presentó el segmento A1 hipoplásico; en 13.3% (cuatro) de los hemisferios la ARH tuvo un origen común con otra arteria, ya sea con una ARH duplicada, arteria frontoorbitaria (figura 4), frontopolar o frontoorbitaria accesoria, un caso en cada ejemplo. Finalmente en dos casos (6.6%) la arteria frontopolar estaba hiperplásica.

En los cerebros con alguna variante del complejo comunicante anterior, 50% tenía alguna variante de la ARH (doble, tronco común o ausencia) en algún hemisferio (figura 5); en el otro 50%, a pesar de la existencia de la variante del complejo comunicante anterior, los dos hemisferios tenían solo una ARH.

De los cerebros obtenidos, 10 hemisferios correspondieron a sujetos del sexo femenino y 20 al masculino. Por sexos (cuadro I), en el femenino 80% de los hemisferios tenía al menos una ARH, doble en 30%; el origen más común fue en el segmento A2 seguido del segmento yuxtacomunicante y del A1; en ninguno de ellos el origen fue la arteria frontopolar. En cuanto a la trayectoria, la más común fue en L, seguida por la sinuosa; las trayectorias en L invertida y oblicua, en el mismo número de casos, fueron las menos frecuentes. En el sexo masculino todos los cerebros presentaron al menos una ARH en cada hemisferio, con ARH dobles en 40%.

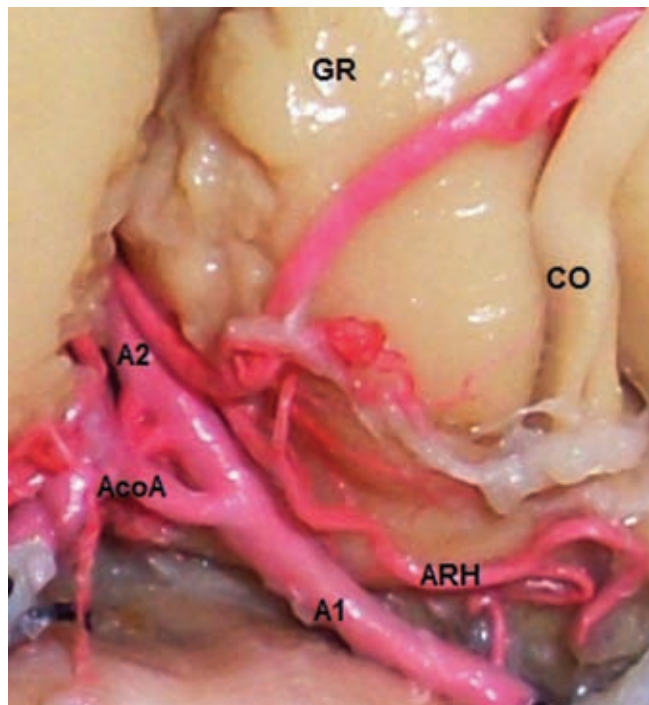


Figura 3. ARH izquierda con trayectoria en L. ACoA trifurcada. CO = cintilla olfatoria, GR = giro recto, ACoA = arteria comunicante anterior, ARH = arteria recurrente de Heubner.

El origen más común fue el segmento yuxtacomunicante, seguido por el A2, como rama de la arteria frontopolar, y menos común el segmento A1. Las trayectorias seguidas por la ARH en el sexo masculino fue en orden descendente de frecuencia oblicua, en L, sinuosa y en L invertida.

Discusión

En la literatura, la ARH se ha encontrado con una frecuencia entre 94 y 100%;^{2,5,9,18} nosotros la identificamos en un porcentaje ligeramente menor (93%).

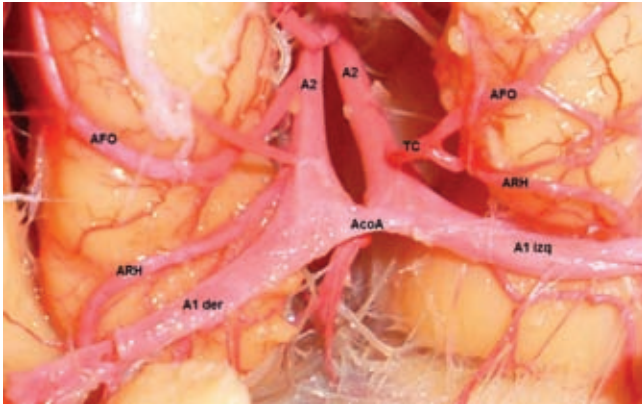


Figura 4. ARH izquierda con origen común con AFO. ARH derecha con trayectoria oblicua. TC = tronco común, ARH = arteria recurrente de Heubner, AFO = arteria frontoorbitaria, ACoA = arteria comunicante anterior, A1 = primera porción de la arteria cerebral anterior, A2 = segunda porción de la arteria cerebral anterior.

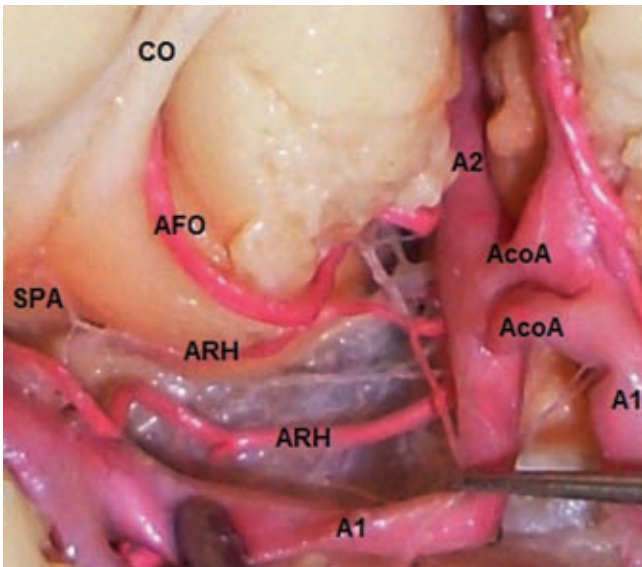


Figura 5. ARH en hemisferio derecho y ACoA duplicadas. SPA = sustancia perforada anterior, CO = cintilla olfatoria, AFO = arteria frontoorbitaria, ARH = arteria recurrente de Heubner, ACoA = arteria comunicante anterior, A1 = primera porción de la arteria cerebral anterior, A2 = segunda porción de la arteria cerebral anterior.

Cuadro I. Comparación por sexos

		Masculino	Femenino
Presencia		100	80
Origen (%)*	A1	3.6	9.1
	YC	46.4	36.4
	A2	35.7	54.5
	AFP	14.3	0
Trayectoria (%)*	L	28.6	36.4
	L invertida	10.7	18.2
	Oblicua	46.4	18.2
	Sinuosa	14.3	27.2
Longitud (mm)	Media	24.5	25.8
	Rango	13.6-36.7	18.7-32.0
Ramas	Media	4.2	5.2
	Rango	1-8	2-9
ARH dobles (%)*		40	30

A1 = segmento precomunicante, A2 = segmento poscomunicante, ARH = arteria recurrente de Heubner, AFP = arteria frontopolar, YC = segmento yuxtacomunicante.

*Los porcentajes hacen referencia al número de ARH para cada sexo.

En cuanto al origen se ha documentado en el segmento A1 en 0 a 15%, en el yuxtacomunicante en 8 a 62.3% y en A2 entre 15 y 78%.^{2,5,9,18-21} No hay informes de que la ARH se origine como rama de la arteria frontopolar, sin embargo, encontramos esta situación en cuatro casos (10%).

Martínez y colaboradores² registraron la trayectoria oblicua en 54%, en L invertida en 20%, la sinuosa en 16% y en L en 10%. Conforme nuestros hallazgos, la trayectoria oblicua fue también la más común, sin embargo, en menos de 50% de los casos; en el resto de las trayectorias hubo diferencias en cuanto al orden y porcentaje de frecuencia. Aydin y colaboradores²² describieron otras trayectorias: superior, anterior y posterior. Consideramos que la clasificación de Martínez y colaboradores² resulta más descriptiva.

Se han identificado variantes en la ARH que van desde arterias múltiples y correlación con variantes del complejo comunicante anterior. En cuanto a las ARH múltiples se ha informado arterias dobles, triples e incluso cuádruples;^{2,5,7,9,23} nosotros solo observamos ARH dobles y únicas.

Las variantes del complejo comunicante anterior con las que se ha correlacionado la ARH son ACoA dobles, A1 hipoplásico y puente en Y, las cuales se relacionan en mayor número si la ARH presenta variantes. Estos datos coinciden con los resultados de nuestro estudio, si bien encontramos origen de la ARH en la arteria frontopolar y también documentamos ACoA trifurcada (plexiforme). Registramos la

misma incidencia de variantes del complejo comunicante anterior (53.3%) con o sin variantes de la ARH.

Se han registrado longitudes medias de 23.4 mm (rango de 12 a 38 mm),¹⁸ 22.4 mm (11 a 36 mm)⁷ y 24 mm (9 a 38 mm).⁵ Nosotros informamos una media similar con rangos también coincidentes. Se ha descrito que la ARH emite tres a 12 ramas (un promedio de 6.5),¹⁸ en este estudio el número de ramas fue menor.

En investigaciones en las que no se ha encontrado ARH se ha identificado una arteria cerebral media accesoria que se origina de forma similar y que emite ramos hacia la sustancia perforada anterior, por lo que se ha propuesto que la ARH y la arteria cerebral media accesoria tienen un origen común e incluso se ha considerado que la segunda es resultado de hipertrofia de la primera. Sin embargo, también se han descrito sus diferencias: la primera penetra la sustancia perforada anterior y la arteria cerebral media accesoria discurre lateralmente a esta sustancia y solo emite ramos colaterales a ella.²⁴⁻³¹ En los dos casos donde no se encontró ARH se observó una arteria cerebral media accesoria.

Las diferencias entre sexos radican principalmente en que en el femenino se presentaron las únicas ausencias de la ARH; además, los dos casos en que la ARH tuvo su origen

en la arteria frontopolar correspondieron al sexo masculino; el segmento yuxtacomunicante fue el origen más común en hombres mientras que en las mujeres el A2. Las trayectorias también tuvieron ciertas diferencias, ya que en el sexo masculino la más frecuente fue la oblicua y en el femenino la L. En el sexo femenino las ARH fueron 1 mm más largas y emitieron una rama más en promedio que en el sexo masculino. Las ARH dobles se presentaron en un porcentaje similar entre mujeres (30%) y hombres (40%), aunque ligeramente más elevado en el último.

Existió una concordancia importante con los datos registrados en estudios en otras poblaciones (cuadro II).

Conclusiones

Como ha sido descrito, la ARH es frecuente: se encontró en más de 90% de los hemisferios; en al menos uno de los dos hemisferios pudo evidenciarse y en 39% de los hemisferios estuvo duplicada. Respecto a los hemisferios con ARH doble, en 20% de los hemisferios contralaterales también estuvo duplicada; cuando fue única, en 40% de los hemisferios contralaterales existió ARH única.

Cuadro II. Comparación de resultados con la literatura

	Martínez BF y cols. ²		Yasargil*		Perlmutter y cols. ²¹		Suazo de la Cruz y cols. ¹⁹		Aydin y cols. ²²		Loukas y cols. ⁵		Pai y cols. ²³		Presente estudio	
Presencia (%)	96.7										94		95		93	
Origen (%)	A1	0	A	11.5	A1	14	A1	15	A1	4	A1	14.3	A1	10	A1	5
	YC	60.1	YC	38	YC	8	YC	30	YC	58	YC	62.3	YC	60	YC	44
	A2	39.9	A2	25	A2	78	A2	39	A2	23	A2	23.3	A2	15	A2	41
Longitud promedio y rango (mm)															24.2	
											24 (9-38)				(13.6-36.7)	
	L	10													L	
Trayectoria (%)	L invertida	20							Superior 71						L invertida	
	Sinuosa	16							Anterior 25						Sinuosa	
	Oblicua	54							Posterior 4						Oblicua	
Promedio de ramas (rango)															3.9 (1-9)	
ARH dobles (%)	20										17		35		39	
Variantes del CcoA	33.3														53.3	

ARH = arteria recurrente de Heubner; AFP = arteria frontopolar; YC = segmento yuxtacomunicante de la arteria cerebral anterior; CcoA = complejo comunicante anterior; A1 = primera porción de la arteria cerebral anterior; A2 = segunda porción de la arteria cerebral anterior.

*Datos de Yasargil tomados de Suazo de la Cruz y colaboradores.¹⁹

Cuando se busque la ARH se debe considerar que en 85% es probable encontrar su origen en el segmento yuxtacomunicante o en el A2. También es probable que su trayectoria seguirá un patrón oblicuo o en L, aunque podría no observarse a simple vista ya que precisamente en estas dos trayectorias con frecuencia la ARH discurre dorsal al segmento A1, por lo que es importante hacer una minuciosa y cuidadosa disección. Identificar una ARH a simple vista, como puede suceder si sigue una trayectoria en L invertida, no asegura que sea única, así que se debe disecar el segmento A1 para evitar lesionar una ARH duplicada.

Es significativo el porcentaje de casos en los que la ARH se relaciona con variantes del complejo comunicante anterior, que por lo general pueden estar a nivel de la ACoA; también se puede relacionar con un origen común con otra arteria. Sin embargo, en la mitad de los casos con variantes del complejo comunicante anterior no existió variante de la ARH.

Los hombres presentan con mayor frecuencia la ARH y de igual forma es más común encontrarla duplicada en ellos, sin embargo, la ARH en las mujeres es ligeramente más larga (1 mm en promedio) y emite, en promedio, una rama más. En la mujer es más probable el origen de la ARH en el segmento A2 con una trayectoria en L; en los hombres ésta se origina con mayor frecuencia en el segmento yuxtacomunicante y sigue una trayectoria oblicua.

Referencias

- Pearce JM. Heubner's artery. *Eur Neurol* 2005;54:11-2114.
- Martínez BF, Sgarbi LN, Vergara ME, Laza NS, Almirón C, Spagnuolo DE, et al. Anatomía quirúrgica del sector extracerebral de la arteria de Heubner. *Arch Neurocién* 2003;8:16-22.
- Haroun RI, Rigamonti D, Tamargo RJ. Recurrent artery of Heubner: Otto Heubner's description of the artery and his influence on pediatrics in Germany. *J Neurosurg* 2000;93:1084-1088.
- Riina HA, Lemole GM Jr, Spetzler RF. Anterior communicating artery aneurysms. *Neurosurgery* 2002;51:993-996.
- Loukas M, Louis RG Jr, Childs RS. Anatomical examination of the recurrent artery of Heubner. *Clin Anat* 2006;19:25-31.
- Miller S, O'Gorman AM, Shevell MI. Recurrent artery of Heubner infarction in infancy: case report. *Dev Med Child Neurol* 2000;42:344-346.
- 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;133:41-45.
- Garner KM. Common neurologic disorders. En: Kaplow R, Hardin SR, eds. *Critical Care Nursing: Synergy for Optimal Outcomes*. Sudbury, MA: Jones & Bartlett Publishers; 2007. pp. 375-385.
- Gorczyca W, Mohr G. Microvascular anatomy of Heubner's recurrent artery. *Neurol Res* 1987;9:259-264.
- Erbayraktar S, Tekinsoy B, Acar F, Acar U. Posttraumatic isolated infarction in the territory of Heubner's and lenticulostriate arteries: case report. *Kobe J Med Sci* 2001;47:113-121.
- Weill A, Cognard C, Levy D, Robert G, Moret J. Giant aneurysms of the middle cerebral artery trifurcation treated with extracranial-intracranial arterial bypass and endovascular occlusion. Report of two cases. *J Neurosurg* 1998;89:474-478.
- Sekhar LN, Natarajan SK, Britz GW, Ghodke B. Microsurgical management of anterior communicating artery aneurysms. *Neurosurgery* 2007;61:273-292.
- Andaluz N, Van Loveren HR, Keller JT, Zuccarello M. Anatomic and clinical study of the orbitopterional approach to anterior communicating artery aneurysms. *Neurosurgery* 2003;52:1140-1149.
- Jwa CS, Kim JM, Bak KH, Kim CH. Fusiform aneurysm of proximal anterior cerebral artery: case report. *J Korean Neurosurg Soc* 2003;33:199-200.
- Gupta SK, Khosla VK, Chhabra R, Mohindra S, Bapuraj JR, Khandelwal N, et al. Internal carotid artery bifurcation aneurysms: surgical experience. *Neurol Med Chir* 2007;47:153-158.
- Liu KD, Lee LS. Microsurgical treatment of deep arteriovenous malformations—basal ganglia and thalamus. *Chin Med J* 2001;64:23-30.
- Sasaki J, Miura S, Ohishi H, Kikuchi K. Neurofibromatosis associated with multiple intracranial vascular lesions: stenosis of the internal carotid artery and peripheral aneurysm of the Heubner's artery; report of a case. *No Shinkei Geka* 1995;23:813-817.
- Gomes F, Dujovny M, Umansky F, Ausman JI, Diaz FG, Ray WJ, et al. Microsurgical anatomy of the recurrent artery of Heubner. *J Neurosurg* 1984;60:130-139.
- Suazo de la Cruz LE, Garbugino SL, Moreno GA, Lemme-Plaghos L. Evaluación anatómoangiográfica del complejo de la arteria comunicante anterior en casos de aneurismas de dicho sector. *Rev Argent Neurocir* 2002;16:1-10.
- Martínez F, Spagnuolo E, Calvo A. Aneurismas del sector distal de la arteria cerebral anterior (arteria pericallosa). *Neurocirugía* 2005;16:333-344.
- Perlmutter D, Rhoton AL Jr. Microsurgical anatomy of the anterior cerebral-anterior communicating-recurrent artery complex. *J Neurosurg* 1976;45:259-272.
- Aydin IH, Onder A, Takçi E, Kadioğlu HH, Kayaoğlu CR, Tüzün Y. Heubner's artery variations in anterior communicating artery aneurysms. *Acta Neurochir* 1994;127:17-20.
- Pai S, Kulkarni R, Varma R. Microsurgical anatomy of the anterior cerebral artery-anterior communicating artery complex: an Indian study. *Neurol Asia* 2005;10:21-28.
- Tanriover N, Kawashima M, Rhoton AL, 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;98:1277-1290.
- Garza MR, Tamez MD, Martínez PLA, Morales GVD. Accessory middle cerebral artery associated with two intracranial aneurysms: case report. *Arch Neurocién* 2005;10:33-37.
- Martínez-Benia F, Sgarbi-López N, Spagnuolo-Dondero E, Prinzo-Yamurri H, Soria-Vargas VR. Arteria cerebral media accesoria: reporte de caso. *Arch Neurocién* 2002;7:156-160.
- Komiyama M, Nishikawa M, Yasui T. The accessory middle cerebral artery as a collateral blood supply. *Am J Neuroradiol* 1997;18:587-590.
- Tacconi L, Johnston F, Symon L. Accessory middle cerebral artery (case report). *J Neurosurg* 1995;83:916-918.
- Alkadhi H, Schuknecht B, Imhof HG, Yonekawa Y. Aneurysms at a temporopolar artery origin from the internal carotid artery: report of two cases. *Neurosurgery* 2003;52:1221-1225.
- Takahashi S, Hoshino F, Uemura K, Takahashi A, Sakamoto K. Accessory middle cerebral artery: is it a variant form of the recurrent artery of Heubner? *Am J Neuroradiol* 1989;10:563-568.
- Komiyama M, Nakajima H, Nishikawa M, Yasui T. Middle cerebral artery variations: duplicated and accessory arteries. *Am J Neuroradiol* 1998;19:45-49.