

Evaluación morfológica de las arterias cerebrales y sus ramas. un estudio anatómico directo.

Natalia García Corredor

Trabajo de grado presentado como requisito para optar a título de Magíster en Ciencias Básicas

Biomédicas

Director

Luis Ernesto Ballesteros Acuña

Magíster en Morfología Humana

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Salud

Departamento de Ciencias Básicas

Maestría en Ciencias Básicas Biomédicas

Bucaramanga

2021

Agradecimientos

Gracias a Dios por darme la fortaleza de cumplir con éxito mis sueños.

A la Universidad Industrial de Santander, por permitir la culminación de esta meta como miembro de esta importante institución.

A mi director de trabajo de grado Luis Ernesto Ballesteros, por su acompañamiento y apoyo incondicional en el desarrollo del proyecto, por todos sus consejos y recomendaciones.

Gracias a mis padres Aura y José, mis hermanos Cristian y Adrián, por su apoyo incondicional, animarme constantemente y ser mi motivo para ser mejor cada día.

A William, mi esposo, por creer siempre en mí, quien con su amor me acompañó cada día hasta el final de este proceso. Gracias por tanto.

Contenido

	Pág.
Introducción	13
1. Planteamiento del problema.....	15
2. Objetivos.....	17
2.1 Objetivo general.....	17
2.2 Objetivos especificos	17
3. Marco teórico	18
3.1 Caracterización vascular del encéfalo.....	18
3.2 Patrón morfológico usual del sistema carotideo	19
3.2.1 Arteria cerebral anterior.....	20
3.2.1.1 Arteria comunicante anterior (AComA).....	22
3.2.1.2 Arteria estriada medial (AEM).....	22
3.2.1.3 Rama orbitofrontal medial (ROM).. ..	23
3.2.1.4 Rama frontopolar (RFP).....	23
3.2.1.5 Rama pericallosa (RPC).....	23
3.2.1.6 Rama callosomarginal (RCM).....	24
3.2.1.7 Ramas frontales internas.....	24
3.2.1.8 Rama del lobulillo paracentral.....	24

3.2.1.9 Ramas parietales internas.....	24
3.2.2 Arteria cerebral media (ACM).....	25
3.3 Patrón morfológico usual del sistema vertebrobasilar	27
3.3.1 Arteria cerebral posterior (ACP).....	27
3.3.1.1 Ramas talamoperforantes.....	29
3.3.1.2 Ramas temporales.	30
3.3.1.3 Rama parietooccipital (RPo).....	30
3.3.1.4 Rama calcarina (RCa).	30
3.3.1.5 Arterias coroideas posteriores (ACorP).....	31
4. Diseño metodológico	35
4.1 Diseño del estudio.....	35
4.2 Población accesible.....	35
4.3 Muestra	35
4.4 Criterios de inclusión	35
4.5 Criterios de exclusión	36
4.6 Procedimiento	36
4.7 Recoleccion de datos y plan de analisis.....	38
5. Consideraciones Éticas	39
6. Resultados.....	41
6.1 Características morfológicas y biométricas de la arteria cerebral anterior y sus ramas	41
6.2 Características morfológicas y biométricas de la arteria cerebral media y sus ramas	59
6.3 Características morfológicas y biométricas de la arteria cerebral posterior y sus ramas.....	69
7. Análisis y Discusión	78

7.1 Arteria cerebral anterior y sus ramas	79
7.2 Arteria cerebral media y sus ramas	84
7.3 Arteria cerebral posterior y sus ramas	88
8. Conclusiones	94
Referencias.....	97
Apéndices.....	110

Listado de tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Variaciones anatómicas de la arteria cerebral anterior. Prevalencias según autores.</i> ..	32
Tabla 2. <i>Variaciones anatómicas arteria cerebral media. Prevalencias según autores</i>	33
Tabla 3. <i>Variaciones anatómicas de arteria cerebral posterior. Prevalencias según autores.</i> ..	34
Tabla 4. <i>Datos estadísticos descriptivos de las variables morfométricas de los segmentos de la ACA.</i>	42
Tabla 5. <i>Variables biométricas de la arteria estriada medial con relación al lado de presentación. Descrito en milímetros.</i>	48
Tabla 6. <i>Trayectoria y relación de la AEM con el segmento proximal de la ACA según el lado de presentación. Número de casos y porcentaje (%).</i>	51
Tabla 7. <i>Valores promedio y desviación estándar en mm de las variables biométricas de ramas de ACA según el lado de presentación.</i>	55
Tabla 8. <i>Clasificación de las frontales internas de ACA según su origen. Número de casos y porcentaje (%).</i>	57
Tabla 9. <i>Presencia y sitio de origen de las ramas de la arteria cerebral anterior (%)</i>	59
Tabla 10. <i>Datos estadísticos descriptivos de las variables morfométricas de los segmentos de la ACM. Expresados en milímetros</i>	60
Tabla 11. <i>Clasificación de ACM según su presentación anatómica</i>	62

Tabla 12. <i>Presencia y sitio de origen de las ramas de la arteria cerebral media (%)</i>	63
Tabla 13. <i>Valores promedio y desviación estándar expresados en mm de las variables biométricas de ramas de la arteria cerebral media según el lado de presentación.</i>	66
Figura 15. <i>Ramas corticales de la arteria cerebral media (M4) . Patrón de ramificaciones de la ACM Hemisferio derecho.</i>	67
Tabla 14. <i>Variables morfométricas de los segmentos de la arteria cerebral posterior. Expresados en milímetros.</i>	69
Tabla 15. <i>Valores promedio y desviación estándar de valores biométricos de las ACorP de acuerdo al lado de presentación. Expresado en milímetros.</i>	73
Tabla 16. <i>Clasificación de las arterias temporales inferiores. Descrito en número y porcentaje(%)</i>	75
Tabla 17. <i>Valores promedio y desviación estándar en mm de las variables biométricas de ramas de ACP según el lado de presentación.</i>	77
Tabla 18. <i>Presencia y sitio de origen de las ramas de la arteria cerebral posterior (%)</i>	78

Listado de Figuras

	Pág.
Figura 1. <i>Caracterización vascular del encéfalo. Circulo cerebral arterial del cerebro.....</i>	18
Figura 2. <i>Caracterización vascular de la cara interna del hemisferio cerebral izquierdo.</i>	20
Figura 3. <i>Caracterización vascular de la cara externa del hemisferio cerebral y arteria cerebral media. Hemisferio derecho.</i>	25
Figura 4. <i>Caracterización vascular de la arteria cerebral posterior. Hemisferio cerebral izquierdo.</i>	28
Figura 5. <i>Liberación de Leptomeninges encefálicas.....</i>	37
Figura 6. <i>Segmentos y trayectoria de ACA y sus ramas. Hemisferio cerebral derecho</i>	43
Figura 7. <i>Variantes interhemisféricas de ACA. Vista superior interhemisférica.</i>	44
Figura 8. <i>Variante ácidos. Vista superior interhemisférica.....</i>	46
Figura 9. <i>Arteria estriada medial distal desde su origen y trayectoria. Base de los lóbulos frontales de hemisferios derechos.....</i>	49
Figura 10. <i>Rama frontopolar interna con origen en el segmento A3. Hemisferio izquierdo del cerebro.</i>	52
Figura 11. <i>Patrón de origen de las ramas de ACA.</i>	54
Figura 12. <i>Segmentos de la arteria cerebral media. hemisferio izquierdo.....</i>	60

- Figura 13. *Patrón bifurcado de la arteria cerebral media. Hemisferio cerebral izquierdo. A: tronco superior , B: tronco inferior 61*
- Figura 14. *Patrón bifurcado de la arteria cerebral. Hemisferio derecho. M1: segmento proximal; M2: segmento insular. TA: rama temporal anterior. TS: tronco superior; TI: Troncos inferior. 65*
- Figura 15. *Ramas corticales de la arteria cerebral media (M4) . Patrón de ramificaciones de la ACM Hemisferio derecho. 67*
- Figura 16. *Ramas temporales anterior, media y posterior. Hemisferio izquierdo. TA: temporal anterior; TM: temporal media; TP: temporal posterior..... 68*
- Figura 17. *Segmentos precomunicante P1 y postcomunicante P2 de la arteria cerebral posterior y visualización de las arterias coroideas posteriores medial y lateral. Corte del encefalo al nivel de los colículos superiores..... 71*
- Figura 18. *Visualización de las arterias coroideas posteriores; Ausencia de la arteria coroidea posterior lateral. Corte del encefalo al nivel de los colículos superiores 72*
- Figura 19. *Origen y trayectoria de las ramas de la arteria cerebral posterior..... 76*

Lista de apéndices

Pág.

Apéndice A. Formato de registro..... 110

Resumen

Título: Evaluación morfológica de las arterias cerebrales y sus ramas. un estudio anatómico directo.*

Autor: Natalia García Corredor**

Palabras clave: arteria cerebral anterior, arteria cerebral media, arteria cerebral posterior, irrigación, flujo sanguíneo, hipoplasia.

Descripción:

Estudio Descriptivo; Morfología humana. El patrón morfológico usual de las estructuras vasculares del encéfalo y la distribución de las arterias cerebrales anterior, media y posterior con sus respectivas ramificaciones han sido estudiados en diferentes grupos poblacionales, así como las variaciones anatómicas encontradas relacionadas con el origen, longitud, diámetro y variables cualitativas.

Aunque dichos estudios enriquecen el conocimiento sobre la vascularización del encéfalo y la distribución del aporte sanguíneo de las arterias cerebrales anterior, media y posterior, han sido realizados fuera de nuestro contexto poblacional, por lo cual existe una escasa información en Colombia sobre estudios detallados de su expresión morfológica y biométrica.

El objetivo general fue determinar las características anatómicas y morfométricas de las arterias cerebrales anterior, media y posterior y de sus ramas, de los encéfalos de la colección de morfología de la Universidad Industrial de Santander. Se estudiaron 162 hemisferios cerebrales de la colección de morfología de la Universidad Industrial de Santander. La comprensión de las diversas expresiones de las arterias cerebrales especialmente en lo relacionado con los datos biométricos de sus orígenes, y territorios irrigados, contrastados de manera marginal en estudios previos permitirán la optimización de las intervenciones quirúrgicas con el fin de prevenir y/o reducir los déficits y daños neurológicos postoperatorios, originados por las lesiones de estas arterias o de sus ramas.

* Trabajo de grado

** Facultad de Salud. Escuela de Ciencias Básicas. Director: Luis Ernesto Ballesteros Acuña, Magíster en Morfología Humana

Abstract

Title: Morphological evaluation of the cerebral arteries and their branches. a direct anatomical study.*

Author: Natalia García Corredor**

Key words: anterior cerebral artery, middle cerebral artery, posterior cerebral artery, irrigation, blood flow, hypoplasia.

Description:

Descriptive Study; Human morphology. The usual morphological pattern of the vascular structures in the brain and the distribution of the anterior, middle and posterior cerebral arteries with their respective branches have been studied in different population groups, as well as the anatomical variations found related to the origin, length, diameter and variables. qualitative.

Although these studies enrich the knowledge about the vascularization of the brain and the distribution of the blood supply of the anterior, middle and posterior cerebral arteries, they have been carried out outside of our population context, for which there is little information in Colombia on detailed expression studies morphological and biometric.

The general objective was to determine the anatomical and morphometric characteristics of the anterior, middle and posterior cerebral arteries and their branches, of the brains from the collection of the morphology lab of the Industrial University of Santander. 162 cerebral hemispheres from the morphology collection of the Industrial University of Santander were studied. The compression of the various expressions of the cerebral arteries, especially in relation to the biometric data of their origins, and irrigated territories, marginally contrasted in previous studies, will allow the optimization of surgical interventions in order to prevent and / or reduce the Postoperative neurological deficit and damage, caused by injuries to these arteries or their branches.

* Degree work

** Faculty of Health. Basic Sciences Department. Director: Luis Ernesto Ballesteros Acuña Master in Human Morphology

Introducción

La morfología humana es una disciplina que se sustenta en fundamentos teórico-prácticos y se encuentra integrada por áreas que forman parte de las ciencias básicas biomédicas y que estudian la estructura del cuerpo humano (Rosell W et al.,2004; Aurora, D.,2010). Sin embargo, la generalización del conocimiento producto de investigaciones y procedimientos previos a nivel internacional, puede ocasionar la falta de interés por confrontar resultados entre grupos poblacionales. Lo anterior explica que, en Colombia, específicamente en el área de anatomía macroscópica existan escasos estudios cadavéricos directos que describan la variabilidad morfológica de estructuras anatómicas, como por ejemplo, los patrones de irrigación cerebral.

Las arterias cerebrales anterior, media y posterior hacen parte del mecanismo que garantiza aporte sanguíneo a los hemisferios cerebrales y han sido descritas desde el siglo XVII (Scremin, & Paxinos G., 1995). Así mismo, un gran número de variaciones anatómicas relacionadas con características cualitativas y morfométricas de las arterias mencionadas y sus ramas, han sido reportadas en la literatura por medio de estudios anatómicos directos, donde se evidencian modificaciones estructurales que pueden afectar el flujo sanguíneo cerebral y causar repercusiones clínicas (De silva et al.,2011).

Sin embargo, la escasez en Colombia, de estudios descriptivos relacionados con estas tres arterias y sus ramas limita el conocimiento de un patrón arterial cerebral de expresión usual y sus variantes; mientras que existen mayor cantidad de estudios europeos y anglosajones que en sentido estricto no pueden ser utilizados como referentes, dadas las diferencias de carácter étnico

con nuestro grupo poblacional predominantemente mestizo (Mayrelis Pacheco.,2017; Madrid Muñoz, et al., 2014; Klimek-Piotrowska, W.,2013). Por esto, surge la necesidad de realizar este tipo de estudios que permita obtener una casuística o información propia de referencia .

El presente estudio describió la expresión anatómica de las arterias cerebrales anterior, media y posterior y sus ramas en una muestra de especímenes procedentes del área metropolitana de Bucaramanga. Así, los hallazgos obtenidos de esta investigación, además de enriquecer estos tópicos de la morfología, contribuirán al diagnóstico, manejo clínico y al diseño adecuado de intervenciones neuroquirúrgicas que comprometa a estas estructuras.

1. Planteamiento del problema

Los estudios realizados en Colombia son escasos con relación a las arterias cerebrales, específicamente sobre las características morfológicas y morfométricas como el origen, territorios irrigados, diámetros y longitudes, así como de las variaciones anatómicas de estas estructuras vasculares. Lo anterior, trae consigo dificultad para utilizar información adecuada que soporte una casuística propia de referencia sobre la irrigación cerebral en la población colombiana.

Las investigaciones realizadas hasta el momento, aunque enriquecen el conocimiento en detalle sobre la vascularización del encéfalo y la distribución del aporte sanguíneo de las arterias cerebrales anterior, media y posterior, han sido realizados fuera de nuestro contexto poblacional, lo cual obliga a la extrapolación de los resultados por parte de los anatomistas y profesionales de la salud para los cuales estos datos sean de pertinencia. De esta manera estos estudios previos realizados en población latinoamericana, asiática y anglosajona, con particularidades diferentes a la población mestiza predominante en nuestro país, pueden indicar patrones de irrigación y características que no se asemejan a la colombiana (De Silva.,2011; Mayleris Pachecho M.,2014; Madrid Muñoz.,2014; Klimek-Piotrowska, W.,2013)

A su vez, las investigaciones presentadas en áreas de neurología y neurocirugía en el estudio anatómico y evaluación de las estructuras vasculares mencionadas, se han orientado a los pacientes con factores de riesgo o con signos positivos de patología de la irrigación cerebral. Los hallazgos morfológicos obtenidos en estos estudios pueden contener algún grado de sesgo por las consideraciones expuestas. Los estudios poblacionales utilizando metodologías imagenológicas

son costosos e implica la realización de procedimientos invasivos que deben ser evaluados estrictamente en el contexto ético. Por las anteriores consideraciones, se mantiene la relevancia de los estudios anatómicos directos realizados en especímenes cadavéricos.

El incremento significativo de las enfermedades cerebrovasculares en Colombia y en especial las patologías de carácter isquémico puede tener un grado de asociación con anomalías o variaciones en las arterias cerebrales (Romero L et al.,2012). Se ha demostrado que las ausencias o hipoplasias que las afectan, ocasionan un desequilibrio circulatorio, el cual se refleja en patologías que afectan el flujo sanguíneo en el territorio del vaso afectado (Fontana, H., Belziti, H., & Buratti, S., 2008). De igual manera, estas variaciones se han considerado como factores de riesgo para la presencia de aneurismas cerebrales, razones por las cuales, el conocimiento de las variantes se hace imprescindible para el manejo clínico o quirúrgico de los pacientes afectados de enfermedades cerebrovasculares (Quintero-Oliveros, S. T.,2014).

Adicionalmente, la descripción precisa de la morfología y sus variaciones anatómicas, enriquecerán el conocimiento anatómico sobre la irrigación cerebral en población colombiana. Lo anterior contribuirá al mejoramiento de diagnósticos adecuados y manejo de los eventos clínicos que comprometan estas estructuras vasculares, proporcionando aportes relevantes y de gran impacto para la intervención en áreas de neurología, imagenología, medicina interna y neurocirugía.

Se pretendió con este estudio enriquecer el conocimiento sobre la irrigación cerebral en la población mestiza colombiana. De esta manera, se aportará a la fundamentación de las estrategias de intervención orientadas a adecuada en la resolución de problemas relacionados con anomalías en el desarrollo normal de las arterias cerebrales.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Determinar las características anatómicas y morfométricas de las arterias cerebrales anterior, media y posterior y de sus ramas, de los encéfalos de la colección de morfología de la Universidad Industrial de Santander.

2.2 Objetivos específicos

Determinar los patrones usuales y sus variantes de las arterias cerebrales anterior, media y posterior.

Cuantificar las dimensiones de las arterias cerebrales anterior, media y posterior y sus ramas.

Evaluar para cada encéfalo, los aspectos cualitativos (patrones) y cuantitativos (longitud, diámetro) de la irrigación de sus hemisferios cerebrales derecho e izquierdo.

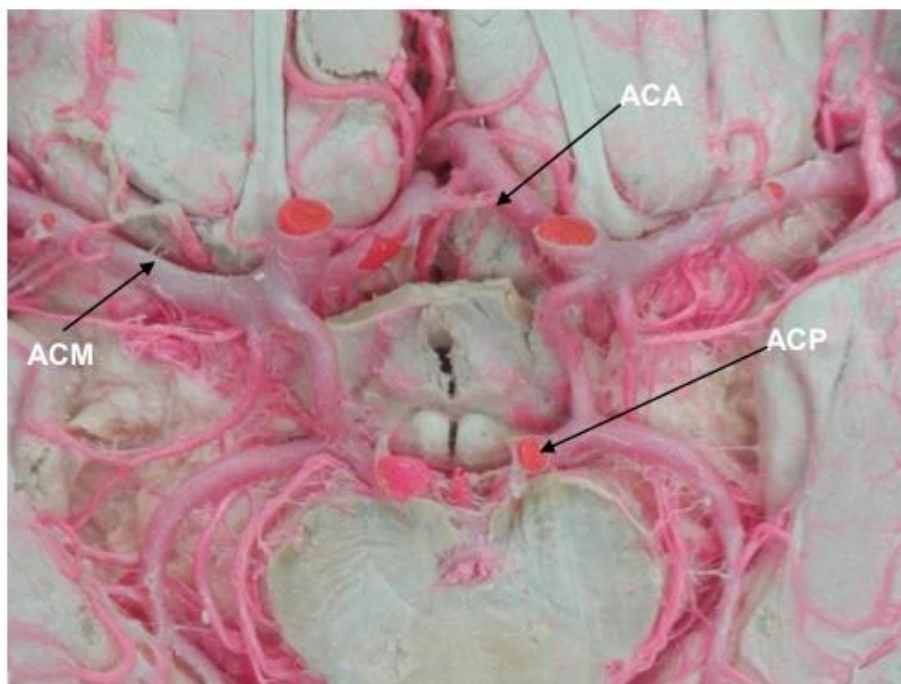
3. Marco teórico

3.1 Caracterización vascular del encéfalo

La irrigación cerebral está constituida por dos sistemas que forman el círculo cerebral arterial: el sistema carotideo y el sistema vertebro-basilar, que por su angioarquitectura y territorios irrigados reciben respectivamente el nombre de circulación anterior y posterior (Figura 1) (Scremin et al.,2015; Hernandez J.,,2015; *Gonzales J.,1998*; Guyton, C.,,2016; Fi, G. 2016).

Figura 1.

Caracterización vascular del encéfalo. Círculo cerebral arterial del cerebro.



Nota: **ACA**. Arteria cerebral anterior; **ACM**, arteria cerebral media; **ACP**, arteria cerebral posterior.

Las arterias cerebrales garantizan un aporte de sangre oxigenada al encéfalo, necesaria para cumplir con los requerimientos energéticos y todas sus funciones metabólicas (Scremin, & Paxinos, G., 1995). A pesar que ha sido descrita ampliamente, se ha reportado frecuencia de variantes anatómicas que difieren del patrón usual hasta en un 60% de los casos. Se destacan la hipoplasia, bifurcación y agenesia, de las arterias cerebrales anterior, media y posterior, así como distribución asimétrica y variable de sus ramas (Kawashima M.,2009;Snell RS.,2003; Moore KL.,2002; Snell RS., 2002; Bustamante J., 1994).

Consecuentemente con lo anterior, la existencia de variaciones anatómicas en las arterias mencionadas, puede aumentar el riesgo de padecer patologías relacionadas con alteraciones en el flujo sanguíneo cerebral con infartos y ataques cerebrovasculares debido a procesos isquémicos. Por esta razón las variantes encontradas en estas estructuras sanguíneas tienen implicaciones clínicas y quirúrgicas (Bergman Ronald., 1999;Mandiola E.,2009).

3.2 Patrón morfológico usual del sistema carotideo

La arteria carótida común emerge del tronco braquiocefálico en el lado derecho y del arco aórtico del lado izquierdo, y a nivel del borde superior del cartílago tiroideo y del seno carotideo se bifurca en arteria carótida interna y externa (Scremin.,1995; Gonzales J.,1998;Guyton C.,2016;Fi G.,2016;Kawashima M., 2009). La arteria carótida interna (ACI) asciende por el cuello y penetra en el cráneo a través del conducto carotídeo del hueso temporal. En ella se identifican los segmentos cervical, intrapetroso, cavernoso y supraclinoideo o intracraneal. La primera rama del último segmento es la oftálmica, luego emergen las ramas coroideas anterior y comunicante posterior. La ACI termina bifurcándose en las arterias cerebral anterior (ACA) y

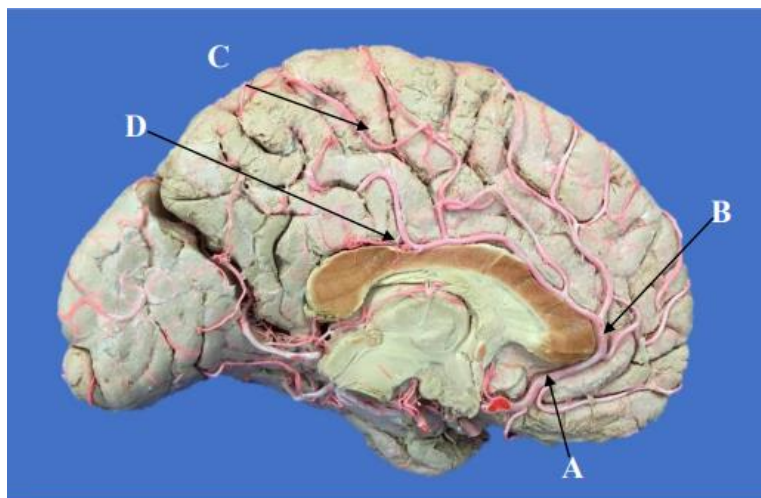
cerebral media (ACM). Estas arterias en conjunto con la arteria cerebral posterior (ACP) irrigan a los hemisferios cerebrales (Snell RS.,2002; Bustamante J.,1994; Bergman R., 1999) (Figura 1).

3.2.1 Arteria cerebral anterior

Por lo general, originada en la cara anteromedial de la ACI, se dirige en dirección lateral al quiasma óptico por debajo de la sustancia perforada anterior y por encima del nervio óptico; posteriormente sigue un curso hacia adelante hasta la fisura interhemisférica. Allí, a través de rama comunicante anterior se anastomosa con la ACA contralateral para constituir la porción anterior del círculo arterial del cerebro (Figura 2). (Mandiola E.,2009; Jiménez-Sosa, M.,2017;Uchino A.,2016; Mavridis, I.,2012; Martinez F., 2004).

Figura 2.

Caracterización vascular del la cara interna del hemisferio cerebral izquierdo.



Nota: **A.**ACA segmento A2; **B.** ACA Segmento A3 con ramificación de ramas frontales internas y lobulillo paracentral; **C.**ACA Segmento 4 y Parietal superior interna; **D.** Segmento A5 y origen de la rama parietal inferior interna.

Topográficamente se distinguen cinco segmentos de la ACA (Figura 2). Inicialmente el segmento precomunicante (A1), que tiene un diámetro de 1,5- 2,42 mm y una longitud de 9,57 – 17,33 mm, origina ramas basales que penetran la sustancia perforada anterior. Luego de la anastomosis con la ACA contralateral inicia el segmento A2. En la transición de estos dos segmentos se encuentra emergiendo la rama estriada medial (arteria recurrente de Heubner), la cual penetra también en la sustancia perforada anterior. El segmento A2 avanza verticalmente desde la arteria comunicante anterior y finaliza al nivel de la rodilla del cuerpo caloso; en este trayecto emergen dos ramas: la rama orbitofrontal y frontopolar. Posteriormente, el segmento A3 rodea la rodilla del cuerpo caloso y da origen a la rama callosomarginal de la que emergen ramas frontales mediales. Puede finalizar como rama del lobulillo paracentral (Snell Rs., 2003; Moore KL.,2002;Snell Rs., 2002; Bustamante J., 1994; Bergman Ronald., 1999; Martinez F.,2004).

El segmento pericalloso (A4) discurre por encima del cuerpo caloso y da origen a ramas para el giro del cíngulo; finaliza dando la rama precuneal que irriga el giro homónimo (Uchino A., 2016;Mayridis I., 2012;Martinez F.,2004). Finalmente el segmento A5 se dirige hacia la porción distal del cuerpo caloso en la proximidad con el esplenio, normalmente emerge la rama parietal inferior (Fig 2). La ACA y sus ramas irrigan el segmento medial de la base del lóbulo frontal, la mayor parte de la cara medial del hemisferio cerebral, - no alcanza a irrigar la cara medial del lóbulo occipital - y a través de sus ramas alcanza el borde superior del hemisferio e irriga una franja de 10 -15 mm de la cara externa del hemisferio cerebral(Snell RS.,2003;Moore KL., 2002).. Las ramas de la ACA son:

3.2.1.1 Arteria comunicante anterior (ACoM). Constituye una importante vía de anastomosis entre las dos ACA en la aproximación hacia la cisura interhemisférica. Su longitud es de 5 - 10 mm y su diámetro de 1,68- 3,11 mm (Mandiola E.,2009; Jiménez-Sosa M.,2017; Uchino A.,2016). Contrario a las descripciones gráficas de los textos de anatomía, en los que se observa esta arteria orientada estrictamente en un sentido transversal, se ha reportado la dirección oblicua de la ACoM en el 70-80% de los encéfalos evaluados, y las expresiones fenestradas, hipoplásicas, agenesias y duplicaciones en un rango del 20-30% (Mayiridis I.,2012). De igual manera, se reportan incidencias de aneurismas hasta del 30% a nivel de la ACoM, siendo éste el sitio más común de aneurismas intracraneales (Mandiola E.,2009).

3.2.1.2 Arteria estriada medial (AEM). Ha sido descrita como una arteria pequeña y constante que emerge desde la base de la ACA. Es usualmente la más larga de las arterias lenticuloestriadas mediales que se originan de la ACA (Dimitriu Cr.P.,2013; El Falougy H et al.,2013).

Estructuras cerebrales como la corteza orbitofrontal, región olfatoria, porción anterior del núcleo caudado, putamen, globus pallidus y el brazo anterior de la cápsula interna son áreas que se encuentran recibiendo aporte sanguíneo de la AEM (Maga, P et al., 2013; Gasca -González O., 2011).

Su agenesia ha sido reportada en un rango de 5-7% (Dimitriu Cr.P., 2013;El Falougy et al., 2013; Maga P., 2013; Gasca-González., 2011), se origina de manera mayoritaria de la unión de los segmentos A1 y A2 de la ACA (43,4-54,5%), seguido de la emergencia de A2 (27,6-48,8%), mientras que en el menor de los casos se origina de A1 (3,5-10,7%) (Dimitriu Cr.P., 2013;El Falougy et al., 2013; Maga P., 2013). La AEM presenta un diámetro proximal de 0,6-0,8

mm y una longitud desde el origen hasta su ingreso a la sustancia perforada anterior de 24,2mm. Se han descrito diversas trayectorias morfológicas de la AEM: oblicua, trasversa y sinuosa (Gasca-González., 2011),.

3.2.1.3 Rama orbitofrontal medial (ROM). Normalmente se origina distal a la AComA en el segmento A2 de la ACA, en ocasiones puede encontrarse como tronco común con la rama frontopolar, aunque no se ha descrito esa última incidencia. Se dirige a irrigar el giro orbitario en la base del lóbulo frontal y una parte del área septal (Snell RS.,2002; Bustamante J.,1994).

3.2.1.4 Rama frontopolar (RFP). Es la segunda rama que emerge del segmento A2. Puede originarse de tronco único o mediante tronco común con la ROM (Gasca-González.,2011). Irriga a la mayor parte del polo del lóbulo frontal (Snell RS.,2002; Bustamante J.,1994).y se ha descrito sin cuantificar su incidencia la emergencia de las ramas frontales medial anterior a partir de la RFP.

3.2.1.5 Rama pericallosa (RPC). Constituye el segmento A4, cursa sobre el surco homónimo y finaliza como rama precúnea que irriga el giro precúneo del lóbulo parietal. Durante su trayectoria da pequeñas ramas para el cuerpo calloso y para el giro del cíngulo (Snell RS.,2002; Bustamante J.,1994).. En algunos casos se anastomosa con la rama pericallosa posterior, rama de la arteria cerebral posterior (Bergman R., 1999).

3.2.1.6 Rama callosomarginal (RCM). Se considera la mayor rama de la ACA, originándose de A3. Durante su trayectoria cursa de manera ascendente sobre el giro del cíngulo para continuar por el surco callosomarginal, finalizando la mayoría de los casos como rama del lobulillo paracentral. Usualmente de esta arteria surgen las ramas corticales frontales mediales anterior, intermedia y posterior. (Snell RS.,2002; Bustamante J.,1994).. Estas últimas ramas pueden emerger directamente de A3, por lo que la RCM en estos casos reduce su territorio irrigado (Martinez F., 2004). .²⁵

3.2.1.7 Ramas frontales internas. Las ramas frontales internas anterior, media y posterior se originan usualmente de la RCM, pueden encontrarse agrupadas en troncos comunes o emerger individualmente.

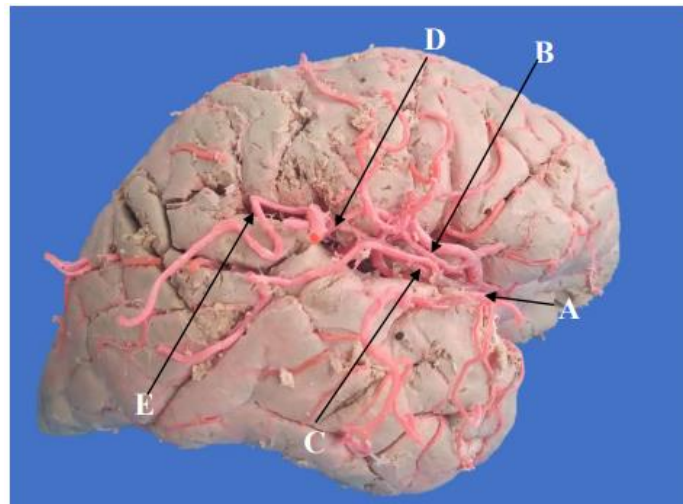
3.2.1.8 Rama del lobulillo paracentral. Esta rama se origina comúnmente de la RCM, su origen es muy regular, debido a que corresponde a la finalización de la rama mencionada. Está presente entre el 53.6% - 100% de los casos.

3.2.1.9 Ramas parietales internas. La rama parietal superior interna normalmente se origina del segmento A4 y se dirige a la región precuneal en la cara interna del hemisferio cerebral, sin embargo estudios han reportado origen inusual desde la RCM. La rama parietal inferior interna se origina usualmente del segmento A4, aunque también se ha reportado del segmento A5 de la ACA para irrigar la región precuneal porción inferior (Cilliers K, Page B., 2016).

3.2.2 Arteria cerebral media (ACM)

Figura 3.

Caracterización vascular de la cara externa del hemisferio cerebral y arteria cerebral media. Hemisferio derecho.



Nota: **A.** ACM segmento M2; **B.** Bifurcación M2 en división superior y ramificación frontales, central y postcentrales; **C.** Bifurcación M2 división inferior y temporales anterior, media y posterior. **D.** ACM segmento M3. **E.** ACM segmento M4.

Es la rama principal de la ACI, presenta un diámetro proximal de 2,3-3,33 mm y una longitud desde el origen de 15,6-20 mm (Cilliers, K., & Page, B. J. 2017). Se identifican cuatro segmentos a lo largo de su trayectoria: esfenoidal (M1) el cual presenta curso horizontal relacionado con el polo del lóbulo temporal. De este segmento surgen numerosas ramas perforantes denominadas leticuloestriadas, quienes llevan aporte sanguíneo al núcleo caudado, putamen, globo pálido y tálamo (Takahashi, M., 2017; Brzegowy, P., 2018; Kahilogullari G. 2012; Zurada, A., 2011).

El segmento insular (M2) cursa sobre el lóbulo de la ínsula. A este nivel la ACM puede adoptar las siguientes expresiones morfológicas: tronco único (3,8-17,5%) caracterizado porque a partir de él surgen las ramas corticales ascendentes y descendentes que irrigan la cara externa del correspondiente hemisferio cerebral; tronco bifurcado (64-92,7%) (Figura 3) en ramas superiores e inferiores, de las superiores emergen las ramas frontobasal lateral, frontal ascendente, precentral, central y postcentral. Mientras que de las ramas inferiores surgen las ramas temporales anterior, media y posterior y finaliza como rama angular (Bustamante J.,1994; Bergman Ronald.,1999; Takahashi, M., 2017; Brzegowy, P., 2018; Kahilogullari G. 2012; Zurada, A.,2011)

La trifurcación de la ACM en ramas superior, intermedia e inferior se ha reportado en un rango de 7-61%. En esta presentación, la rama intermedia origina una de las ramas temporales, la postcentral y finaliza como rama angular. La presentación tetrafurcada reportada con baja incidencia (0,7-10%), da origen a ramas superiores, intermedias superiores e inferiores y ramas inferiores. De igual manera se puede encontrar una arteria accesoria de la ACM en 1 a 3% de los especímenes analizados. Dicho vaso puede originarse de la de la ACA o de la ACI e irriga el lóbulo frontal. (Goyal, M .,2016; Gunnal, S. A.,2015). La ACM duplicada ocurre cuando dos vasos se originan del extremo distal de la ACI y ocurre entre 0,8- 2,1% (Gunnal, S. A.,2015).

El segmento opercular (M3), está constituido por las ramas ascendentes y descendentes de la ACM que cursan desde la profundidad de la cisura lateral hasta alcanzar la superficie externa del hemisferio cerebral. Estas ramas se caracterizan por presentar una trayectoria muy sinuosa, con el propósito de que el flujo sanguíneo a presiones moderadas garantice una adecuada perfusión del parénquima cerebral. (Bustamante J.,1994)

La ACM provee riego importante a estructuras neurales como corteza motora y somatosensorial, área de Broca, cortezas prefrontales, auditivas primaria y de asociación, área de Wernicke y corteza de asociación mayor. La alteración en el flujo sanguíneo en estas áreas ocasiona parálisis contralateral, alteración de la cinestesia y tacto discriminativo contralateral (Bustamante J.,1994; Bergman Ronald.,1999; Takahashi, M., 2017; Brzegowy, P., 2018; Kahilogullari G. 2012; Zurada, A.,2011; Goyal M.,2016; Gunnal SA.,2015).

3.3 Patrón morfológico usual del sistema vertebrobasilar

Las arterias vertebrales son ramas de las arterias subclavias, ascienden por el cuello y atraviesan los forámenes transversos de los procesos transversos de las seis vértebras cervicales para ingresar al cráneo a través del foramen occipital. Posteriormente, cerca al surco pontomedular las dos arterias vertebrales se unen y forman la arteria basilar (AB), quien sigue su trayecto longitudinal y en la cara anterior del puente, al nivel del surco pontino superior, se bifurca para dar origen a las arterias cerebrales posteriores (Scremin., 1995).

3.3.1 Arteria cerebral posterior (ACP)

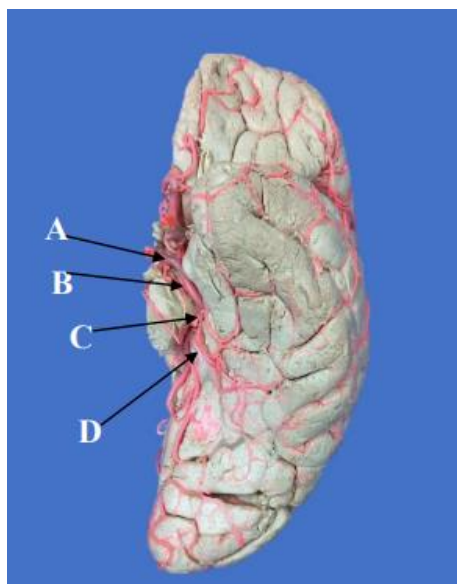
Es la rama terminal de la AB. Algunos autores la consideran, por su origen embriológico, como una continuación de la arteria comunicante posterior. Su trayectoria inicial cursa alrededor del pedúnculo cerebral irrigando estructuras de la parte medial y posterior del hemisferio cerebral, como lóbulo temporal, región caudal del lóbulo parietal, esplenio del cuerpo calloso y la superficie medial del lóbulo occipital, incluyendo la corteza visual primaria y de asociación (Moore KL., 2002; Bustamante J.,1994; Bergman Ronald.,1999;De Silva K., 2009; Balaji S et al., 2007). (Fig 4)

La ACP se divide en dos segmentos por la arteria comunicante posterior, el más proximal es denominado segmento precomunicante (P1) y el segmento distal es llamado postcomunicante (P2) que finaliza a nivel del esplenio del cuerpo caloso. El primer segmento presenta un diámetro proximal de 1,7-5 mm y una longitud desde el origen de 6,75-7,8 mm, mientras que en P2 se ha reportado una longitud de 52mm y un diámetro de 2,7mm (Moore KL., 2002; Bustamante J.,1994; Bergman Ronald.,1999;De Silva K., 2009; Haegelen, C Et al., 2012; Yamurri H et al., 2006)

Del segmento P1 y P2 de la ACP se originan arterias tálamo perforantes las cuales llevan aporte sanguíneo al tálamo (Figura 4). Por su parte el segmento P2 origina arterias talamogenuculadas y dos arterias coroideas posteriores, denominadas por su origen como medial (ACorPMed) y lateral (ACorPLat) (Moore KL., 2002; Bustamante J.,1994; Bergman Ronald.,1999; ; Balaji S et al., 2007; Uchino, A., & Suzuki, C. 2016)

Figura 4.

Caracterización vascular de la arteria cerebral posterior. Hemisferio cerebral izquierdo.



Nota: **A.** ACP Segmento P1; **B** ACP Segmento P2 y ramas temporales inferiores; **C.** ACP Segmento P3 y ramas temporales inferiores. **D.** ACP Segmento P4 y ramas terminales.

De igual manera del segmento P2 pueden surgir las ramas temporales inferiores anterior, media y posterior. El segmento P3, comprendido entre el nivel del esplenio del cuerpo calloso y la cisura parietoccipital, da origen a ramas temporales inferiores, que se pueden desprender de manera individual o formando troncos en su emergencia con ramas parahipocampal, occipitotemporal medial y occipitotemporal lateral. Estas ramas irrigan estructuras cerebrales como el uncus, giro temporal inferior, base de los lóbulos temporal y occipital, parte de la superficie posterolateral del lóbulo occipital. (Bustamante J.,1994; Bergman Ronald.,1999; ; Balaji S et al., 2007; Uchino, A., & Suzuki, C. 2016; Haegelen, C., 2012).

El segmento P4 ubicado a nivel de la cisura parietooccipital se divide en las ramas parietooccipital y calcarina, que a su vez cursan usualmente en la profundidad de las cisuras mencionadas. (Bustamante J.,1994; Bergman Ronald.,1999; ; Balaji S et al., 2007; Krishnamurthy, A et al ., 2008).

Dentro de las variaciones morfológicas de la ACP se encuentran, agenesia, hipoplasia, duplicación, fenestración y un origen inusual. La oclusión de la arteria cerebral posterior ocasiona alteración en la visión contralateral (hemianopsia homónima), mientras que una oclusión de forma bilateral ocasiona prosopagnosia y acromatopsia. (Bustamante J.,1994; Bergman Ronald.,1999; ; Balaji S et al., 2007; Krishnamurthy, A et al ., 2008; Vinas FC., 1995).

3.3.1.1 Ramas talamoperforantes. Son pequeños ramas, también conocidas como arterias talámicas, irrigan la sustancia perforada posterior, fosa interpeduncular, parte posterior del tálamo, hipotálamo y subtálamo, sustancia nigra, núcleo rojo, núcleo oculomotor y parte

posterior de la cápsula interna. El diámetro de estas ramas perforantes se ha reportado entre 0,125- 0,8 mm, además se ha encontrado hasta 13 ramas por hemisferio. Alteraciones en estas ramas pueden ocasionar ataxia cerebelar, hemiplejia contralateral y parálisis del nervio oculomotor. (Párraga, R. G., 2011; Kaya AH et al. , 2010; Kalamatianos T et al.,2019).⁴

3.3.1.2 Ramas temporales. Se han reportado ramas hipocampales anterior, media y posterior, arterias temporales anterior, medial y posterior y una arteria temporal común. Los territorios irrigados por las ramas temporales son el uncus, el cuerpo y hipocampal, polo temporal, giro hipocampal medial, anterior y posterior, giro occipitotemporal posterior, anterior y medial, giro temporal anterior, medial y posterior (Haegelen, C ., 2012; Krishnamurthy, A Et al., 2008; Uchino A., 2016; Párraga RG., 2011; Kaya AH Et al., 2010).

3.3.1.3 Rama parietooccipital (RPo). Es una de las ramas terminales de la ACP, generalmente se encuentra en el surco parieto-occipital. Cursa generalmente superior a la rama calcarina e irriga estructuras como la región posterior parasagital, cuneo, precúneo, y algunas veces el lóbulo parietal superior. La longitud media del origen de RPo desde el límite posterior del esplenio y el polo occipital es de 3,1 y 53,1 mm respectivamente. La RPo suministra aproximadamente 10 ramas al precuneus y 9 al cuneus. (Kaya AH Et al., 2010).

3.3.1.4 Rama calcarina (RCa). Esta rama se origina usualmente del segmento P4, antes de recorrer la fisura calcarina hasta alcanzar el polo occipital. En casos inusuales esta rama se puede originar de la RPo Irriga la corteza visual primaria, el giro cúneo y lingual. Una oclusión

o alteración en esta rama puede resultar en hemianopsia homónima contralateral con preservación macular (Kaya AH Et al., 2010; Kalamatianos T et al. (2019)).

3.3.1.5 Arterias coroideas posteriores (ACorP). Las arterias coroideas posteriores se distribuyen en ramas que irrigan estructuras cerebrales como el pedúnculo cerebral, tegmento, cuerpos geniculados y colículos; siguiendo su recorrido por el pulvinar y girando lateral hacia la glándula pineal para entrar en el techo del tercer ventrículo entre las paredes mediales de los tálamos. Finalmente ingresa en el foramen de Interventricular para irrigar los plexos coroideos de los ventrículos laterales. La ACorPL presenta longitud de 49,5 mm y un diámetro de 0,66 mm, mientras que la ACorPMed presenta una longitud de 77,3 mm y un diámetro de 0,8 mm (Gunnal, S. A., ,2015; Weigele J Et al., 2002; Fujii K et al; Neau J-P., 1996).

La ACorPmed se origina principalmente del segmento P2 (60-65%), aunque también se ha reportado en P1 y P3. A su vez la ACorPLat tiene su origen en un (60-70%) de P2. Las anteriores arterias son extremadamente complejas y variables, además son escasos los reportes que permitan ampliar su conocimiento anatómico y clínico (Gunnal, S. A., ,2015; Weigele J Et al., 2002; Fujii K et al; Neau J-P., 1996).

Teniendo en cuenta lo anterior, aunque los estudios previos enriquecen el conocimiento sobre la vascularización del encéfalo y la distribución del aporte sanguíneo de las arterias cerebrales anterior, media y posterior, es necesario conocer en detalle datos morfométricos y morfológicos sobre las arterias mencionadas en la población colombiana. De esta manera, se podrán establecer patrones propios de irrigación usual y variaciones importantes para la anatomía cerebral.

Variaciones del patrón de irrigación del encéfalo en el sistema carotídeo

Las variaciones anatómicas de la ACA y ACM fueron clasificadas de acuerdo lo reportado por diferentes autores en sus estudios y son descritas a continuación (Jimenez Sosa., 2017; Kedia et al., 2013; Gunnal et al., 2013; De Silva et al., 2009; .Grellier et al., 1978; Gibo et al., 1981; Tanriover et al., 2003; Idowu et al., 2002; Openg'Ó et al., 2011).

Tabla 1.

Variaciones anatómicas de la arteria cerebral anterior. Prevalencias según autores.

Variaciones de ACA	Autores			
	Jiménez-Sosa, M.,2017	Kedia et al., 2013	De Silva et al., 2009	Gunnal et al., 2013
Triple ACA	3,88%	-	-	-
Arteria ácidos	1,76%	6,60%	2%	11,6%

Nota: (Jimenez Sosa., 2017; Kedia et al., 2013; Gunnal et al., 2013; De Silva et al., 2009; .Grellier et al., 1978; Gibo et al., 1981; Tanriover et al., 2003; Idowu et al., 2002; Openg'Ó et al., 2011).

La arteria ácidos se define usualmente como la rama que se forma entre la unión de los dos segmentos A2 y cursa por la superficial medial de los dos hemisferios para irrigarlos a ambos. Ésta variación anatómica puede estar relacionada con agenesia de otras ramas arteriales de la ACA, malformaciones arteriovenosas, ausencia de cuerpo calloso entre otros hallazgos. Suele observarse entre el 0.2%-11.6% de los casos estudiados. (Cilliers K, Page B., 2016; Jiménez-Sosa, M.,2017);

Tabla 2.

Variaciones anatómicas arteria cerebral media. Prevalencias según autores

Variaciones de la ACM	Autores					
	Grellier et al, 1978	Gibo et al, 1981	Umansky et al., 1985	Tanriover et al., 2003	Idowu et al., 2002	Openg'O et al, 2011
	Monofurcación	17,5%	-			6%
Bifurcación	71,1%	78%	70,6%	88,4%	81%	82,3%
Trifurcación	11,4%	12%	20,6%	12%	13%	10,8%
Tetrafurcación	-	10%	8,8%	-	-	0,7%
M1 duplicada	0,4%	-	-	-	-	-
ACM accesoria	1,1%	-	2,9%	4,7%	1%	

3.4 Variaciones del patrón de irrigación del encéfalo en el sistema vertebrobasilar

Las variaciones anatómicas de la ACP fueron clasificadas de acuerdo a Zeal y Rhoton y reportadas por otros autores. (Zeal, A. A., & Rhoton, A. L., JR. 1978; Yamurri et al., 2006; Párraga et al., 2011; Haegelen et al., 2012). Estas son:

Tabla 3.

Variaciones anatómicas de arteria cerebral posterior. Prevalencias según autores.

Variaciones de ACP	Descripción	Autores			
		Zeal, A. A., & Rhoton., 1978	Yamurri et al., 2006	Párraga et al., 2011	Haegelen., 2012
	<i>Ramas temporales inferiores:</i>				
Grupo 1	<i>hipocampal, arterias anterior, media y posterior</i>	10%	40%	36%	7,5%
Grupo 2	<i>Un solo tronco: arteria temporal común</i>	16%	20%	23%	20%
Grupo 3	<i>Arterias temporales anterior, media y posterior sin arteria hipocampal</i>	20%	20%	8%	10%
Grupo 4	<i>Arterias temporales anterior y posterior, sin arteria hipocampal ni temporal media.</i>	10%	10%	7%	47,5%
Grupo 5	<i>Arterias hipocampales, temporal anterior y posterior, sin arteria temporal media.</i>	44%	10%	26%	15%

4. Diseño metodológico

4.1 Diseño del estudio

Estudio observacional descriptivo.

4.2 Población accesible

Encéfalos conservados en formolaldehído no intervenidos que hacen parte de la colección del laboratorio de morfología de la Universidad Industrial de Santander en Bucaramanga.

4.3 Muestra

Se evaluaron 162 hemisferios cerebrales que hacen parte del laboratorio de morfología humana de la Universidad Industrial de Santander. La muestra elegida fue una muestra por conveniencia basado en estudios macroscópicos de morfología humana donde por las características de su obtención no es posible realizar selección por aleatorización.

4.4 Criterios de inclusión

- Encéfalos que se encuentren en perfecto estado, en los que se pueda identificar plenamente las arterias cerebrales y sus ramas.
- Encéfalos de sujetos mestizos (hacen referencia al grupo étnico de la mezcla de hispanos blancos con nativos indígenas); grupo poblacional ampliamente mayoritario en Colombia.

4.5 Criterios de exclusión

- Encéfalos de especímenes cadavéricos menores de 18 años.
- Sujetos con evidencia de haber fallecido por trauma craneoencefálico.
- Patologías que comprometieran el cerebro como ictus que pudieran perturbar el estudio morfológico y morfométrico de las arterias cerebrales. Las enfermedades neurológicas excluidas fueron tomadas en cuenta gracias a lo informado por la historia clínica del protocolo de autopsias forenses del Instituto de Medicina Legal.

4.6 Procedimiento

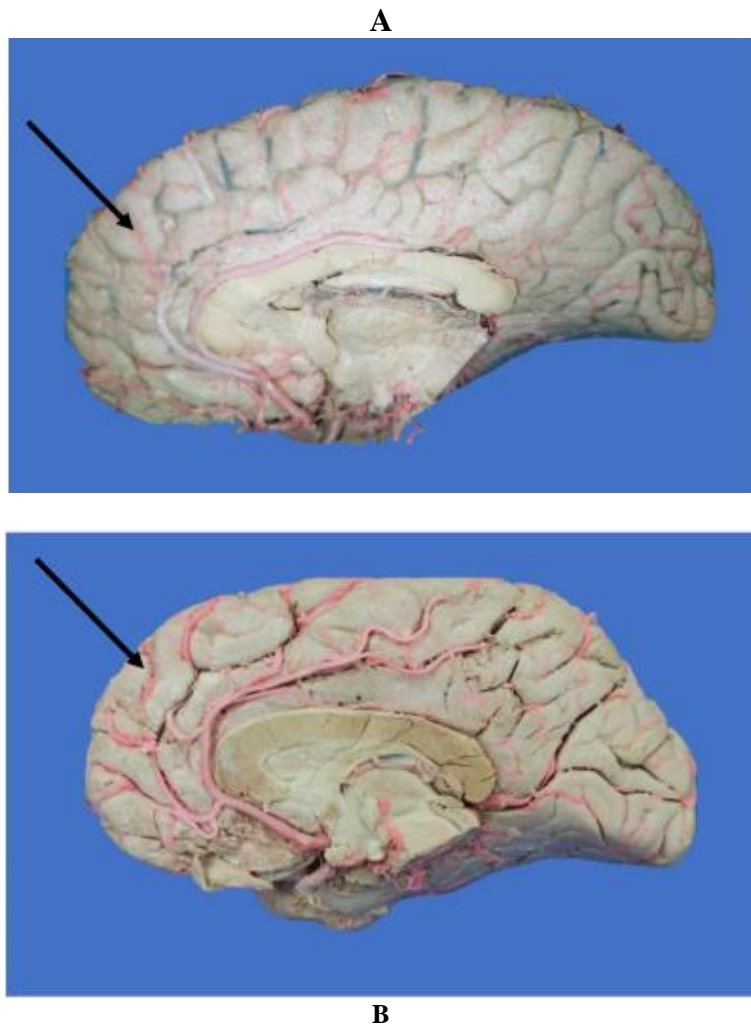
Los encéfalos objeto de estudio, se encontraban almacenados en bidones rotulados con tapas herméticas y sumergidos en solución de formolaldehído al 10%. Estos especímenes fueron recolectados durante el desarrollo del proyecto “Evaluación del círculo arterial del cerebro y del sistema vertebrobasilar” ejecutado por los investigadores del grupo de Variaciones anatómicas y Biomecánica tendomuscular. Los lechos vasculares de la irrigación encefálica fueron perfundidos con una solución de resina semisintética (mezcla de Palatal 41L al 80% y Estireno al 20%) impregnada con rojo mineral, mediante canalización previa de las arterias carótida interna y vertebral. La implementación de esta técnica permite visualizar y evaluar de manera precisa las estructuras vasculares objeto de estudio.

Con el propósito de liberar las muestras de la impregnación del formolaldehído, se procedió a lavar con agua corriente a baja presión durante un tiempo de 24 horas. Posteriormente, se verificó que los especímenes cadavéricos cumplieran con el criterio de inclusión y se llevó a cabo el estudio de los lechos vasculares (Figura 5-A). Se secó cada pieza

anatómica con compresas, se continuó con la liberación de las leptomeninges, para permitir la fácil visualización de las arterias cerebrales y sus ramas (Figura 5-B).

Figura 5.

Liberación de Leptomeninges encefálicas



Nota: **A.** Retiro de las leptomeninges con material de disección. **B.** Exploración de las ramas de la ACA.

Posteriormente, se evaluaron y registraron las variables morfométricas (longitud y diámetro externo a 5 mm de su origen) obtenidos con calibrador digital (Stainless Hardened Digital Caliper, Mitutoyo) que mide milímetros y sus décimas de ACA, ACM, ACP y sus ramas. Al mismo tiempo se realizaron registros fotográficos de cada espécimen estudiado, los cuales sustentan los hallazgos encontrados. Para las ramas de la ACA, ACM y ACP, se determinaron variables cualitativas como el nivel de origen, si este fue único o formó troncos con otras ramas, lo cual permitió considerar los espectros usuales y variantes de la distribución de estas ramas.

Con relación a los tipos de variaciones de las ramas temporales inferiores de la ACP, se clasificaron de acuerdo a Zeal y Rhoton en los siguientes grupos (Zeal, A. A., & Rhoton., 1978).

Grupo 1: *Ramas temporales inferiores: hipocampal, arterias anterior, media y posterior*

Grupo 2: *Un solo tronco: arteria temporal común*

Grupo 3: *Arterias temporales anterior, media y posterior sin arteria hipocampal*

Grupo 4: *Arterias temporales anterior y posterior, sin arteria hipocampal ni temporal media*

Grupo 5: *Arterias hipocampales, temporal anterior y posterior, sin arteria temporal media*

4.7 Recolección de datos y plan de análisis

Los hallazgos encontrados se registraron en el formato de observaciones individuales previamente elaborado para tal fin (Apéndice A). Además, éstos se digitaron en una base de datos de Excel, en la cual se presentaron los resultados globales y particulares del estudio. Las

variables continuas se describieron con promedios y desviaciones estándar, mientras que las variables nominales fueron reportadas considerando el número y porcentaje. Se digitaron los resultados del formato en una base de datos en Excel y se realizó análisis con el paquete estadístico SIGMA STATA 4.0. Se realizaron las pruebas estadísticas de test de t (datos paramétricos) y a prueba de Mann-Whitney (no paramétricos) aceptando un error alfa hasta de un 5%.

5. Consideraciones Éticas

En la presente investigación se evaluaron las características morfológicas de las arterias cerebrales de encéfalos que hacen parte de la colección del laboratorio de morfología de la Universidad Industrial de Santander. El material objeto de estudio del presente trabajo de investigación, se obtuvo por autorización del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Bucaramanga, sustentado por medio de un convenio existente entre la Universidad Industrial de Santander y el mencionado Instituto, que regula las actividades académicas y de investigación con material forense.

Se cumplió en forma estricta las normas reglamentarias y éticas para la manipulación de los órganos, establecidas por el ministerio de la Protección Social con relación a la extracción de especímenes cadavéricos con fines docentes y de investigación, contempladas en el Capítulo VIII de la resolución 002640 de 2005. Por tratarse de órganos donados por el Instituto de Medicina Legal no se requirió solicitar consentimiento informado a los familiares de los occisos.

Adicionalmente, se actuó de acuerdo a las regulaciones contenidas en la resolución No. 008430 de 1993 del Ministerio de Salud que definen las generalidades éticas para este tipo de investigación en el Título II “De la investigación en seres humanos” artículo 11 y clasifica la presente investigación “sin riesgo”, debido a que no se realizan intervenciones en seres vivos y en el Capítulo VI “De la investigación en órganos, tejidos y sus derivados, productos y cadáveres de seres humanos” artículos 47 y 48, donde se expone que la investigación deberá observar con el debido respeto al cadáver humano y cumplir con las normas del reglamento relacionadas con disposición de órganos.

Es pertinente mencionar el cumplimiento de cada una de las normas de bioseguridad que se asumieron durante el desarrollo de la investigación, según lo establecido en el manual de conductas básicas en bioseguridad: manejo integral, abril de 1997, lavado de manos rutinario antes de iniciar y al finalizar labores, guantes limpios, mascarilla de alta eficiencia N-95, gorro desechable, polainas desechables, delantal protector, gafas protectoras, traje de mayo quirúrgico, uso cuidadoso y descarte de elementos corto punzantes en contenedor rígido (guardián) rotulado como material contaminado; desinfección de alto nivel para el material reutilizable (equipo de disección, gafas protectoras, delantal).

El manejo adecuado de los desechos biológicos se realizó en los recipientes dispuestos para ello; La eliminación del material de bioseguridad desechable se llevó a cabo, adoptando el código de colores (resolución 4153 de 26 de mayo de 1993) para la eliminación de basuras (rojo para desechos que indican riesgo biológico). La eliminación de los desechos fue realizada por Sandesol, empresa contratada por la Universidad para tal fin.

Así mismo, la presente investigación no comprometió los principios de autonomía, No maleficencia y justicia, debido a que la naturaleza del estudio fue la manipulación de tejidos

biológicos en especímenes cadavéricos. Se garantizó la Beneficencia teniendo en cuenta que los resultados están encaminados a enriquecer y fortalecer los conceptos morfológicos, de diagnóstico y manejo en áreas aplicadas (neurología, neurocirugía, imagenología), minimizando el riesgo de iatrogenia asociado a las intervenciones en sujetos con variaciones de las arterias cerebrales y sus ramas.

6. Resultados

Se evaluaron las arterias cerebrales anterior, media y posterior con sus respectivas ramas de 162 hemisferios cerebrales, de los cuales al 33,3% (27 encéfalos completos, 54 hemisferios cerebrales) se les realizó corte sagital en la línea interhemisférica para su separación. Del total de hemisferios evaluados 79 fueron derechos (48,8%) y 83 izquierdos (51,2%). Se analizaron variables cualitativas de origen, morfología inicial y final, ausencia/ presencia y lateralidad, así como variables biométricas o cuantitativas de longitud y diámetro de las arterias mencionadas y sus ramas.

6.1 Características morfológicas y biométricas de la arteria cerebral anterior y sus ramas

La ACA se evaluó en 154 hemisferios cerebrales, en los cuales sus ramas fueron óptimas para su medición, 8 hemisferios fueron descartados inicialmente por no tener criterios para su medición. Los segmentos de ACA fueron medidos desde su origen precomunicante A1 donde se encontró una longitud de $12,4 \pm 2,5$ mm y un diámetro $2,4 \pm 0,6$ mm, sus ramas se observaron en

dirección a irrigar la sustancia perforada anterior (Figura 6). El segmento A2 con trayectoria sobre el área septal medial en dirección hacia el giro recto y surco olfatorio obtuvo un diámetro de $2,3 \pm 0,6$ mm y una longitud de $16,1 \pm 3,5$ mm. A su vez el segmento A3 presentó una longitud de $27,2 \pm 5,4$ mm y un diámetro de $2,1 \pm 0,6$ mm, Por su parte, A4 y A5 tuvieron una longitud de $26,4 \pm 4,3$ mm y $18,5 \pm 2,9$ mm respectivamente (Tabla 4).

Tabla 4.

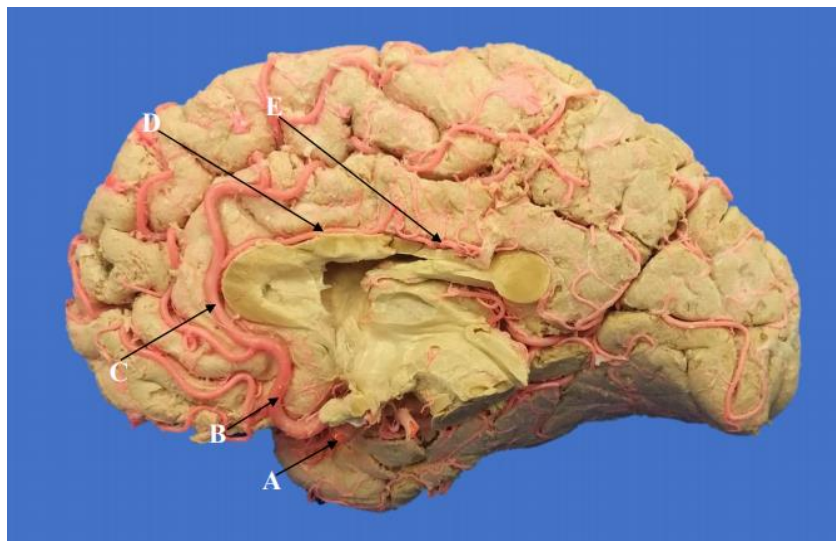
Datos estadísticos descriptivos de las variables morfométricas de los segmentos de la ACA.

	A1		A2		A3		A4		A5	
	Long	Diá	Long	Diá	Long	Diá	Long	Diá	Long	Diá
Promedio	12,6	2,3	16,3	2,3	27,2	2,1	26,3	1,5	18,7	1,2
Mediana	12,4	2,4	16,1	2,3	27,2	2,1	26,4	1,5	18,5	1,2
Desv.estandar	2,5	0,6	3,5	0,6	5,4	0,6	4,3	0,6	2,9	0,5
Maximo	23,1	3,6	29,0	4,9	40,2	3,3	38,1	3,1	28,3	2,7
Minimo	6,6	0,1	8,7	0,6	11,0	0,3	14,4	0,4	11,0	0,1
Rango	16,5	3,5	20,3	4,3	29,2	3,0	23,7	2,8	17,3	2,6

Nota: Long: Longitud total. Diá: Diámetro intermedio de cada segmento

Figura 6.

Segmentos y trayectoria de ACA y sus ramas. Hemisferio cerebral derecho



Nota: **A.**Segmento precomunicante A1; **B.** Segmento Postcomunicante A2; **C:** Segmento A3, **D:** Segmento A4; **E:** Segmento A5.

De los 27 encéfalos completos evaluados, se encontró un único caso (3,7%) de comunicación bilateral con predominio derecho de los segmentos A3 y A4, donde un hemisferio aportó ramas hacia el contralateral para contribuir en la formación de los segmentos A4 y A5.

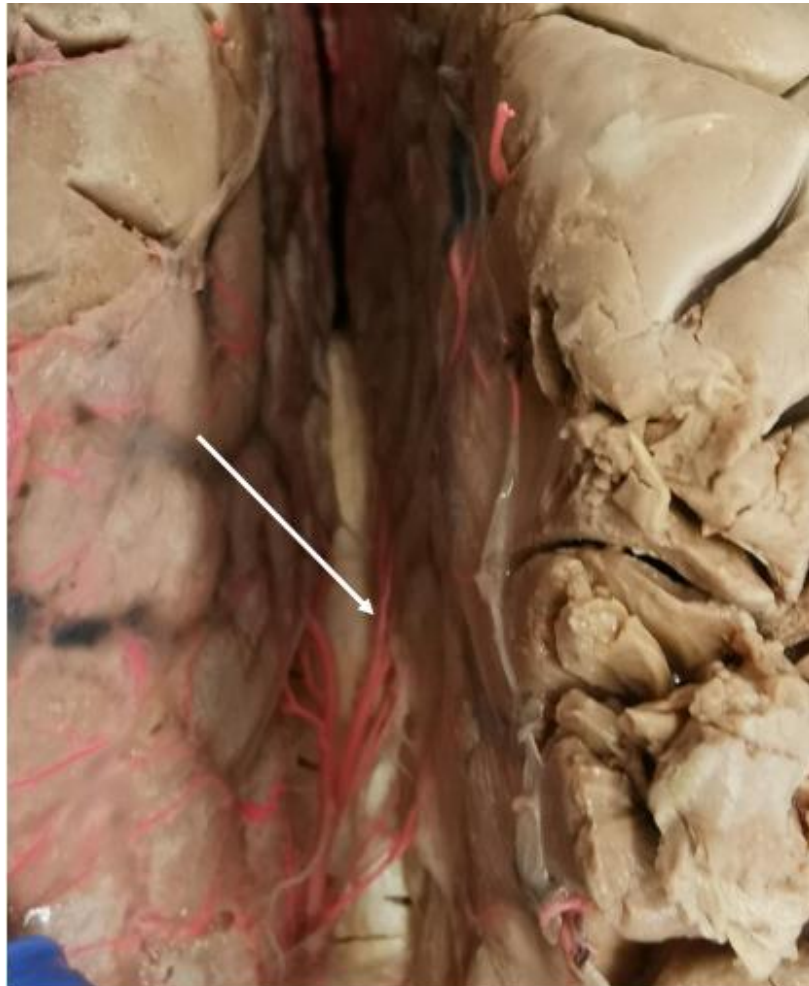
Adicionalmente se encontró una triple ACA (3,7% de los casos) cursando alrededor del cuerpo calloso, con recorrido por la línea interhemisférica desde el ramo comunicante anterior, no emitió ramas hacia los hemisferios, sin embargo originó pequeñas ramas hacia el cuerpo calloso y segmento A5. También se encontró comunicación interhemisférica en el 22,2% (6 casos) de los encéfalos previo a realizar el corte sagital (Figura 7), dicha comunicación se presentó de diversas formas: desde la porción pericallosa derecha con ramas de aporte hacia el hemisferio izquierdo (Figura 7-A; interhemisférica desde el segmento A4 originada en el

hemisferio derecho; desde A2 izquierdo contribuyendo a formación de la rama pericallosa en segmento A4 derecho; un caso de ramos interhemisféricos desde A3 derecho (Figura 7-B), y uno desde el izquierdo. Finalmente, se presentó un ramo desde A2 izquierdo hacia el hemisferio derecho.

Figura 7.

Variantes interhemisféricas de ACA. Vista superior interhemisférica.

A



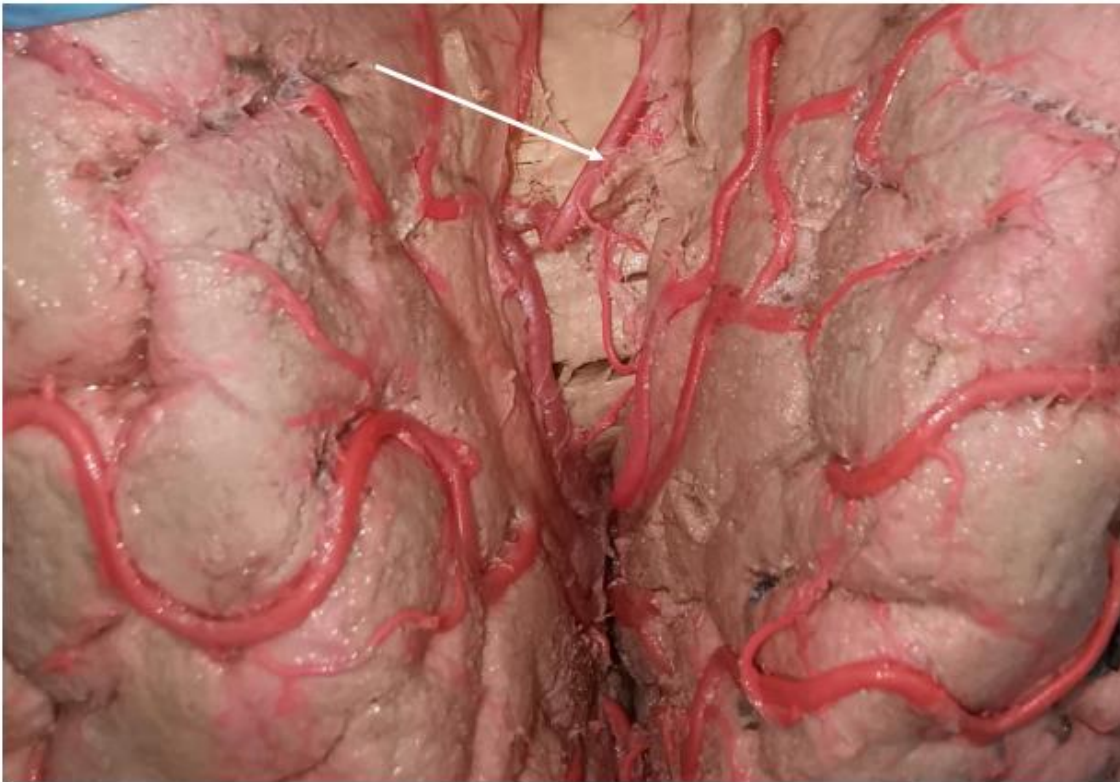
B

Nota: **A.** Variante interhemisferica A3 derecho a A3 izquierdo **B.** Comunicación interhemisferica desde la porción pericallosa derecha con ramas de aporte bilateral hacia el izquierdo

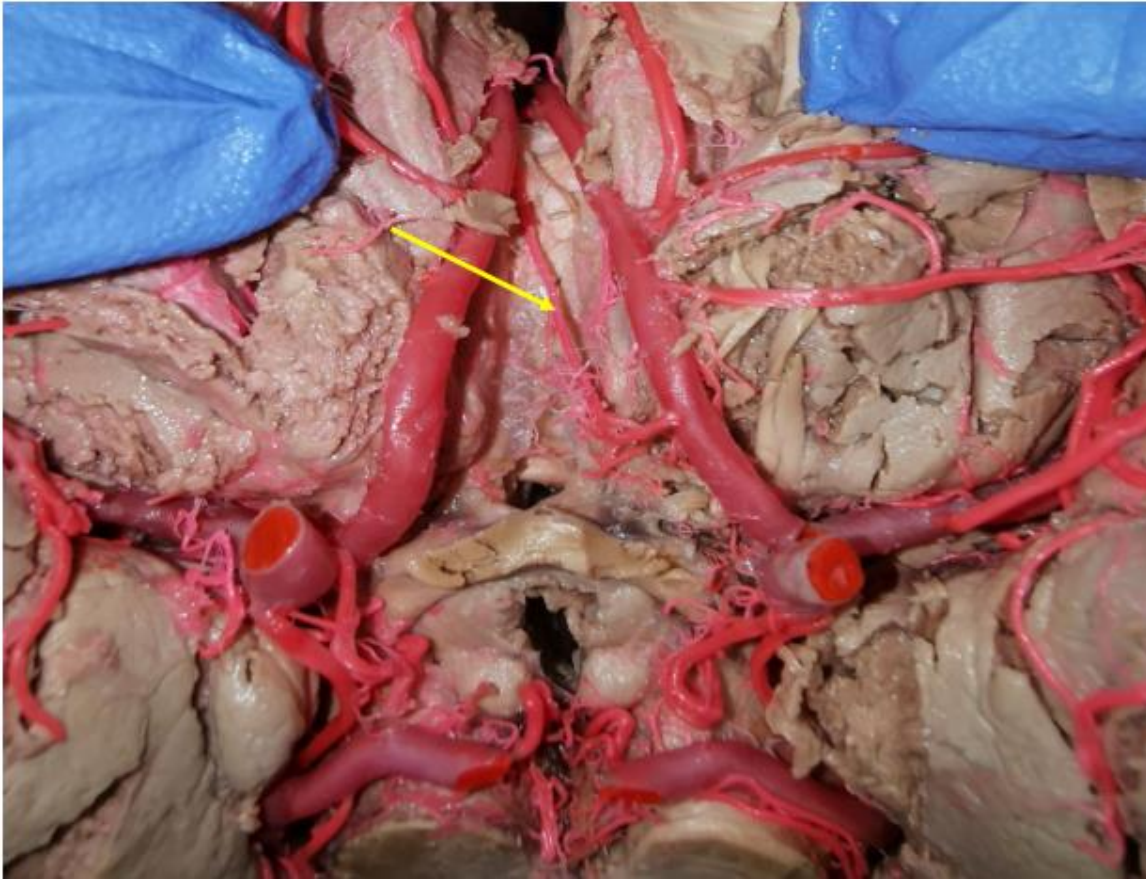
Se observó la arteria ácidos en el 11,1% (tres casos) (Fig 8A-B), la cual se observó como una variante que se formó de la fusión de los dos segmentos postcomunicantes A2 de la ACA y se dirigió hacia la cara interna del hemisferio para posteriormente dividirse cerca al cuerpo calloso y llevar aporte sanguíneo a los dos hemisferios cerebrales.

Figura 8.

Variante ácidos. Vista superior interhemisférica.



Nota: A. Ácidos de A2 izquierdo aporta a los segmentos A2 y A3 derechos



Nota: A. Variante ácidos A2 con un aporte izquierdo al derecho.

Por deficiencia en el llenado vascular se descartaron 12 hemisferios cerebrales para el registro morfológico de la rama estriada medial distal, por lo cual se estudió la AEM de 142 hemisferios cerebrales. La AEM se observó en 139 muestras (97,9%) y en tres muestras (2,1%) estuvo ausente (1,4% y 2,8% en el lado derecho e izquierdo respectivamente. En cuatro casos (2,8%) la AEM se duplicó (Figura 9-A), encontrándose 4,2% en el hemisferio izquierdo y 1,4% en el lado derecho. En 136 casos (95,7%) presentó origen y trayectoria única (Figura 9A), mientras que en 6 casos (4,2%) se presentó tronco común con la rama OF.

Su origen se encontró en 63 muestras (44,4%) en el sitio de unión de ACA y la AComA, en 62 muestras (43,7%) se originó del segmento postcomunicante de la ACA (Figura 9-A), en 16 casos (11,3%) del segmento precomunicante de la ACA y en un caso (0,7%) se originó de la OF, sin diferencias significativas según el lado de presentación. ($P = 0,967$)

La longitud de la AEM fue de $20,3 \pm 4,1$ mm. Asimismo, el diámetro fue de $0,5 \pm 0,2$ mm y se encontró con un calibre menor a 0,35 mm en 43 casos (30,3%). La distancia de AEM que se originó en el segmento postcomunicante hasta el origen de la AComA fue de $2,6 \pm 1,12$ mm mientras que la distancia de las que se originaron en el segmento precomunicante hasta la AComA fue de $2,7 \pm 1,05$ mm ($p = 0,973$). Otros valores morfométricos de la AEM se presentan en la tabla 5.

Tabla 5.

Variables biométricas de la arteria estriada medial con relación al lado de presentación.

Descrito en milímetros.

Arteria		Derecho	Izquierdo	Total
	Longitud	20,6±1,3	20,1± 4	20,3±4,1
Arteria	Diámetro	0,5± 0,2	0,5± 0,2	0,5± 0,2
Estriada	Distancia desde el			
Medial	origen de la AEM hasta	2,57± 1,27	2,77±1	2,7± 1,13
	la rama comunicante			
	anterior			

La AEM siguió una trayectoria sinuosa en 73 casos en total (51,4%) (Figura 9-B), con 41 casos (57,7%) en el lado derecho y 32 casos (45,1%) en el izquierdo, oblicua solo en 12 casos (16,9 %) y 16 (22,5%) en el lado derecho e izquierdo respectivamente. Las presentaciones en L invertida (19,7%) (Figura 9-A) y horizontal (12,7%) tuvieron menor incidencia, sin diferencias significativas según el lado de presentación ($P = 0,690$) (tabla 6).

Figura 9.

Arteria estriada medial distal desde su origen y trayectoria. Base de los lóbulos frontales de hemisferios derechos



Nota: A. Duplicación de la AEM en el origen A2. Trayectoria L invertida.



Nota: **B.**Identificación del origen de la AEM del segmento postcomunicante (A2) de la ACA.
Trayectoria sinuosa.

La relación de AEM con los segmentos proximales de la ACA fue superolateral en 68 casos(47,9%), de las cuales, 38 (53,5%) y 30 (30%) para los hemisferios derecho e izquierdo respectivamente, presentó relación posterolateral en 8 casos (5,6%), tres casos (4,2%) en el derecho y 5 casos (7%) en el lado izquierdo. Otros datos de trayectoria y orientación se describen en la tabla 6.

Tabla 6.

Trayectoria y relación de la AEM con el segmento proximal de la ACA según el lado de presentación. Número de casos y porcentaje (%).

		Derecho	Izquierdo
Trayectoria No. (%)*	Sinuosa	41(57,7)	32(45,1)
	Oblicua	12(16,9)	16(22,5)
	L invertida	7(9,9)	11(15,5)
Orientación en relación con la arteria cerebral anterior cerebral artery No. (%)	Horizontal	11(15,5)	12(16,9)
	Superolateral	38(53,5)	30(42,3)
	Superomedial	1(1,4)	2(2,8)
	Lateral	27(38)	21(29,6)
	Inferolateral	2(2,8)	13(18,3)
	Posterolateral	3(4,2)	5(7)
Duplicación	-	1(1,4)	3(4,2)
Ausencia	-	1(1,4)	2(2,8)

Nota: Los valores entre paréntesis indican porcentajes. No se encontraron diferencias significativas en esta comparación.

La rama orbitofrontal medial se observó en el 100% (154 hemisferios cerebrales). La longitud en la cara medial del lóbulo frontal fue de $42,2 \pm 10,2$ mm, mientras que en la cara lateral de $14,1 \pm 5,6$ mm, su diámetro fue de $0,7 \pm 0,3$ mm mayor en el hemisferio cerebral derecho ($p=0,019$) (Tabla 7) . Se originó del segmento precomunicante de A1 en una muestra (0,7%), del segmento A2 en 144 casos (93,5%), de A3 en un sólo caso (0,6%) y de la rama

callosomarginal en 8 especímenes (5,2%). En 41 casos (26,6%) de los casos la ROF se originó formando troncos comunes con las ramas frontopolar y frontal interna anterior, mientras que en el 73,4% restante emergió como un único tronco principal.

Por su parte, la rama frontopolar interna (FPI) se presentó en la totalidad de los casos (100%) (Figura 10), sin reporte de agenesia en esta rama, con una longitud en la cara medial del lóbulo frontal del cerebro de $40,2 \pm 10,9$ mm y en su cara externa de $15,6 \pm 6,1$ mm con diferencias estadísticamente significativas, encontrándose mayor en el hemisferio cerebral izquierdo ($p=0,007$); su diámetro de $0,9 \pm 0,3$ mm (Tabla 7). Se originó de A2 en 78 casos (50,6%), 63 casos en el segmento A3 (50%), 12 muestras se originaron de la rama callosomarginal (7,8%) y del segmento A1 emergió en un solo caso (0,6%) de la muestra.

Figura 10.

Rama frontopolar interna con origen en el segmento A3. Hemisferio izquierdo del cerebro.



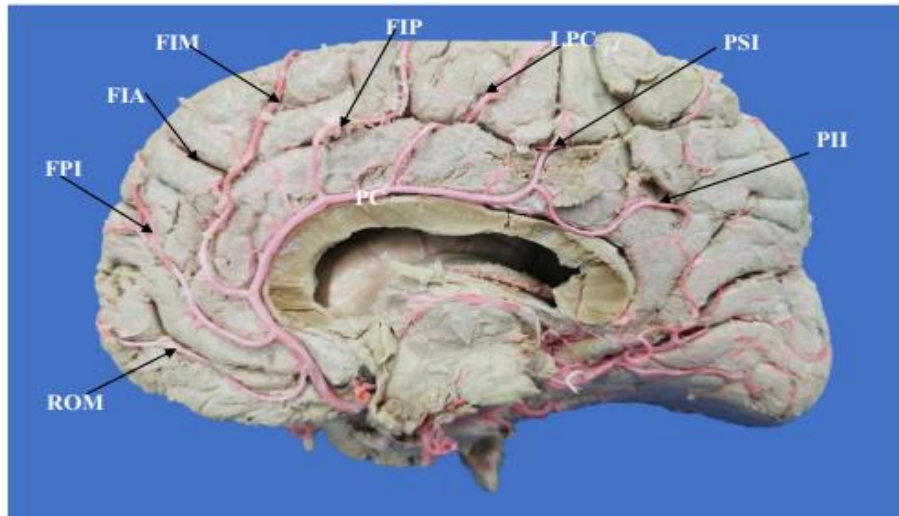
La rama frontal interna anterior (FIA) estuvo ausente en un hemisferio cerebral (0,6%). Presentó una longitud de $28,6 \pm 11,7$ mm en la cara medial del hemisferio cerebral y $15,4 \pm 6,0$ mm en la cara lateral, con un diámetro proximal de $0,9 \pm 0,4$ mm. Esta rama se originó en 16 casos (10,5%) del segmento A2, seguido del origen segmento A3 en 80 casos (52,3%). En 57 casos se originó de la rama callosomarginal (37,3%) (Figura 11-B).

Para la rama frontal interna media la longitud fue de $26,5 \pm 9,7$ mm en la cara medial y de $13,6 \pm 6,5$ mm en la cara lateral del hemisferio cerebral, mayor en el lado izquierdo sin diferencia estadísticamente significativa ($p=0,589$ (tabla 7)). Se encontró agenesia de esta rama en el 7,8% de los casos, además presentó origen en el segmento A2 en 3 casos (2,1%); en el segmento A3 se originaron 71 casos (50%), en tanto que se originó de la callosomarginal en 66 casos (46,5%). Adicionalmente de segmento A4 se originaron dos casos (1,4%).

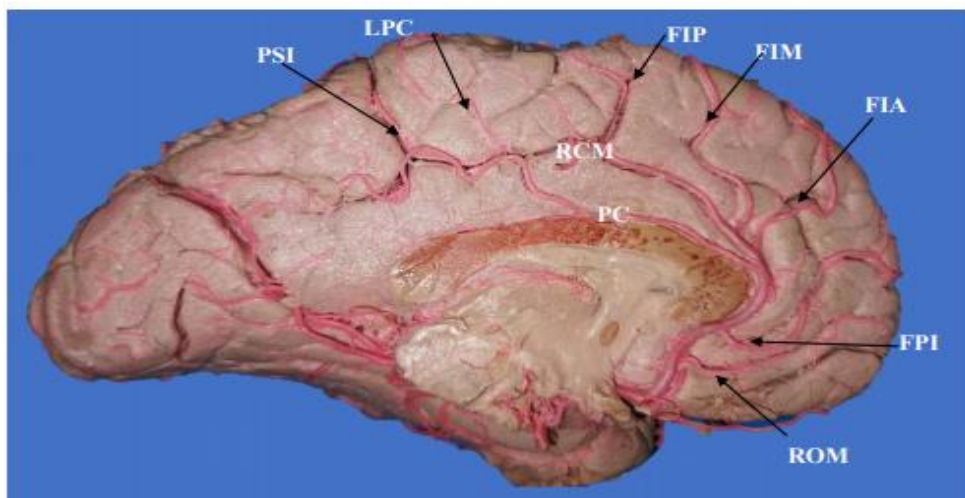
La longitud de la rama frontal interna posterior fue de $30,3 \pm 11$ mm en la cara medial del lóbulo frontal y $14,2 \pm 6,8$ mm en la cara lateral, con un diámetro de $0,9 \pm 0,3$ mm. Se encontró agenesia en el 1,3% de los casos, presentó además formación de troncos en el nivel de su emergencia con las arterias frontales internas anterior y media (Figura 11-C), así mismo formó troncos con la rama del lobulillo paracentral y en una ocasión con la rama parietal superior interna. Esta variedad de expresiones anatómicas se muestran en la tabla 8.

Figura 11.

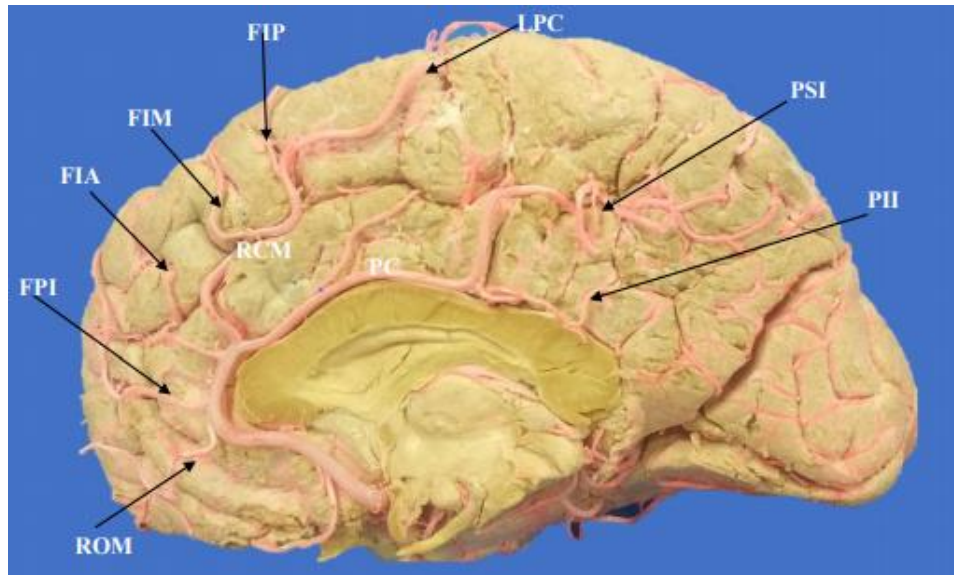
Patrón de origen de las ramas de ACA.



Nota: A. Identificación del origen de las ramas frontales internas con origen desde el segmento A3 de ACA por separado, sin presencia de Rama callosomarginal. Cara medial hemisferio cerebral derecho



Nota: A. Ramas frontales internas anterior, media y posterior con origen en la rama callosomarginal por separado. Hemisferio cerebral izquierdo.



Nota: B. Identificación de la configuración del origen de las arterias frontales internas fromando troncos FIA-FIM y FIP-LPC. Hemisferio cerebral derecho

Tabla 7.

Valores promedio y desviación estándar en mm de las variables biométricas de ramas de ACA según el lado de presentación.

Arteria		Derecho	Izquierdo	Total	P
Callosomarginal	Longitud cara medial	60,6±18,8	52,9±21,5	58,1±20,0	0,210
	Diámetro	1,5±0,6	1,5±0,6	1,5±0,6	0,364
Pericallosa	Longitud cara medial	72±8,1	73,3±11,1	73,2±7,9	0,516
	Diámetro	1,6±0,6	1,5±0,5	1,6±0,5	0,354
Estrada medial	Longitud cara medial	20,6±1,3	20,1± 4	20,3±4,1	0,333
	Diámetro	0,5± 0,2	0,5± 0,2	0,5± 0,2	0,563

Tabla 7. Continuación

Arteria		Derecho	Izquierdo	Total	P
Orbitofrontal medial	Longitud cara medial	43,7±10,4	41,1±10,1	42,2±10,2	0,795
	Longitud cara lateral	13,8±6,0	14,5±5,2	14,1±5,6	0,472
	Diámetro	0,9±0,4	0,7±0,3	0,7±0,3	0,019*
Frontopolar interna	Longitud cara medial	39,0±11,3	41,2±10,6	40,2±10,9	0,564
	Longitud cara lateral	14,8±5,3	17,3±6,7	15,6±6,1	0,007*
	Diámetro	0,9±0,3	0,9±0,3	0,9±0,3	0,649
Frontal anterior interna	Longitud cara medial	26,9±12,3	29,6±11,2	28,6±11,7	0,355
	Longitud cara lateral	14,6±5,7	15,9±6,3	15,4±6	0,194
	Diámetro	0,9±0,4	0,9±0,4	0,9±0,4	0,582
Frontal intermedia interna	Longitud cara medial	26,5±8,5	26,6±10,7	26,5±9,7	0,510
	Longitud cara lateral	12,8±6,4	13,7±6,6	13,6±6,5	0,589
	Diámetro	0,9±0,4	0,8±0,4	0,9±0,4	0,852
Frontal posterior interna	Longitud cara medial	30,4±10,4	30,2±11,6	30,3±11,0	0,863
	Longitud cara lateral	14,4±6,9	13,1±6,8	14,2±6,8	0,386
	Diámetro	0,9±0,3	0,9±0,3	0,9±0,3	0,712
Lobulillo Paracentral	Longitud cara medial	37,2±12,5	40,3±13,6	39,5±13,0	0,706
	Longitud cara lateral	14,9±6,7	12,7±6,8	13,1±6,9	0,034*
	Diámetro	1,0±0,3	0,9±0,4	1,0±0,3	0,600

Tabla 7. *Continuación*

Arteria		Derecho	Izquierdo	Total	P	
Parietal superior	interna	Longitud cara medial	48,8±14,8	48,1±14,9	48,2±14,8	0,821
		Longitud cara lateral	-	-	-	
		Diámetro	0,9±0,3	1,0±0,4	0,9±0,3	0,583
Parietal inferior	interna	Longitud cara medial	29,1±17,3	30,0±12,8	29,5±15,2	0,632
		Longitud cara lateral	-	-		
		Diámetro	0,7±0,3	0,7±0,3	0,7±0,3	0,456

Nota: *Nivel de significancia, $p < 0.05$

Tabla 8.

Clasificación de las frontales internas de ACA según su origen. Número de casos y porcentaje (%).

Clasificación	No. Hemisferios (%)		
	D	I	Total
<i>Tipo I:</i> FIA-FIM-FIP se originan de la RCM por separado.	14(18,6)	13 (16,5)	27 (17)
<i>Tipo II:</i> troco común de FIA-FIM	11 (14,7)	15 (19,2)	26 (17)
<i>Tipo III:</i> tronco común de FIM-FIP	15 (22,1)	12 (16,2)	27(19)
<i>Tipo IV:</i> tronco de FIP-FIA	15 (20)	12 (15,4)	27 (17)

Tabla 8. *Continuación*

Clasificación	No. Hemisferios (%)		
	<i>D</i>	<i>I</i>	<i>Total</i>
<i>Tipo V:</i> FIA-FIM-FIP se originan en un tronco común	8 (10,7)	11 (14,1)	19(12)
<i>Tipo VI:</i> FIA-FIM-FIP se originan en segmentos de ACA y no de RCM	7 (9,3)	9(11,4)	16 (10,4)

Las ramas que se dirigen a irrigar al lobulillo paracentral se encontraron en la totalidad de los casos, presentaron una longitud de $39,5 \pm 13,0$ mm en la cara interna y de $13,1 \pm 6,9$ mm en la cara latera, siendo mayor esta dimensión en el lado derecho ($p=0,034$ (Tabla 7)). Su diámetro fue de $1,0 \pm 0,3$ mm. Presento su origen en 33 casos (21,4%) del segmento A3, en 81 muestras (52,6%) de la rama callosomarginal y 40 muestras del segmento A4 (26%) (Tabla 9).

Finalmente, las ramas parietales superior e inferior presentaron una longitud en la cara interna de $48,2 \pm 14,8$ mm y de $29,5 \pm 15,5$ mm respectivamente. Estas ramas presentaron gran variabilidad en sus diámetros, en un rango de 0;1 - 2,1 mm. Se observo agenesia de la rama parietal superior interna en el 3,3% de los casos. Además, presentó un origen en A3 en 6 casos (4,1%), de las muestras evaluadas, de la rama callosomarginal en 26 casos (17,6%) , de A4 en el 95 muestras (64,2%) y A5 en 21 casos.

Por su parte la parietal inferior interna fue agenesica en el 5,2% de los casos y presentó su origen desde el segmento A3 en dos casos (1,4%) , desde A4 en 11 casos (7,5%); emergió de A5 en 123 muestras (84,2%) y de la RCM en 10 ocasiones (6,8%) de la muestra evaluada.

La rama callosomarginal presento una trayectoria sobre el surco homónimo paralelo a la trayectoria de la rama pericallosa de la ACA. Su longitud fue de $58,1 \pm 20,0$ mm y se encontró con un calibre de $1,5 \pm 0,6$ mm.

Tabla 9.

Presencia y sitio de origen de las ramas de la arteria cerebral anterior (%)

Rama de ACA	Presencia	A1	A2	A3	Callosomarginal	A4	A5
Orbitofrontal medial	100	0,7	93,5	0,6	5,2	-	-
Frontopolar interna	100	0,6	50,6	50	7,8	-	-
Frontal interna anterior	99,4	-	10,5	52,3	37,3	-	-
Frontal interna media	92,2	-	2,1	50	46,5	1,4	-
Frontal interna posterior	98,7	-	1,3	36,2	50	12,5	-
Lobulillo Paracentral	100	-	-	21,4	52,6	26	-
Parietal superior interna	96,7	-	-	4,1	17,6	64,2	14,2
Parietal inferior interna	94,8	-	-	1,4	6,8	7,5	84,2

6.2 Características morfológicas y biométricas de la arteria cerebral media y sus ramas

La ACM se originó en todos los casos de la ACI. Su recorrido se dirigía lateralmente hasta alcanzar la fisura lateral. Se evaluaron en total un número de 158 hemisferios cerebrales (77 derechos, 81 izquierdos). El tronco principal en el segmento M1 presentó un diámetro proximal de $2,8 \pm 2$ mm (Figura 12). La longitud de este segmento estuvo en un rango de $33,6 - 8,2$ mm con un promedio de $19,6 \pm$ mm. (Fig 13). El segmento M2 presentó longitud de $21,1 \pm$ mm y $23,8 \pm$ mm en su tronco superior e inferior respectivamente. (Tabla 10).

Tabla 10.

Datos estadísticos descriptivos de las variables morfométricas de los segmentos de la ACM.

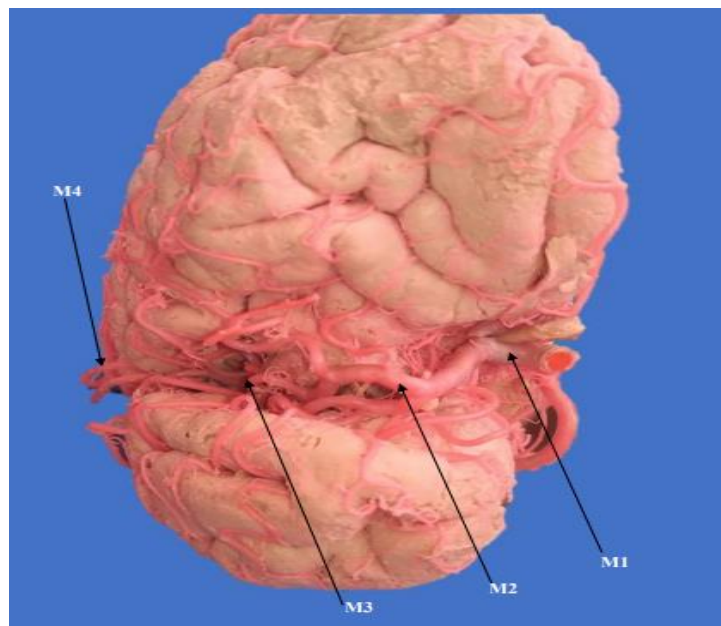
Expresados en milimetros

	M1		M2		M2		M3		M3		M4		M4	
			Superior		Inferior		Superior		Inferior		Superior		Inferior	
	Lon	Diá	Lon	Diá	Lon	Diá	Lon	Diá	Lon	Diá	Lon	Diá	Lon	Diá
Promedio	20,0	3,0	22,0	2,1	23,9	2,2	22,8	1,6	23,8	1,9	22,2	1,3	24,2	1,6
Mediana	19,6	2,8	21,1	1,9	23,8	2,2	23,2	1,5	23,7	1,9	22,2	1,3	24,4	1,5
Desvest	3,3	2,0	2,0	1,4	2,8	0,6	2,1	0,2	3,4	0,5	2,7	0,2	3,1	0,4
Max	33,6	25,8	28,3	14,0	31,0	3,8	28,8	2,1	42,3	4,0	27,2	1,8	35,2	2,9
Min	8,2	0,7	19,2	1,1	14,4	0,5	15,5	1,0	2,0	0,5	15,6	0,9	15,1	1,0
Rango	25,3	25,1	9,1	12,9	16,6	3,3	13,3	1,0	40,4	3,5	11,5	0,9	20,1	2,0

Nota: Long: longitud. Diá: diámetro

Figura 12.

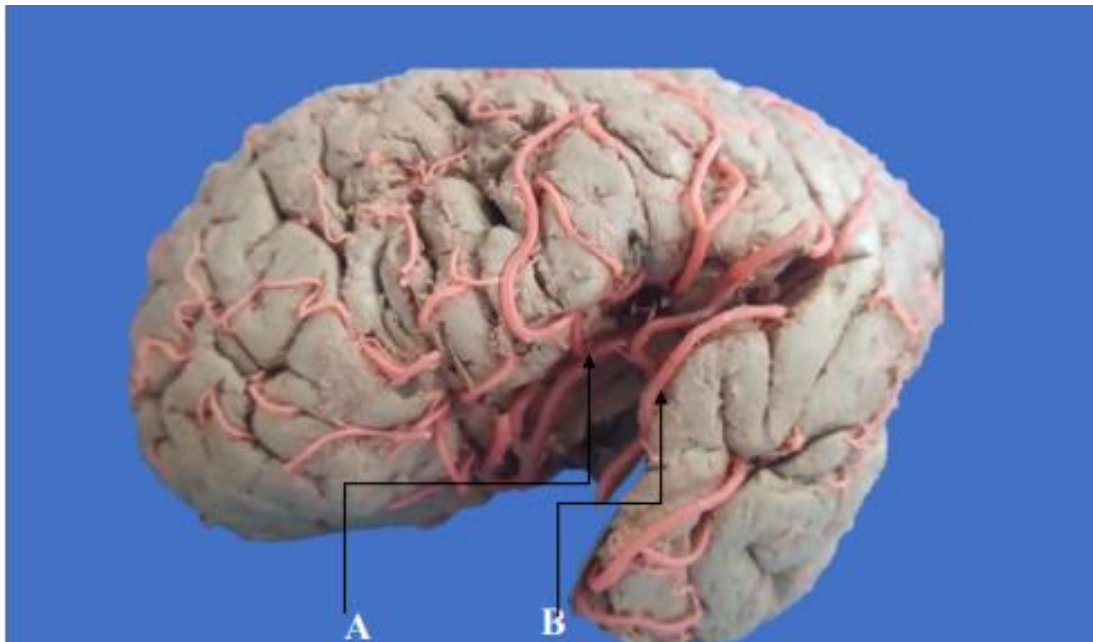
Segmentos de la arteria cerebral media. hemisferio izquierdo.



La bifurcación de la ACM ocurrió en 117 casos (74,1%) (Figura 13) de las muestras evaluadas, sin diferencias significativas según lado de presentación ($P=0,937$), además se encontraron 26 casos (16,5%) con trifurcación del tronco principal. Así mismo se presentó un caso (0,6%) de tetrafurcación de la ACM. La división de los troncos se presentó de manera temprana en 7 casos (4,4%) clasificándose como Pseudotrifurcación, debido a que su división asemeja una falsa trifurcación. Se encontró además tronco común no dividido de la ACM en 6 casos (3,8%) de los casos. Finalmente se presentó un único caso con una arteria cerebral media accesoria (0,6%) (Tabla 11).

Figura 13.

Patrón bifurcado de la arteria cerebral media. Hemisferio cerebral izquierdo. A: tronco superior, B: tronco inferior



Para la clasificación de la ACM se utilizó el criterio de Goya et al (Goyal et al., 2015), en el cual la presentación de codominancia, dominancia superior o inferior se relaciona con la presentación de un tronco sobre el otro y los territorios concomitantes irrigados. La división superior se dirige a irrigar estructuras de lóbulo frontal, en tanto que el tronco inferior irriga al lóbulo temporal en su cara extena. El lóbulo parietal se encuentra irrigado por cualquiera de los dos troncos lo cual establece el dominio (superior o inferior) (tabla 11).

En las muestras con ACM bifurcada se encontró co-dominancia en 158 casos (100%) (Figura 14). En las muestras evaluadas las ramas orbitofrontal lateral, prefrontal, precentral, central, postcentral tuvo su origen del tronco superior de la ACM (100% de los casos). Así mismo las ramas parietal posterior, temporal anterior, temporal media y temporal posterior (temporo-occipital) y angular tuvieron origen del tronco inferior de la ACM (83,5% de los casos).

Tabla 11.

Clasificación de ACM según su presentación anatómica

Clasificación de la ACM	No. Hemisferios cerebrales		Total (%)
	D	I	
Bifurcación temprana (pseudotrifurcación)			7(4,4)
Arteria temporal anterior larga	-		-
Co- dominante	56		61
Dominante superior	-		-
Dominante inferior	-		-

Tabla 11. *Continuación*

Clasificación de la ACM	No. Hemisferios cerebrales		Total (%)
	D	I	
Trifurcación	11	15	26(16,5)
Tetrafurcación		1	1(0,6)
M1 duplicada	-		-
M1 accesoria		1	1(0,6)
Tronco único	5	1	6(3,8)

En los casos donde hubo trifurcación (16,5% de los casos) se presentó un tronco medio que dio origen a las ramas parietal posterior, temporal posterior y angular. La distribución del origen de las ramas de la ACM se muestra en la tabla 12. Así mismo no se presentó agenesia en las ramas de la ACM en las muestras evaluadas y no se encontró presente rama temporal anterior ni duplicación de la ACM en los casos evaluados.

Tabla 12.

Presencia y sitio de origen de las ramas de la arteria cerebral media (%)

Rama	Presencia	M1	Tronco superior	Tronco Inferrior	Tronco medio	M3	M4
Orbitofrontal	100%	64,6%	35,4	-	-	-	-
Lateral							
Prefrontal	100%	46,2%	53,8%	-	-	-	-
Precentral	100%	6,3%	93,7%	-	-	-	-

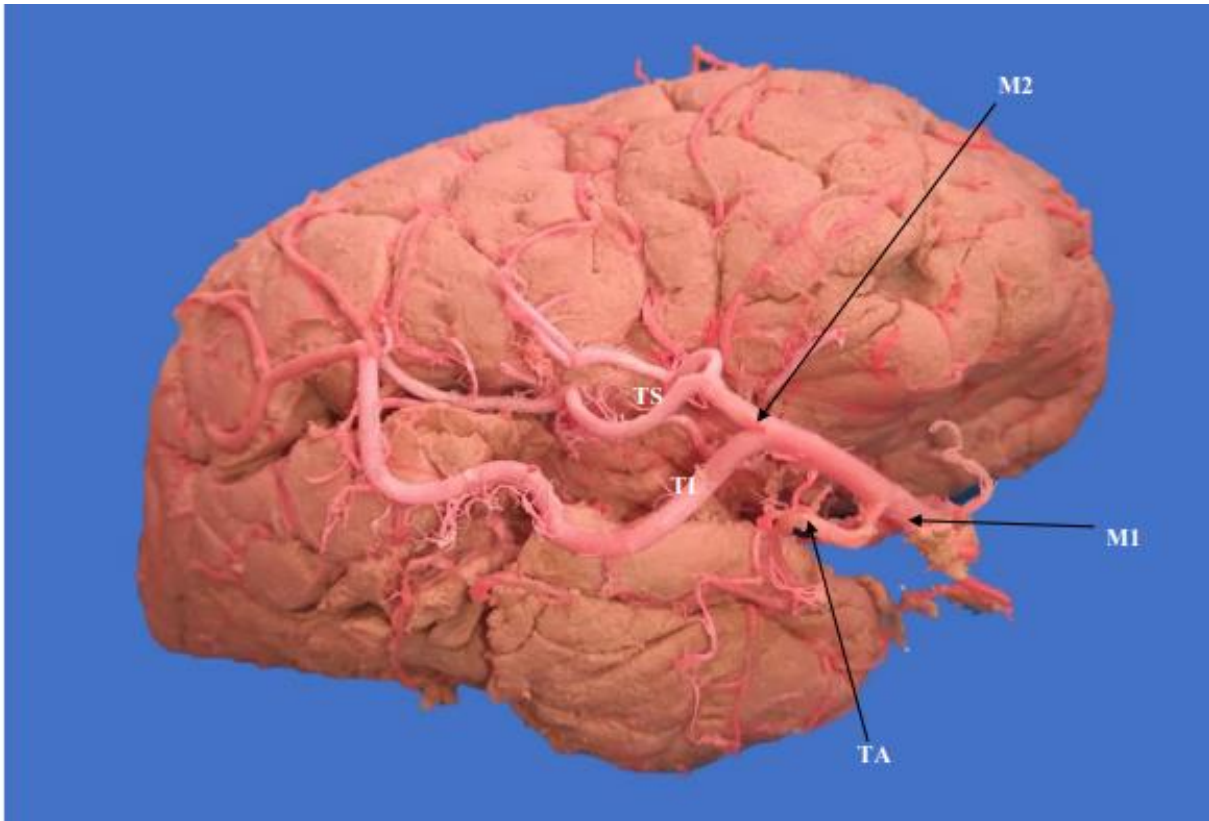
Tabla 12. *Continuación*

Rama	Presencia	M1	Tronco superior	Tronco Inferrior	Tronco medio	M3	M4
Central	100%	1,3%	86,7%	-	-	12%	-
Postcentral	100%	-	20,3%	-	-	78,5%	1,3%
Parietal Posterior	100%	-	-	4,4%	17,1%	41,1%	37,3%
Angular	100%	-	-	-	17,1%	-	82,9%
Temporal Anterior	100%	49,4	-	50,6%	-	-	-
Temporal Media	100%	15,2	-	77,8	-	7	-
Temporal Posterior	100%	7	-	8,9	-	82,3	1,9

La rama orbitofrontal lateral presentó una longitud de $50,1 \pm 6,8$ mm y $51,5 \pm 6,8$ mm del lado derecho e izquierdo respectivamente, con un diámetro de $0,8 \pm 0,2$ mm. Esta rama se origino del segmento M1 en el 64,6% y del tronco superior semgneto M2 en el 35,4% de los casos. La rama prefrontal obtuvo una longitud de $52,7 \pm 8,8$ mm, con un diámetro que osciló entre 0,3 y 1,6 mm. El origen de esta rama se presentó del segmento M2 tronco superior en el 53,8% (Ver tabla 12).

Figura 14.

Patrón bifurcado de la arteria cerebral. Hemisferio derecho. M1: segmento proximal; M2: segmento insular. TA: rama temporal anterior. TS: tronco superior; TI: Troncos inferior.



La rama precentral presentó una longitud de $52,4 \pm 7,5$ mm, con un diámetro de $0,8 \pm 0,2$ mm con diferencias estadísticamente significativas siendo mayor en el hemisferio izquierdo ($P=0.012$) (Tabla 13). El origen de esta rama se presentó del segmento M2 tronco superior en el 93,7% (Figura 15).

Tabla 13.

Valores promedio y desviación estándar expresados en mm de las variables biométricas de ramas de la arteria cerebral media según el lado de presentación.

Arteria		Derecho	Izquierdo	Total	P
Orbitofrontal Lateral	Longitud	50,1± 6,8	51,5 ±6,8	50,4 ±6,8	0,397
	Diámetro	0,7 ±0,2	0,8 ±0,2	0,8±0,2	0,713
Prefrontal	Longitud	52,6 ±10,1	53,6 ±7,1	52,7±8,8	0,196
	Diámetro	0,8 ±0,2	0,9 ±0,2	0,8±0,2	0,164
Precentral	Longitud	51,8 ±8,1	52,8± 6,8	52,4±7,5	0,392
	Diámetro	0,8 ±0,2	1 ±0,3	0,8±0,2	0,012
Central	Longitud	57,1± 9,1	56,5 ±9,5	57,1±9,3	0,827
	Diámetro	0,9 ±0,2	0,9 ±0,2	0,9±0,2	0,426
Postcentral	Longitud	55,2± 11	53,2 ±10,6	53±10,1	0,319
	Diámetro	0,9± 0,2	0,9 ±0,3	0,8±0,3	0,275
Parietal Posterior	Longitud	56,9 ±9,9	56,9± 8,7	56,9±9,3	0,908
	Diámetro	0,9 ±0,2	1 ±0,4	1±0,3	0,845
Angular	Longitud	33 ±4,3	33,3± 3,5	33,3±3,9	0,453
	Diámetro	0,8 ±0,3	1 ±0,4	0,9±0,3	0,362
Temporal Anterior	Longitud	50,2 ±10,2	52,9 ±7,8	51,4±9,1	0,226
	Diámetro	0,8± 0,2	0,9 ±0,2	0,9±0,2	0,528

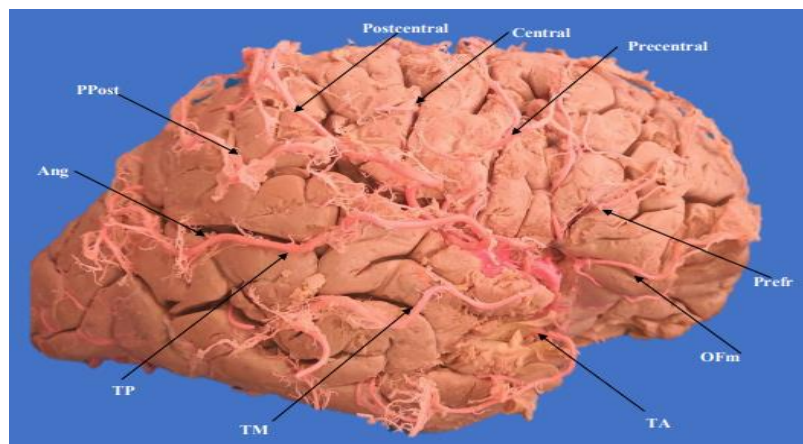
Tabla 13. *Continuación*

Arteria		Derecho	Izquierdo	Total	P
Temporal Media	Longitud	57,4 ±11,5	56,1 ±11,6	57±11,5	0,357
	Diámetro	0,9 ±0,3	1 ±0,3	0,9±0,3	0,624
Temporal Posterior	Longitud	59 ±14,3	56,5 ±11,4	57,6±13,1	0,249
	Diámetro	1,1 ±0,3	1,1± 0,3	1,1±0,3	0,849

Así mismo, la rama central obtuvo una longitud de 57,1±9,3 mm, con un diámetro de 0,9±0,2 mm, esta rama se origino del segmento M2 tronco superior en el 86,7% (Figura 15)., del segmento M3 a partir de troncos con las ramas precentral y poscentral en el 12% y del segmento M1 en el 1,3%.

Figura 15.

Ramas corticales de la arteria cerebral media (M4) . Patrón de ramificaciones de la ACM Hemisferio derecho.



*Nota: *OFm: Orbitofrontal medial; Prefr: Prefrontal; Ppost: Parietal posterior; Ang: Angular;*

TA: Temporal anterior; TM: Temporal media; TP: Temporal posterior.

La rama postcentral presentó una longitud para el hemisferio cerebral derecho de $55,2 \pm 11$ mm y el hemisferio izquierdo de $5,2 \pm 10,6$ mm, así mismo su diámetro fue de $0,8 \pm 0,3$ mm. El origen de esta rama se presentó del segmento M2 tronco inferior en el 20,3% de los casos, segmento M3 en el 78,5% y M4 1,3%. La rama parietal posterior y la rama angular obtuvieron una longitud de $56,9 \pm 9,3$ mm y $33,3 \pm 3,9$ mm respectivamente; adicionalmente presentaron un diámetro promedio de $1 \pm 0,3$ mm para la parietal posterior y de $0,9 \pm$ mm para la rama angular.

El origen de la rama parietal posterior se encontró en el 41,1% de los casos del tronco inferior de la ACM (Figura 15)., mientras en un 17,1% emergía del tronco medio, lo cual corresponde a los hemisferios cerebrales que se encontraron trifurcados reportados anteriormente.

Finalmente, la evaluación de las ramas temporales anterior, media y posterior (Figura 16) determinó una longitud de $51,4 \pm 9,1$, $57 \pm 11,5$, $57,6 \pm 13,1$ respectivamente, En la tabla 13 se muestran los valores morfométricos de cada una de estas ramas. Así mismo su emergencia con relaciones troncales.

Figura 16.

Ramas temporales anterior, media y posterior. Hemisferio izquierdo. TA: temporal anterior; TM: temporal media; TP: temporal posterior.



6.3 Características morfológicas y biométricas de la arteria cerebral posterior y sus ramas

La arteria cerebral posterior se evaluó por segmentos topográficamente durante su recorrido, de esta manera se encontró un primer segmento precomunicante P1 el cual se delimitó desde su origen hasta la unión con el ramo comunicante posterior proveniente de la arteria carótida interna. La longitud del segmento estuvo en un rango de 3,5 – 9,7 mm con un promedio de $6,5 \pm 1,0$ mm. El diámetro osciló entre 0,9-3,4 mm y en promedio fue de $2,2 \pm 0,5$ mm. Para el segmento P2 se tomó en cuenta la trayectoria con relación al giro parahipocampal y la región inferolateral del núcleo pulvinar del tálamo. La longitud del segmento P2 fue de $18,9 \pm 2,1$ mm y el diámetro $2,1 \pm 0,5$ mm (Tabla 14).

El segmento P3 presentó una longitud de $19,2 \pm 2,8$ y un diámetro que estuvo en un rango de 0,5 -3,4 mm con un promedio de $1,8 \pm 0,5$ mm. Este segmento se delimitó desde el borde inferior del cuerpo caloso y la emergencia de las arterias temporales inferiores posteriores y la emergencia de la arteria parietoccipital. Por su parte el último segmento evaluado correspondió a P4 a partir de la bifurcación de las arterias parietoccipital y calcarina. La longitud del segmento fue de $20 \pm 2,6$ mm y diámetro de $1,5 \pm 0,4$ mm.

Tabla 14.

Variables morfométricas de los segmentos de la arteria cerebral posterior. Expresados en milímetros.

	P1		P2		P3		P4	
	Lon	Diá	Lon	Diá	Lon	Diá	Lon	Diá
Mediana	6,5	2,2	19,0	2,1	19,0	1,8	19,9	1,5
Desv.Estandar	1,0	0,5	3,1	0,5	2,7	0,5	2,5	0,3

Tabla 14 *Continuación*

	P1		P2		P3		P4	
	Lon	Diá	Lon	Diá	Lon	Diá	Lon	Diá
Maximo	9,7	3,4	26,4	3,3	32,4	3,4	28,7	2,7
Mínimo	3,5	0,9	10,5	0,7	12,8	0,5	14,1	0,5
Rango	6,3	2,5	38,2	2,7	19,6	2,9	14,6	2,2

Con relación a las arterias coroideas posteriores medial y lateral a causa de la falta de llenado de estas estructuras vasculares se excluyeron 24 hemisferios (n= 138) para su registro morfológico. De las ramas evaluadas se encontró el origen de la arteria coroidea posterior medial en 97 casos del segmento precomunicante de la ACP-P1 (70,3%), 34 casos (24,6%) en la unión de la AcomP con la ACP (Figura 17) y siete muestras (5,1%) del segmento postcomunicante de la ACP- P2. Se encontraron tres AcorPmed duplicadas (2,2%).

La longitud del segmento cisternal de la AcorPmed fue de $38,1 \pm 5,85$ mm, así mismo el diámetro fue de $0,4 \pm 0,14$ mm (rango de 0,18 y 0,8 mm). El 46,3% de las AcorPmed presentaron bifurcación proximal y distal con relación al pulvinar del tálamo. La bifurcación de la AcorPmed se dio a $8,7 \pm 5,47$ mm de su origen de la ACP, pero en 17 casos (26,6%) se encontró bifurcación temprana (menos de 5 mm). En estas muestras se observó que las dos pequeñas ramas derivadas de la AcorPmed cursaban en paralelo y con trayectoria antero-posterior sobre la superficie del mesencéfalo hasta alcanzar los colículos y el borde inferior del esplenio del cuerpo calloso. En 9 muestras (14,1%) se observó la bifurcación de la AcorPmed a más de 15 mm de su origen.

Figura 17.

Segmentos precomunicante P1 y postcomunicante P2 de la arteria cerebral posterior y visualización de las arterias coroideas posteriores medial y lateral. Corte del encefalo al nivel de los colículos superiores.



Nota: A. Identificación del origen de la arteria coroidea medial de la union de ACP con la rama comunicante posterior *B.* Arteria coroidea posterior lateral con origen en segmento P2 de la ACP.

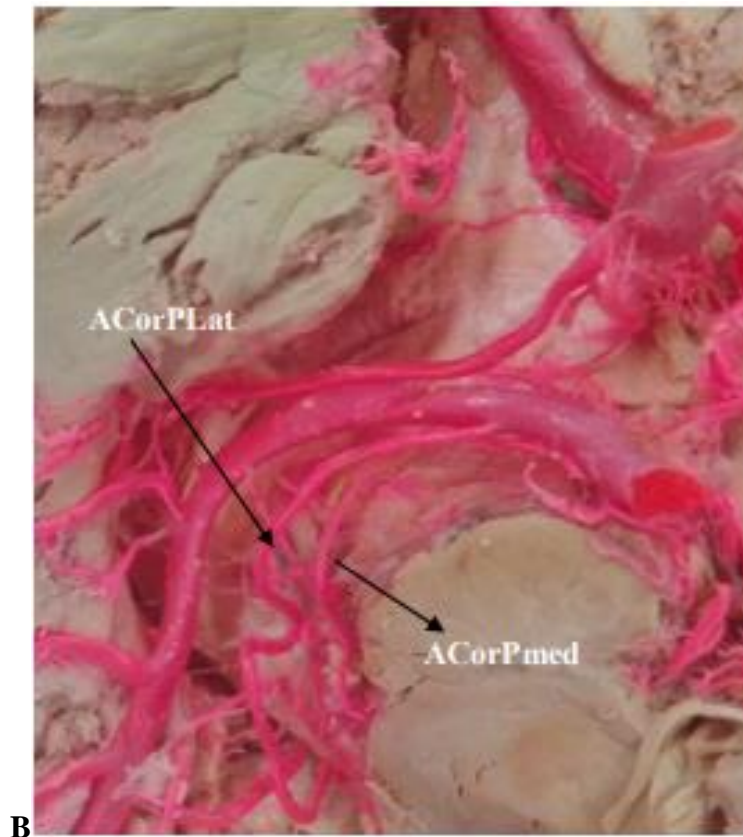
Se encontró agenesia de la AcorPLat en un caso (0,7%) (Figura 18-A). Adicionalmente se observó un caso de AcorPLat duplicada (0,7%). Se originó del segmento precomunicante de la ACP en 3 casos (2,17%), de la unión AcomP con la ACP en 5 casos (3,62%) y en 130 casos (94,2%) del segmento postcomunicante de la ACP- P2 (Figura 18-B). La longitud de la AcorPLat fue de $37,6 \pm 7$ mm y el diámetro fue de $0,5 \pm 0,16$ mm sin diferencias significativas

de lado ($P= 0,913$). En 12 casos (8,4%) este vaso presentó una longitud menor a 28 mm y su origen en P2 se ubicó a una distancia mayor de 15 mm de la unión de P1 con la AcomP. La distancia del origen de la AcorPLat a la unión de P1 con la AcomP fue significativamente mayor en el lado derecho ($p=0,049$). Otras mediciones con relación a las AcorPmed y AcorPLat se muestran en la Tabla 15.

Figura 18.

Visualización de las arterias coroideas posteriores; Ausencia de la arteria coroidea posterior lateral. Corte del encefalo al nivel de los colículos superiores





Nota: **A.** Ausencia de la arteria coroidea posterior lateral **B.** Origen de la arteria coroidea posterior lateral del segmento P2 de la arteria cerebral posterior;

Tabla 15.

Valores promedio y desviación estándar de valores biométricos de las ACorP de acuerdo al lado de presentación. Expresado en milímetros.

Arteria	Derecho	Izquierdo	Total	P
Diametro	0,4 ± 0,14	0,4 ± 0,13	0,4 ± 0,14	0,535
ACPM Longitud	38,7 ± 5,83	37,4 ± 5,85	38,1 ± 5,85	0,238
Distancia del origen a la unión de ACP- AComP	1,9 ± 1,27	1,9 ± 1,34	1,9 ± 1,30	0,874
Distancia del origen a su bifurcación	8,8 ± 4,79	8,7 ± 6,40	8,7 ± 5,47	0,973

Tabla 15. *Continuación*

Arteria		Derecho	Izquierdo	Total	P
	Diametro	0,5 ± 0,16	0,5 ± 0,16	0,5 ± 0,16	0,913
ACPL	Longitud	36,9±7,25	38,6±6,62	37,6± 7	0,215
	Distancia del origen a la unión de ACP- AComP	7,5±5,43	5,4±3,81	6,6± 4,88	0,049*

Nota: *P ≤ 0.05, diferencias significativas en relación al lado de presentación.

Las ramificaciones del segmento cisternal de las arterias coroideas posteriores se dirigen a irrigar estructuras nerviosas importantes, tálamo, pedúnculos cerebrales, tegmento y cuerpos geniculados medial y lateral.

La rama hipocampal se encontró en el 85,8% de los casos y su origen más frecuente fue del segmento precomunicante P2. En este punto se observó con formaciones troncales en conjunto con la rama temporal inferior anterior, la rama temporal inferior media y la rama temporal inferior posterior. Se encontró una longitud de 34±5,6 mm con un diámetro que estuvo entre 0,1 y 0,9 mm. Las ramas temporales inferiores anterior (TIA), media (TIM) y posterior (TIP) se clasificaron según Zeal y Rhoton (Zeal, A. A., & Rhoton., 1978), teniendo en cuenta su origen y presencia y se describen en la tabla 16.

Tabla 16.

Clasificación de las arterias temporales inferiores. Descrito en número y porcentaje(%)

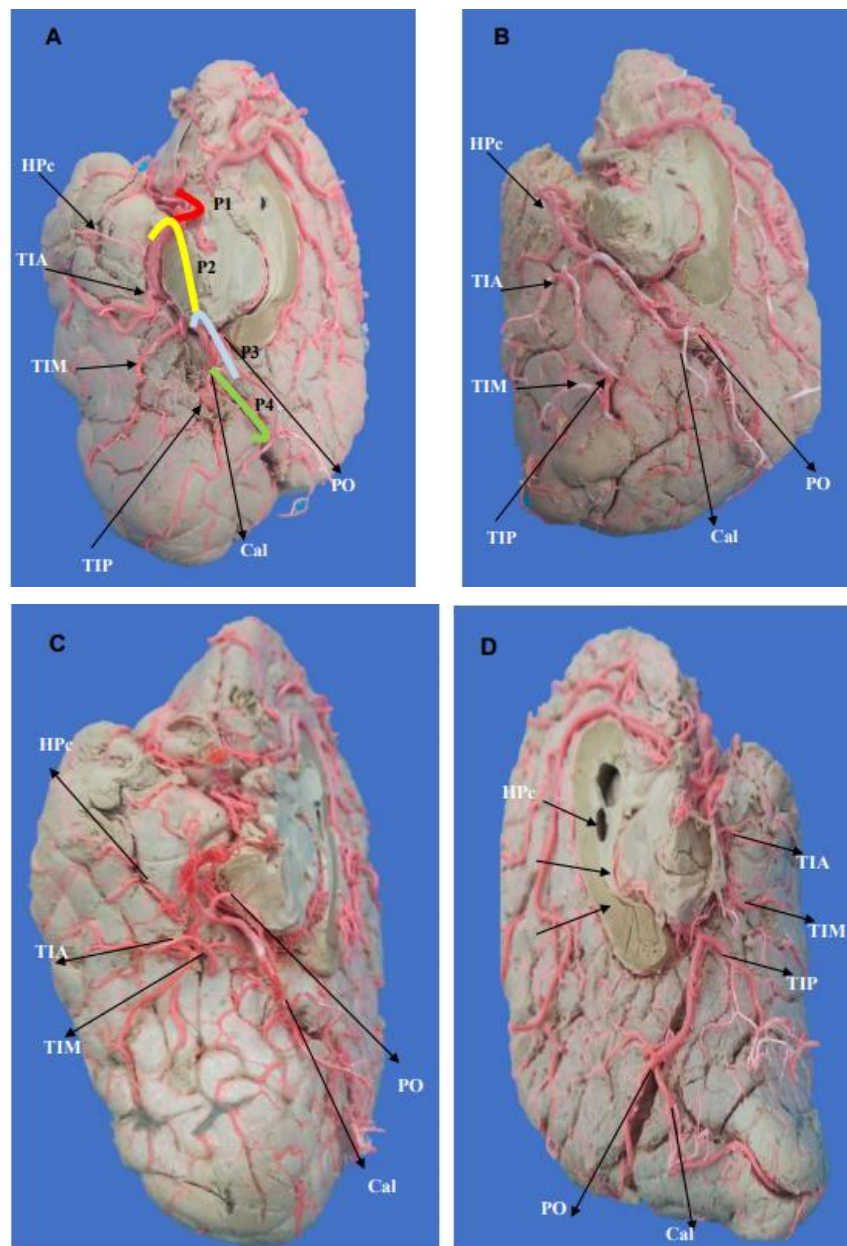
Grupo de Variación	No. Hemisferios	%
Grupo 1	108	66,7
Grupo 2	-	-
Grupo 3	15	9,3
Grupo 4	8	4,9
Grupo 5	31	19,1
Total	162	100

Los patrones más usuales encontrados en estos grupos se presentaron como troncos desde su emergencia. Formación de tronco de la rama hipocamal con la rama temporal inferior anterior, tronco de la rama temporal anterior con la temporal media (Figura 19-A-B-C-D).

La TIA presentó una longitud de $37,5 \pm 6,7$ mm y un diámetro de $0,5 \pm 0,3$ mm, esta rama se encontró ausente en 2 casos, en los cuales las otras ramas si estuvieron presentes supliendo el territorio irrigado por estas. La rama temporal media e inferior se encontraron con una longitud de $38,9 \pm 9,1$ y $45,4 \pm 10,2$ mm respectivamente. La TIM se encontró con diferencias significativas con relación al diámetro ligeramente mayor del hemisferio izquierdo ($P=0.033$) (Tabla 17). La rama TIP se observó en un 75,2% con origen en el segmento P3 de la ACP Y 17,4% emergiendo del segmento P4. La HPC se encontró ausente en 23 hemisferios cerebrales, 39 hemisferios presentaron agenesia de la TIM y 1 sólo caso se encontró de ausencia de la TIP.

Figura 19.

Origen y trayectoria de las ramas de la arteria cerebral posterior.



Nota: **A.** Grupo 1 Ramas presentes temporales inferiores e hipocampal. Segmentos de la ACP. **B.** Origen TIP de P4, Bifurcación de rama calcarina y PO. **C.** Origen de la TIA-TIM del mismo tronco en P3. Origen temprano de la rama parietooccipital de P3 y agenesia de la TIP. **D.** Grupo 3 agenesia de la rama hipocampal

Tabla 17.

Valores promedio y desviación estándar en mm de las variables biométricas de ramas de ACP según el lado de presentación.

Arteria		Derecho	Izquierdo	Total	P
Hipocampal	Longitud	33,3±5,6	35,2±5,5	34± 5,6	0,224
	Diámetro	0,3 ±0,2	0,2±0,2	0,3 ± 0,2	0,428
Temporal inferior anterior	Longitud	35,6±5,9	39,7±7,3	37,5 ± 6,7	0,143
	Diámetro	0,5±0,3	0,5±0,3	0,5 ±0,3	0,217
Temporal inferior media	Longitud	37,9±8,8	39,9±9,2	38,9 ± 9,1	0,054
	Diámetro	0,6±0,3	0,7±0,3	0,7 ± 0,4	0,033**
Temporal inferior posterior	Longitud	45±10	45,6±10,5	45,4 ±10,2	0,993
	Diámetro	1±0,3	0,9±1,2	0,9 ± 0,8	0,858
Parietoccipital	Longitud	45,2±6,1	45,9±7,5	45,7± 6,8	0,262
	Diámetro	0,9±0,2	0,9±0,2	0,9 ± 0,2	0,892
Calcarina	Longitud	41,5±8,6	40,8±7,9	41 ± 8,3	0,277
	Diámetro	0,7±0,2	0,7±0,2	0,7 ± 0,2	0,846

La rama Parietoccipital se observó en el 100% de los casos, su longitud fue de 45,7 mm y su diámetro de 0,9 mm. Se originó en el 99,4% de los casos del segmento P4 y 0,6% originándose de P2. La rama Calcarina se observó en el 95,6% de los casos, con un origen frecuente del segmento P4, se observó agenesia de esta rama en 3 casos (1,9%) (Tabla 18). Su longitud estuvo en un rango entre 71,6 mm y 19,2 mm con un promedio de 41,0±8,3, así mismo su diámetro fue de 0,7±0,2 mm.

Tabla 18.

Presencia y sitio de origen de las ramas de la arteria cerebral posterior (%)

Rama	Presencia	P1	P2	P3	P4	TIP	PO
Hipocampal	85,8	-	95	5	-	-	
Temporal inferior anterior	98,7	-	85,6	14,4	-	-	-
Temporal inferior media	75,9	-	22,8	76,4	0,8	-	-
Temporal inferior posterior	99,4	-	7,5	75,2	17,4	-	-
Parietoccipital	100	-	0,6	-	94	-	-
Calcarina	98,1	-	-	-	95,6	3,1	1,3

7. Análisis y Discusión

En el presente estudio se reportan la expresión usual y las variaciones anatómicas de las arterias cerebrales anterior, media, posterior y sus ramas. Se encontraron hallazgos relevantes y significativos con relación a ACA, como presencia de ramas interhemisféricas, formación troncal de origen de las ramas frontales internas entre sí, y con otras ramas y diferentes sitios de origen denotando patrones de expresión anatómica. Además se observó la trayectoria de estas ramas de la ACA en la cara externa de los hemisferios cerebrales, lo cual es concordante con lo reportado en algunos estudios anatómicos (Cilliers K, Page BJ., 2016; Stefani et al., 2000; Cavalcanti et al., 2010; Kedia, S., 2013).

7.1 Arteria cerebral anterior y sus ramas

Con relación a la AEM, se ha reportado su origen de la unión de la AComA y la ACA entre el 30-62% (El Falougy, H et al., 2013; Izci, Y., 2009; Zunon-Kipré, Y et al., 2012). En este estudio, se encontró este rasgo morfológico con una incidencia del 44,6%, lo que es consistente con Gasca Gonzales et al, también se encontró emergiendo de A2 en el 43,8%, datos que difieren de los hallazgos de Loukas et al (23,3%) (Gasca Gonzales et al., 2011; Loukas, M., Louis, R. G., & Childs, R. S. 2006). Con menor incidencia, emergió de A1 (10,8%), característica similar a la informada por Boongird et al (7,9%) (Boongird, A., & Duangtongphon, P., 2009).

En este estudio encontramos una incidencia muy baja (0,7%) de origen de la AEM en tronco común con la arteria orbitofrontal medial, hallazgo que concuerda con Kedia et al (Kedia, S., 2013) donde se presentó un único caso con tronco común con la OFM; por desconocimiento de estas variaciones pueden presentarse lesiones durante las intervenciones quirúrgicas con obstrucción o daño a la irrigación de los territorios corticales de la base medial del lóbulo frontal, de los núcleos lenticulares y de la cápsula interna.

La agenesia observada en nuestra serie (1,4% y 2,8% para el hemisferio derecho e izquierdo respectivamente) se encuentra en un rango medio con lo informado en estudios previos (1,4-6,6%) (Dimitriu, C. P., 2013; El Falougy, H et al., 2013; Kedia, S., 2013; Sanabria-Pinilla, K. D et al., 2019). Se observaron cuatro casos de AEM duplicada, en dos casos cursaban en paralelo y en los otros estaban dispuestas formando un triángulo invertido entre las dos. Los resultados de Dimitriu en población de Rumania en relación con la duplicación de la AEM son considerablemente más altos (14,3%) (Dimitriu, C. P., 2013) a los encontrados en nuestro estudio (2,8%). El calibre encontrado en el presente trabajo de investigación fue similar al informado por

Falougy et al de 0,6 mm (El Falougy, H et al., 2013) y ligeramente menor que el indicado por Kipré et al (0,7 mm) (Zunon-Kipré, Y et al., 2012). Cabe señalar que Loukas et al informaron un diámetro de 0,9 mm para esta estructura vascular, no tan alejado del nuestro (Loukas, M., Louis, R. G., & Childs, R. S. 2006).

La hipoplasia de AEM observada en nuestra serie fue de 43 casos (30,3%), considerablemente más alta que los reportes previos y podría estar relacionada con una disminución del riego sanguíneo a los núcleos basales y al brazo anterior de la cápsula interna, sin embargo, en estos casos, se ha reportado que las ramas lenticuloestriadas de la ACM penetraron en la sustancia perforada anterior y como mecanismo de compensación suministraron el riego sanguíneo en esta región (Dimitriu, C. P.,2013; El Falougy, H et al., 2013; Maga, P.,2013). En el caso de un proceso obstructivo del segmento proximal de la ACM concomitantemente con hipoplasia de la AEM la afectación de las regiones irrigadas por esta última es evidente (Dimitriu, C. P.,2013; El Falougy, H et al., 2013; Toyoda, K.,2012).

La longitud de la AEM (20,3 mm) fue similar a la observada por Kedia et al (Kedia, S.,2013), aunque difiere ligeramente de la informada por Loukas et al (Loukas, M., Louis, R. G., & Childs, R. S. 2006), quienes informaron una longitud de 18 mm teniendo en cuenta la estructuras originadas en el segmento A1. En nuestras muestras se encontró una trayectoria sinuosa predominante, diferente a lo reportado por otros autores que obtuvieron mayor incidencia de la trayectoria oblicua de la AEM. (Gasca González,;2011). Esta característica anatómica sinuosa de la AEM la hace vulnerable y dificulta los procedimientos quirúrgicos realizados en el segmento anterior del círculo arterial del cerebro.

Cavalcanti et al y Stefani et al reportaron similitud en el calibre de las ramas de ACA como la orbitofrontal medial, sin embargo estos datos difieren con Kedia et al quien reportó el

más bajo calibre en su estudio para esta rama (0,2 mm) (Stefani et al., 2000; Cavalcanti et al., 2010; Kedia, S., 2013). Esta discrepancia puede deberse al sitio de la medición de los calibres de un determinado vaso, ya sea proximal, intermedio o distal utilizado en los diversos estudios morfométricos, así como también a la calidad de la perfusión vascular, mientras que en otros trabajos se valoró esta variable sin buen llenado de los lechos vasculares. Así mismo difieren en gran magnitud con lo reportado de la longitud promedio de esta rama, mientras que nuestros resultados de 42,2 mm en la cara interna y de 14,1 mm en la cara externa, implica una extensión considerable de este vaso, Stefani et al reportan valores de 7 mm, adicionalmente no mencionan longitud en la cara externa del hemisferio cerebral (Stefani et al., 2000).

EL diámetro de la rama frontopolar interna encontrado en el presente estudio se ubica en un rango intermedio con relación a estudios previos que reportan esta dimensión entre 0,5- 1,4 mm (Stefani et al., 2000; Cavalcanti et al., 2010; Kedia, S., 2013). Ugur, H. C reportan el más alto (1,4 mm) (Ugur, H., 2006). Stefani et a su vez reportan menor valor de la longitud de este vaso (21,6 mm), que lo encontrado en nuestra serie (40,2 mm) en la cara interna del hemisferio cerebral. Se destaca que el sitio de origen, trayectorias sinuosas y la irrigación a áreas corticales no habituales por hipoplasia de ramas vasculares vecinas, son las razones que permiten entender las diferencias en los reportes de longitud señalados en los diferentes estudios, (Cilliers K, Page BJ., 2016).

Mavridis I et al, describen la obstruccion selectiva y los aneurismas de las ramas orbitofrontal medial y frontopolar interna como raros y poco frecuentes, estos pueden manifestarse con malformaciones vasculares y con mayor frecuencia puede presentarse un compromiso proximal de la ACA con efectos devastadores, que se describirán al finalizar la discusión sobre la ACA.

Lesiones hemorrágicas, obstructivas o iatrogénicas de las OF y FP que irrigan una superficie considerable de las áreas prefrontales, determinarán signos leves o moderados de compromiso de las funciones mentales superiores, además el daño a la corteza orbitofrontal afecta el aprendizaje, lo cual trae consigo un desequilibrio funcional entre la corteza orbitofrontal derecha e izquierda y podría verse reflejado como la incapacidad de mantener la atención o velocidad de procesamiento de la información (Mavridis, I., Kalamatianos, T., Koutsarnakis, C., & Stranjalis., G. 2016; Szatkowska, I., Szymańska, O., Bojarski, P., & Grabowska, A., 2007).).

Así mismo Pelmutter y Rhoton reportaron longitud ligeramente menor (43,0 mm) de la rama callosomarginal que la encontrada en nuestro trabajo (58,1 mm), en contraste con lo reportado por Stefani et al, con hallazgos inferiores en gran medida (29,4 mm) (Perlmutter, D., & Rhoton, A. L., Jr., 1976; Stefani, M. A. et al., 2000).

Cavalcanti et al, reportaron a las ramas frontales internas anterior, media y posterior con origen de a dos ramas en la rama callosomarginal y también formando troncos entre sí (Cavalcanti et al., 2010), Los troncos comunes los reportaron en 14 hemisferios emergiendo de la RCM, en su estudio los más frecuentes fueron la FIM-FIP, lo cual es concordante con lo encontrado en el nuestro 27 hemisferios con ésta formación troncal (19%), Las demás asociaciones ocurrieron para Cavalcanti entre la FIA-FIM en el 14,3%, en nuestros hallazgos fue del 17% (26 hemisferios cerebrales con esta presentación). También se presentó FIA-FIM-FIP con origen en la RCM en el 7,8% en nuestra serie, dato similar con Cavalcanti de 7,14% para este tronco.

Además se encontró formación troncal al origen de la FIP -LPC en 25 hemisferios cerebrales 16,4 % (Tronco FIP-LPC), mayor incidencia en nuestros hallazgos contrastados con Cavalcanti et al (7,1%). El calibre de estos vasos reportado en estudios previos se encuentra entre

0,3- 1,4 mm (Stefani et al., 2000; Cavalcanti et al., 2010; Kedia, S., 2013; Ugur, H., 2006), como un rango intermedio comparado con lo encontrado en el presente estudio de 0,9 mm para las tres ramas. Así mismo, la longitud es menor en los resultados del presente estudio (FIA:28,6 mm; FIM:26,5 mm; FIP:30,3 mm) comparados con lo reportado que oscila entre 41,3 – 73,0 mm (Stefani et al., 2000; Cavalcanti et al., 2010; Kedia, S., 2013; Ugur, H., 2006).

No hay aclaración de los autores si ellos toman en cuenta la longitud de la cara lateral en una suma conjunta, así mismo no describen la importancia clínica y topográfica que implica la irrigación de la región proximal de la cara externa para ninguna de las ramas de ACA. Los hallazgos en la longitud de las ramas del lobulillo paracentral, parietales superior e inferior son superiores a lo reportado en la literatura, sin embargo son similares en diámetro (Perlmutter, D., & Rhoton, A. L., Jr 1976; Stefani, M. A. et al., 2000; Cilliers K, Page BJ., 2016), Los componentes de longitud, mencione el rango y los comparamos con nuestros hallazgos.

El gran espectro de variabilidad de la RCM evidenciado en nuestro estudio, en torno a su origen, curso o trayectoria, disposición de sus ramas emergentes y su finalización en el lobulillo central, debe tenerse en cuenta en la interpretación imagenológica de su estructura, evaluación de los signos clínicos que denoten su compromiso y en el planeamiento de los procedimientos quirúrgicos que comprometan el segmento medio superior de la cara medial hemisférica (Cavalcanti et al., 2010; Kedia, S., 2013; Ugur, H., 2006)..

Así por ejemplo, en su presentación usual, a través de sus ramas frontales, contribuye a la irrigación de áreas prefrontales, premotora, motora y sensorial para el miembro inferior contralateral y corteza del cíngulo y su lesión proximal conduce a la presencia de trastornos cognitivos, monoplejía y monoparesia de miembro inferior y trastornos inherentes a la actividad lmbica; de esta manera los compromisos en las presentaciones variantes puede generar signos

parciales a los descritos como por ejemplo, solo signos cognitivos si el daño vascular compromete solo el tronco de las forntales mediales o predominio de compromiso motor si la estructura comprometida es una RCM constitida por la ffrontal medial posterior y la rama para el lobulillo central (Stefani et al., 2000; Cavalcanti et al., 2010; Kedia, S., 2013; Ugur, H., 2006).

Las alteraciones de la ACA incluyen oclusiones en su trayectoria, aneurismas en la arteria comunicante anterior, infartos cerebrales, malformaciones arteriovenosas y accidentes cerebrovasculares. Como consecuencia el déficit de irrigación sanguínea a las estructuras de los núcleos centrales en su región anterior específicamente, brazo anterior de la cápsula interna, cara interna de los hemisferios cerebrales y el tercio proximal de la cara externa resulta en hemiparesia con predominio faciobraquial, que es un signo reconocido en pacientes con ictus en adultos, además La paraparesia puede ser causada a su vez por un infarto bilateral de la arteria cerebral anterior, asociado con la ausencia o hipoplasia de algún segmento de la arteria cerebral anterior (Miller, S. P., O’Gorman, A. M., & Shevell, M. I. ,2007).

7.2 Arteria cerebral media y sus ramas

La ACM se origina como una terminal directa de la bifuración de la ACI. Los segmentos evaluados corresponden a territorios irrigados específicos que se distribuyen topográficamente hasta llegar a ser ramas corticales.

Los hallazgos de longitud para el segmento M1 de la ACM son concordantes con los presentados por Pai et al y Ture et al, quienes reportan 20 mm y 23,4mm respectivamente en sus estudios, mientras que en el presente estudio fue de 19,6 mm (Pai, S. B., Varma, R. G., & Kulkarni, R. N., 2005; Türe, U.,2000). Así mismo estos datos son mayores que lo reportado en los estudios de Oshiro et al y Tanriover et al. (13,5; 16,2; 17,82 mm respectivamente.) (Oshiro,

E. M., 1997 ;Tanriover, N., 2003). Zurada et al obtuvieron en su estudio realizado a 230 hemisferios cerebrales un rango de longitud que estuvo entre 5,08-35,27 con un promedio de 15,62 mm, dato menor comparado con el evaluado (Zurada, A.,2011).

El diámetro promedio dela ACM desde su origen a nivel proximal en la ACI fue en el presente estudio de 2,8 mm, este resultado difiere con lo presentado por Tanriover et al y Kahilogullari G et al, quienes reportaron 3,71 mm y 3,4 mm para este valor respectivamente. Así mismo estos autores reportaron dominancia del tronco superior en el 22% de sus casos y 24% de co-dominancia de los troncos, en contraste con nuestros hallazgos donde se presentó únicamente co-dominancia de los dos troncos cuando ACM se reportó bifurcada de 74,1%. Para el tronco superior el diámetro fue de 1,9 mm, dato que difiere con Kahilogullari G et al (2,7mm). De los datos reportados la configuración más común de la ACM es la bifuración, sin dominancia de ningún tronco después de su división (Brzegowy, P et al,2018).

Nuestro hallazgo con relación a la presentación de la ACM en bifuración (74,1 %) y trifurcación (16,5%) es semejante a la presentada por Tanriover et al quienes reportaron 80% y 12% respectivamente (Tanriover, N.,2004); Vuillier et al coincidieron también en la incidencia de la ACM bifurcada (73%) (Vuillier, F., 2008). Otros estudios previos respaldan además la presentación bifurcada como la más reportada en evaluaciones morfométricas de ACM. (Grellier, P., Roche, J. L., & Duplay, J., 1978.; Gibo et al ., 1981; Umansky, F et al., 1985; Idowu et al ., 2002). Sin embargo Zurada et al identificaron M1 bifurcada en el 94% un dato mayor en comparación con los anteriores descritos (Zurada, A.,2011). La tetrafurcación se reportó en un único caso en nuestro estudio (0,6%), resultado similar a Ogeng'ó et al (0,7%) y Gunnal et al (2,35%) de esta manera se encuentra como la presentación menos frecuente en esta estructura vascular (Ogeng'o, J. A., et al., 2011). La monofurcación o presentación de un tronco

único de la ACM se reporta en la literatura entre 3,8- 17,5%, dato que coincide con el encontrado en el estudio de Umansky et al con resultado de 3.8% para esta variante (Umansky, F et al., 1988).

La arteria cerebral media accesoria descrita como la arteria que cursa paralelo al tronco principal de la ACM y dentro del surco lateral del encéfalo, se presenta rara vez, estudios previos reportan esta variante anatómica de ACM entre el 0,6 -9,1%. Kim et al reportó en su estudio 0,4% similar a lo encontrado en el presente estudio (0,6%) (Kim MS, Lee HK., 2009).

Cilliers K y Page B, realizaron un estudio piloto de evaluación morfométrica en 20 hemisferios cerebrales, sus resultados con relación a las ramas corticales de la ACM difieren en cuanto a longitud de la rama OFL (33,1 mm), a su vez presentaron un diámetro mayor (1,4 mm) a lo reportado en el presente estudio. Se encontraron similitudes de presencia de esta rama (95%), mientras difiere con lo presentado por Kahilogullari G et al, quienes identificaron presencia de la OFL en el 83% de sus muestras. El origen de la OFL se presentó 35,4% del tronco superior, resultado consecuente con este autor quien reportó 33% del origen a este nivel y un 66% de forma anticipada del segmento M1.

La rama PA se encontró en todos los hemisferios cerebrales evaluados (100%), dato semejante con lo reportado previamente, además su origen a nivel del tronco superior en el 53,8% de los casos es menor que lo encontrado por Cilliers K y Page y Kahilogullari G et al, con frecuencias en sus resultados de 77,8% y 80% respectivamente (Cilliers,K, & Page, BJ., 2017; Kahilogullari G., 2012). También se encontró ligeramente menos extensa (43,3 mm) que la de nuestra serie (52,7 mm) y con un diámetro mayor (1,5 mm) que el nuestro el cual fue de 0,8 mm (Cilliers,K, & Page, BJ., 2017).

Se encontró además una alta discrepancia en cuanto a los valores de la longitud y diámetro de las demás ramas corticales: Prec, Cent, Postc, PP, TA, TM y TP según lo reportado por Cilliers K, esto se debe posiblemente a la referencia anatómica utilizada para su medición, en este estudio se utilizó el diámetro proximal para evaluar estas ramas. (Cilliers,K, & Page, BJ., 2017). De manera que los diámetros no son mayores a 1 mm para cada una de estas ramas en nuestro estudio.

La rama Prec y Cent se originaron del tronco superior en el 93,7% y 86,7% respectivamente, en los casos donde se presentó tronco intermedio no se reportó origen de estas ramas desde este tronco, en contraste con Kahilogullari G et al, encontraron origen del tronco intermedio para estas dos ramas (13%; 26%).

Las demás ramas corticales: Prec, Cent, Postc, PP, TA, TM y TP se encontraron presentes en nuestra serie en un 100%, dato concordante con lo reportado previamente. (Cilliers,K, & Page, BJ., 2017; Kahilogullari G., 2012).

El origen de las ramas corticales en relación con la presencia de aneurismas de la ACM, se presenta como una patología de las más importantes donde su punto anatómico, lo cual es relevante con la severidad del caso, además se ha reportado mayor incidencia respecto a los aneurismas situados segmento M1 de la ACM alrededor de 86,2% que los presentados en M2 o cercanos a las ramas corticales (Brzegowy, P., et al.,2018; Uchiyama N., 2017). Las alteraciones de la ACM intervienen en una serie de eventos importantes de riego sanguíneo a estructuras neurales como corteza motora y somatosensorial, área de Broca, cortezas prefrontales, auditivas primaria y de asociación, área de Wernicke y corteza de asociación mayor. La alteración en el flujo sanguíneo en estas áreas por oclusión de alguna de sus ramas ocasiona parálisis contralateral, alteración de la cinestesia y tacto discriminativo contralateral (Zurada, A.,2011)..

7.3 Arteria cerebral posterior y sus ramas

La ACP se evaluó por segmentos según su relación topográfica y trayectoria, Kawashima et al reportaron diámetros de los segmentos de ACP P1 de 2,13 mm, P2 1,73 mm, y P3 1,67mm, similares a los encontrados en el presente estudio P1: 2,2 mm, P2: 2,1 mm y P3: 1,8 mm . A su vez Gunnal et al reportan un diámetro de 2,8 y 2,7 para los segmentos P1 y P2 respectivamente, hallazgos similares al presente estudio y que también se asemejan a los presentados por Falougy et al (P1: 1,82 mm y P2: 2 mm) (Kawashima, M et al., 2009; Gunnal et al., 2016; Falougy, H. E. et al., 2018). Con relación a la longitud del segmento P1 en nuestra serie fue de 6,5 mm en promedio, 6,4 mm del hemisferio derecho y 6,6 mm de hemisferio izquierdo, ligeramente menor a lo reportado por Gunnal et al en su estudio con resultado de 7,8 mm del lado derecho y 7,8 mm del lado izquierdo del cerebro; a su vez este autor reporta para el segmento P2 de la ACP una longitud de 52,2 mm en promedio, dato que difiere con nuestros hallazgos de 19 mm para este segmento (Kawashima, M et al., 2009; Gunnal et al., 2016). Falougy, H. et al también reportó longitudes semejantes a las de nuestra serie 5,48 y 5,78 del lado derecho e izquierdo del encéfalo para el segmento P1 de la ACP (Falougy, H. E. et al., 2018). Adicionalmente la longitud del segmento P3 en nuestro estudio fue de 19 mm, dato consistente con Pai et al. (Pai et al., 2007). La totalidad de los hemisferios cerebrales tuvo ACP presente con todos sus segmentos (100%), sin embargo Gunnal et al reportan agenesia del 2,35% de los casos en su estudio.

Los hallazgos más relevantes del presente estudio en el sistema posterior del encéfalo se encontraron con las ramas de menor calibre: las arterias coroideas posteriores. El segmento P1 de la ACP fue el sitio de origen más frecuente de la ACPmed (97%) encontrado en el presente estudio, resultados que no son concordantes con los hallazgos de Pai et al, de origen en el segmento P2 (61,4%) y en menor incidencia del segmento P1 (38,6%) (Pai et al., 2007). En

nuestra serie, se observó que en el 24.6% la AcorPmed se origina del sitio de unión de la AComP y la ACP, característica que no ha sido previamente reportada. (Fujii et al., 1980; Pai et al., 2007; Párraga, Ribas, Andrade, & De Oliveira, 2011). Fuji y Párraga en concordancia con Pai han reportado como origen más frecuente de la AcorPmed el segmento postcomunicante de la PCA.

La ACorPlat se originó principalmente del segmento P2 (94,2%), resultado ligeramente mayor a lo reportado por Párraga et al (87,1%) (Párraga et al., 2011). Adicionalmente Yamurri et al (Yamurri et al.,2006) reportan también variabilidad en su origen, aunque más del 70% se origina del segmento P2.

La longitud de las AcorPmed y ACorPlat encontrada en nuestro estudio (38,1 y 37,6 respectivamente) es considerablemente menor a lo reportado por Vinas y Fujii (Fujii et al., 1980; Vinas et al., 1995). Lo anterior puede deberse a que, en estudios previos, posiblemente se midieron las longitudes de las arterias coroideas posteriores de los segmentos cisternal y plexal, mientras que en el presente estudio se midió solamente el segmento cisternal. De igual manera, se destaca que, en la muestra evaluada, un buen número de ACorPlat (8,4%), se originó de la parte distal de P2, presentando consecuentemente una corta longitud de su segmento cisternal. El diámetro de las arterias coroides posteriores fue similar con lo reportado por Fujii et al (0,8 y 0,6 mm). (Fujii et al., 1980; Vinas et al., 1995)

Las arterias coroideas posteriores presentan gran variabilidad. La baja agenesia de ACorPlat (0,7%) es similar a la reportada en otros estudios (Yamurri et al.,2006). La presencia de duplicación de 2,2% y 0,7% para la AcorPmed y la ACorPlat respectivamente es reportada por Pai et al en una cifra ligeramente mayor. Mientras que Fujii et al no reportaron duplicación de estas estructuras vasculares. (Fujii et al., 1980; Pai et al., 2007). En esta serie, se observó en un porcentaje significativo de la muestra, bifurcación proximal o distal de la AcorPmed,

característica que no ha sido reportada previamente y que puede aumentar el riesgo de lesión y de daño neurológico durante las intervenciones quirúrgicas, o en contraste ser un factor coadyuvante de suministro sanguíneo de la circulación posterior unilateral o bilateral.

Las manifestaciones clínicas como la pérdida sensorial relacionada con la disfunción sensorial residual y los movimientos anormales son causadas por infartos en el LPChA y el MPChA, así como por defectos del campo visual, trastornos hemisensoriales, disfunciones neuropsicológicas y movimientos anormales. La localización y extensión de los infartos por oclusión de la PChA viene determinada principalmente por la naturaleza de su etiología, factores hemodinámicos y variaciones anatómicas de los vasos, que comprenden principalmente el origen, patrón de ramificación, áreas irrigadas y tamaños de los vasos parentales. (Bozkurt, Yaman, Çevik, Kirbaş y Yağmurlu, 2018; Neau y Bogousslavsky, 1996; Teitelbaum et al., 2002)

La comprensión de las diversas expresiones de la ACorPmed y ACorPlat especialmente en relación a los datos biométricos de sus orígenes y territorios irrigados, relacionados marginalmente en estudios previos, permitirá optimizar las intervenciones quirúrgicas con el fin de prevenir y / o reducir déficits y daño neurológico postoperatorio, causado por lesiones de estas arterias o sus ramas. Asimismo, este estudio, realizado en material cadavérico, aporta información cualitativa y morfométrica relevante de las arterias coroideas, lo que enriquece el concepto morfológico y es útil para el diagnóstico y manejo de eventos clínicos que comprometen estas estructuras vasculares.

Las ramas de la ACP son descritas también por Yamurri et al en relación con su origen y frecuencia. De esta manera se encontraron similitudes de aparición del 100% de las ramas temporal inferior posterior. En contraste los resultados difieren para la rama hipocampal reportando 70% de presencia únicamente, mientras en este estudio se reportó 85,8% (Yamurri H

et al., 2006). El sitio de origen es concordante para las ramas temporales inferiores anterior e inferior y difiere ligeramente con lo encontrado para la temporal media. Similar con estos autores se encuentra un tronco común que forma la rama hipocampal con la rama temporal inferior anterior (RPhip-TIA), a su vez, se encontró un mayor diámetro de la rama temporal inferior anterior y posterior en los casos donde la temporal inferior media se encontraba ausente (Párraga et al., 2011; Yamurri H et al., 2006).

La ACP se clasificó según Zeal y Rothon en 5 grupos de variaciones anatómicas de las ramas temporales inferiores descritos anteriormente, las cuales pueden presentarse de diferente manera en cuanto a origen, tronco común y frecuencia. Zeal y Rothon clasificaron en el grupo 1 al 10% de los casos, 16% según el grupo 2, al 20% para el grupo 3, 10% para el último grupo 4 y 44% GRUPO 5. De esta manera los resultados que los autores reportan difieren con lo analizado en el presente estudio, donde la mayor frecuencia se encontró en el grupo 1 (presencia de las 4 ramas temporales inferiores) en 108 hemisferios (66,7%), este dato es consistente con lo reportado por Yamurri (40%), en donde se presentaron todas las ramas temporales inferiores de la ACP (hipocampal, temporales inferiores anterior, media y posterior). (Yamurri H et al., 2006; Haegelen C., 2012).

La rama Parietoccipital se encontró en el 100% de los casos en el presente estudio, dato concordante con lo reportado previamente (Cilliers K, Page BJ., 2019; Kalamatianos T et al., 2019), a su vez el sitio de origen de nuestra serie con mayor frecuencia fue el segmento P4 (99,4%) y únicamente se encontró un caso emergiendo del segmento P2 de manera temprana (0,6%); esta situación de origen, explica las diferencias en la longitud. Párraga et al a su vez identificó en su estudio una emergencia de la PO del segmento P3 en el 71,4% y del segmento P4 del 27,1%, datos en un rango alto de discrepancia con los del presente estudio.

En cuanto a la rama Cal se encontró en el 100% de los casos en nuestra serie similar a Cilliers K y Page, a su vez en estudios previos se encontró emergencia de la Cal en el segmento P4 en el 95,6%; un hallazgo relevante de nuestra serie es el origen de la Cal proveniente de la rama TIP en 3,1% de los casos y de la rama PO en el 1,3%, lo cual no es consistente con lo reportado previamente (Cilliers K , Page BJ.,2019; Yamurri H et al., 2006; Haegelen C., 2012; Kalamatianos T et al., 2019). Sin embargo Margolis et al si describieron emergencia de la Cal en el 16% del segmento P2. Zeal y Rotheron et al también reportaron prevalencia del origen de la Cal en la PO en un 10%, mientras Párraga describió en el 8,6% (Zeal y Roton et al., 1978; Margolis et al., 1971; Párraga et al., 2011).

Dentro de los eventos clínicos que afectan al segmento P4 de la ACP esta la obstrucción a nivel de este segmento que compromete la irrigación de la cara medial del lóbulo occipital, con compromiso de las ramas PO, Calcarina o ambas. Si la obliteración se da en la rama calcarina, el cuadro clínico resultante es de hemianopsia homónima contralateral, afectando el campo visual contrario al hemisferio afectado, pero si el cuadro obliterativo afecta a la rama PO, resultará en un cuadro en el que se presenta dificultad para caracterizar la imagen visual en cuanto a color, brillo, contraste, fondo y definiciones de contornos.

Los hallazgos del origen de la TIA en segmentos P2 se asemeja con lo reportado en la literatura, Cilliers K reportó una TIA con origen de P2 en el 77,8% de los casos y en nuestro estudio fue de 85,6%. La TIM en nuestro estudio se observó en el 22,8% del segmento P2 de la ACP, diferente a lo reportado por este autor con 47,4% de frecuencia y a lo reportado por Haegelen quien mostró 100% de origen en P2.. Así mismo, la TIP en nuestra serie emergió en un 75,2% del segmento P3 en contraste con Yamurri quien reportó únicamente en el 4,8%; en el

presente trabajo se reportó la TIP en un 17,4% emergiendo del segmento P4 (Cilliers K , Page BJ.,2019; Yamurri H et al., 2006; Haegelen C., 2012).

Yamurri et al reportaron además en grupos la presentación de estas estructuras vasculares de la siguiente manera: grupo 1 con el 40% de los casos que presenta una TIA con origen de la Hpc y la TIM-TIP, grupo 2 con 20% de los casos Hpc- TIA-TIM-TIP de manera independiente cada una, grupo 3 20% de los casos con TIA.-TIM-TIP y agenesia de la Hpc, grupo 4 con el 10% de los casos conformado por la Hpc, TIA y tronco común entre TIM-TIP.Finalmente describieron un grupo 5 con el 10% de los casos de un tronco común de la TIA-TIM y una TIP independiente.

Los hallazgos en la distribución biométrica permiten inferir la delimitación anatómica utilizada por el autor para distribuir los segmentos de la ACP. Se resalta la importancia de las características y variaciones de estas arterias para describir los modelos de irrigación inferior occipito-temporal que permitan identificar las mejores intervenciones en relación con patologías vasculares y malformaciones de la ACP (De Silva.,et al., 2009; Haegelen C., 2012). Diferentes patrones podrían ocasionar déficits y consecuencias de importancia clínica, en estructuras del sistema nervioso que reciben flujo sanguíneo gracias a la ACP como el tálamo, mesencéfalo y el lóbulo occipital con áreas corticales de información visual

Manifestaciones clínicas como pérdida sensorial relacionada con disfunción sensorial residual y movimientos anormales son causados por infartos en las ramas de la ACP, así como también defectos en el campo visual, trastornos hemisensoriales, disfunciones neuropsicológicas y movimientos anormales. La ubicación y el alcance de los infartos originados por la oclusión de las arterias cerebrales posteriores están determinados principalmente por la naturaleza de su etiología, factores hemodinámicos y variaciones anatómicas de los vasos, las cuales comprenden

principalmente el origen, el patrón de ramificación, las áreas irrigadas y los tamaños de los vasos. (Bozkurt, Yaman, Çevik, Kırbaş, & Yağmurlu, 2018; Neau & Bogousslavsky, 1996; Teitelbaum et al., 2002)

8. Conclusiones

Las variaciones presentadas en la arteria cerebral anterior en este estudio, son relevantes en especial las relacionadas a sus ramas en la cara interna, como las ramas frontales internas y del lobulillo paracentral, quienes forman diferentes patrones arteriales; la descripción de dichos patrones permite interpretar las deficiencias ocasionadas en casos de obstrucciones vasculares o ictus cerebrales, lo cual exige un buen conocimiento del origen y trayectoria de estas estructuras vasculares. Así mismo, se describe la longitud de las ramificaciones de la ACA hacia la cara externa en su porción más superior, lo cual establece un sistema de riego coadyuvante para la ACM significativo, estos hallazgos en la cara externa no son concordantes con lo señalado en la literatura.

En tanto, la arteria cerebral media se describió en el estudio con variantes de origen formando tronco único, bifurcado, trifurcado e incluso tetrafurcado, lo cual explica la correlación clínica aislada en caso de lesión o daño a sus ramas corticales y como se representarían de manera independiente según el tronco afectado. Nuestros hallazgos cualitativos relacionados con las diferentes presentaciones morfológicas de la arteria cerebral media en su trayectoria insular se

ubican en un rango medio con relación a las cifras previamente reportadas en otros grupos poblacionales.

Con relación a los hallazgos presentados en el estudio de la arteria cerebral posterior, se concluye que las ramas temporales inferiores configuran su principal expresión de variación vascular, pueden encontrarse acompañadas de la rama hipocampal y las tres temporales inferiores (Grupo 1).

Este estudio, realizado con material cadavérico, brinda información cualitativa y morfométrica relevante de las arterias cerebrales anterior, media y posterior, lo cual es de gran ventaja para que los procedimientos neurológicos se realicen de manera segura y eficaz, además denota de manera concisa la metodología realizada para la descripción anatómica de cada estructura vascular y las consideraciones tomadas en cuenta.

Diversos factores como el tamaño de las muestras, las diferentes metodologías de medición y las expresiones fenotípicas de cada grupo de población evaluado, pueden explicar la variabilidad cualitativa y morfométrica observada en los diversos estudios. Por esta razón, el conocimiento de las variaciones anatómicas de las arterias cerebrales en nuestro grupo poblacional permite obtener una casuística propia de referencia que puede ser derivada para el diseño de intervenciones quirúrgicas, interpretaciones imagenológicas y para el manejo y rehabilitación de la enfermedad cerebrovascular.

La comprensión de las diversas expresiones de las arterias cerebrales especialmente en lo relacionado con los datos biométricos de sus orígenes, y territorios irrigados, relacionados de manera marginal en estudios previos permitirán la optimización de las intervenciones quirúrgicas con el fin de prevenir y/o reducir los déficits y daños neurológicos postoperatorios, originados por las lesiones de estas arterias o de sus ramas. De igual manera, este estudio, realizado en

material cadavérico, proporciona información cualitativa y morfométrica relevante que enriquece el concepto morfológico y es útil para el diagnóstico y el manejo de los eventos clínicos que comprometen a estas estructuras vasculares.

Referencias

- Akar A, Sengul G, Aydin Ih, Andrés G, Saavedra G, Camejo C, Et Al. (2009). *Microsurgical anatomy of the anterior cerebral artery in Indian cadavers*. J Neurosurg,19(5):1050–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wneu.2010.10.053>
- Aurora, D., Abreus, C., Antonio, S., & Paneque, C. (2010). *Bases teóricas para la integración de las ciencias básicas biomédicas en una disciplina Integration of biomedical basic sciences into a discipline : Theoretical bases*. 24(3), 344–351.
- Avci, E., Fossett, D., Erdogan, A., Egemen, N., Attar, A., & Aslan, M. (2001). *Perforating branches of the anomalous anterior communicating complex*. Clinical neurology and neurosurgery, 103(1), 19–22. [https://doi.org/10.1016/s0303-8467\(01\)00103-2](https://doi.org/10.1016/s0303-8467(01)00103-2)
- Balaji S Et Al. (2007) *Microsurgical Anatomy of the posterior circulation*. Neurology India.; 55
- Bergman Ronald. A., Afifi Adel K. (1999). *Neuroanatomía funcional*. Primera edición. McGraw-Hill Interamericana. Mexico.
- Boongird, A., & Duangtongphon, P. (2009). *Variation of the recurrent artery of Heubner in human cadavers*. Journal of the Medical Association of Thailand, 92(5), 643–647.
- Bozkurt G, Yaman Me, Çevik S, Kirbaş İ, Yağmurlu B. (2018). *Massive Primary Intraventricular Hemorrhage Due to Idiopathic Lateral Posterior Choroidal Artery Aneurysm: Case Illustration*. World Neurosurg, 112, 199–200.
- Brzegowy, P., Polak, J., Wnuk, J., Łasocha, B., Walocha, J., & Popiela, T. J. (2018). *Middle cerebral artery anatomical variations and aneurysms: A retrospective study based on*

- computed tomography angiography findings*. Folia Morphologica (Poland), 77(3), 434–440. <https://doi.org/10.5603/FM.a2017.0112>
- Bustamante, J. (1994). *Neuroanatomía funcional*. Segunda Edición. Editorial Celsus. Medellín.
- Grochowski, C.; Maciejewski, R. (2017). *Diversity among posterior thalamoperforating branches originated from P1 segment: systematic review*. Folia Morphol, 76 (3).
- Madrid Muñoz, C. Et.Al. (2014). *Estudio de las variantes del Polígono de Willis*.SERAM.
- Cavalcanti, D. D., Albuquerque, F. C., Silva, B. F., Spetzler, R. F., & Preul, M. C. (2010). *The anatomy of the callosomarginal artery: applications to microsurgery and endovascular surgery*. Neurosurgery, 66(3), 602–610. <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000365003.25338.62>
- Cilliers, K., & Page, B. J. (2017). *Anatomy of the middle cerebral artery: Cortical branches, branching pattern and anomalies*. Turkish Neurosurgery, 27(5), 671–681. <https://doi.org/10.5137/1019-5149.JTN.18127-16.1>
- De Silva, K. R. ., Silva, T. R. ., Gunasekera, W. S. ., & Jayesekera, R. (2009). *Variation in the origin of the posterior cerebral artery in adult Sri Lankans*. Neurology India, 57(1), 46. <https://doi.org/10.4103/0028-3886.48821>
- De Silva, K. R. D., Silva, R., Amaratunga, D., Gunasekera, W. S. L., & Jayesekera, R. W. (2011). *Types of the cerebral arterial circle (circle of Willis) in a Sri Lankan Population*. BMC Neurology, 11(1), 5. <https://doi.org/10.1186/1471-2377-11-5>
- Dimitriu Cr.P., Iliescu D.M., Bordei P., Bulbuc I. (2013). *Recurrent artery of Heubner - morphological variations*. ARS Medica Tomitana. 3(74): 141 – 146

- Tarulli, E.; Sneade, M.; Clarke, A.; Molyneux, A.J. And Fox, A.J. (2014). *Effects of Circle of Willis Anatomic Variations on Angiographic and clinical outcomes of coiled anterior communicating artery aneurysms*. AJNR Am J Neuroradiol, 35,1551–55
- El Falougy H Et.Al. (2013) *The Variable Origin of the Recurrent Artery of Heubner: An Anatomical and Morphometric Study*. BioMed Research International.
- El Falougy H, Selmeciova P, Kubikova E, Haviarová Z. (2013). *The variable origin of the recurrent artery of Heubner: An anatomical and morphometric study*. Biomed Res Int.;2013:10–2.
- Falougy, H. E., Weismann, P., Lukacikova, P., Mifkovic, A., Perzelova, A., Sivakova, I., & Kubikova, E. (2018). *The vascular patterns of the posterior part of the circulus arteriosus cerebri (Willisi)*. Bratislavske lekarske listy, 119(11), 679–683. https://doi.org/10.4149/BLL_2018_122
- Feekes, J. A., & Cassell, M. D. (2006). *The vascular supply of the functional compartments of the human striatum*. Brain, 129(8), 2189–2201. <https://doi.org/10.1093/brain/awl158>
- Fi, G. (2016). *Hipoplasia bilateral de carótidas internas: reporte de caso Bilateral hypoplasia of internal carotid arteries: a case report*. 15(2), 161–164.
- Fontana, H., Belziti, H., & Buratti, S. (2008). *La Circulación Cerebral En Condiciones Normales Y Patológicas V. El Aneurisma , Aspectos Dinámicos*. 22, 91–100.
- Fujii K, Lenkey C, Rhoton Al. (1980). *Microsurgical anatomy of the choroidal arteries: Lateral and third ventricles*. J Neurosurg, 52(2), 165–88.
- Gasca-González O, Delgado-Reyes L, Pérez-Cruz J. (2011). *Anatomía microquirúrgica del segmento extracerebral de la arteria recurrente de Heubner en población mexicana*. Cir Cir;79: 219-224

- Gibo H, Lenkey C, Rhoton A.L. (1981). *Microsurgical anatomy of the supraclinoid portion of the internal carotid artery*. J Neurosurg, 55, 560-574
- Gibo, H., Carver, C. C., Rhoton, A. L., Jr, Lenkey, C., & Mitchell, R. J. (1981). *Microsurgical anatomy of the middle cerebral artery*. Journal of neurosurgery, 54(2), 151–169. <https://doi.org/10.3171/jns.1981.54.2.0151>
- Gomes, F. B., Dujovny, M., Umansky, F., Berman, S. K., Diaz, F. G., Ausman, J. I., Mirchandani, H. G., & Ray, W. J. (1986). *Microanatomy of the anterior cerebral artery*. Surgical Neurology, 26(2), 129–141. [https://doi.org/10.1016/0090-3019\(86\)90365-4](https://doi.org/10.1016/0090-3019(86)90365-4)
- Gonzales, J. Medicina UPB Medellín. 1998; 17(2) 163-174.pdf
- Goyal, M., Menon, B. K., Krings, T., Patil, S., Qazi, E., Mctaggart, R. A., Almekhlafi, M. A., Jehan, R., Saver, J., & Jayaraman, M. V. (2016). *What constitutes the M1 segment of the middle cerebral artery?* Journal of NeuroInterventional Surgery, 8(12), 1273–1277. <https://doi.org/10.1136/neurintsurg-2015-012191>
- Grellier, P., Roche, J. L., & Duplay, J. (1978). *Etude radio-anatomique du segment basal de l'artère sylvienne [Radio-anatomical study of the main trunk of the middle cerebral artery (author's transl)]*. Neuro-Chirurgie, 24(4), 227–233.
- Gunnal, S. A., Farooqui, M. S., & Wabale, R. N. (2013). *Variations of anterior cerebral artery in human cadavers*. Neurology Asia, 18 (3), 249 – 259
- Gunnal, S. A., Farooqui, M. S., & Wabale, R. N. (2015). *Study of posterior cerebral artery in human cadaveric brain*. Anatomy Research International, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2015/681903>

- Gunnal, S. A., Farooqui, M. S., & Wabale, R. N. (2019). *Study of Middle Cerebral Artery in Human Cadaveric Brain*. *Annals of Indian Academy of Neurology*, 22(2), 187–194. <https://doi.org/10.4103/0972-2327.144289>
- Guyton, C., & Hall, J. (2016). *Guyton y hall tratado de fisiología médica John E. Hall*. Elsevier, 13a, 2924. <https://doi.org/10.1007/s12369-009-0019-1>
- Haegelen, C., Berton, E., Darnault, P., & Morandi, X. (2012). *A revised classification of the temporal branches of the posterior cerebral artery*. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 34(5), 385–391. <https://doi.org/10.1007/s00276-011-0921-8>
- Haroun, R. I., Rigamonti, D., & Tamargo, R. J. (2000). *Recurrent artery of Heubner: Otto Heubner's description of the artery and his influence on pediatrics in Germany*. *Journal of Neurosurgery*, 93(6), 1084–1088. <https://doi.org/10.3171/jns.2000.93.6.1084>
- Hernández J, Casares K, Rendón Re, Licea D, Castilo Ja. (2015). *Evaluación con angiorresonancia magnética nuclear las variantes anatómicas del círculo arterial cerebral*. *Revista Mexicana de Radiología*, 256–261. <https://doi.org/10.2478/arsm-2013-0025>
- Izci, Y., Seçkin, H., Medow, J., Turnquist, C., & Başkaya, M. K. (2009). *Sulcal and gyral anatomy of the orbitofrontal cortex in relation to the recurrent artery of Heubner: An anatomical study*. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 31(6), 439–445. <https://doi.org/10.1007/s00276-009-0465-3>
- Jiménez-Sosa, M. S., Cantu-Gonzalez, J. R., Morales-Avalos, R., De La Garza-Castro, O., Quiroga-Garza, A., Pinales-Razo, R., Elizondo-Riojas, G., Elizondo-Omaña, R. E., & Guzmán- López, S. (2017). *Anatomical Variants of Anterior Cerebral Arterial Circle: A Study by Multidetector Computerized 3D Tomographic Angiography*. *International*

- Journal of Morphology, 35(3), 1121–1128. <https://doi.org/10.4067/s0717-95022017000300049>
- Kahilogullari G. (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. J Neurosurg. 116:1024–1034
- Kalamatianos, T. Et.Al. (2019). *The Parieto-Occipital Artery Revisited: A Microsurgical Anatomic Study.* World neurosurgery.
- Kawashima, M., Rhoton, A. L., Tanriover, N., Ulm, A. J., Yasuda, A., & Fujii, K. (2009). *Microsurgical anatomy of cerebral revascularization. Part II: Posterior circulation.* Journal of Neurosurgery, 102(1), 132–147. <https://doi.org/10.3171/jns.2005.102.1.0132>
- KAYA AH ET AL. (2010) *The perforating branches of the P1 segment of the posterior cerebral artery.* Journal of clinical neuroscience, 17(1), 80-84
- Kedia, S., Daisy, S., Mukherjee, K. K., Salunke, P., Srinivasa, R., & Narain, M. S. (2013). *Microsurgical anatomy of the anterior cerebral artery in Indian cadavers.* Neurology India, 61(2), 117–121. <https://doi.org/10.4103/0028-3886.111113>
- Kim Ms, Lee. (2009). *The angiographic feature and clinical implication of accessory middle cerebral artery.* J Korean Neurosurg Soc 45(5):289-292,
- Klimek-Piotrowska, W., Kopec, M., Kochana, M., Krzyzewski, R. M., Tomaszewski, K. A., Brzegowy, P., & Walocha, J. (2013). *Configurations of the circle of Willis: A computed tomography angiography based study on a Polish population.* Folia Morphologica (Poland), 72(4), 293–299. <https://doi.org/10.5603/FM.2013.0049>

- Koyama T, Gibo H, Okudera H, Kobayashi S. (2000). *Computer generated microsurgical anatomy of the supraclinoid portion of the internal carotid artery*. J Clin Neurosci,7(1),52–6.
- Krishnamurthy, A., Nayak, S. R., Ganesh Kumar, C., Jetti, R., Prabhu, L. V., Ranade, A. V., & Rai, R. (2008). *Morphometry of posterior cerebral artery: Embryological and clinical significance*. Romanian Journal of Morphology and Embryology, 49(1), 43–45.
- Loukas, M., Louis, R. G., & Childs, R. S. (2006). *Anatomical examination of the recurrent artery of Heubner*. Clinical Anatomy, 19(1), 25–31. <https://doi.org/10.1002/ca.20229>
- Maga, P., Tomaszewski, K. A., Pasternak, A., Zawilinski, J., Tomaszewska, R., Gregorczyk-Maga, I., & Skrzat, J. (2013). *Extra- and intracerebral course of the recurrent artery of Heubner*. Folia Morphologica (Poland), 72(2), 94–99. <https://doi.org/10.5603/FM.2013.0016>
- Mandiola, E., Alarcón, E., Del Sol, M., Olave, E., Montero, C., Sanhueza, P., & Oñate, J. C. (2009). *Análisis Biométrico de las Arterias Comunicante Anterior y Cerebral Anterior en el Segmento Precomunicante del Círculo Arterial Cerebral*. International Journal of Morphology, 23(2), 171–176. <https://doi.org/10.4067/s0717-95022005000200012>
- Martinez, F. (2004). *Variaciones del sector anterior del polígono de Willis. Correlación anatomo-angiográfica y su implicancia en la cirugía de aneurismas intracraneanos*. Neurocirugía.;15:578-589
- Mavridis, I., & Anagnostopoulou, S. (2012). *Unusual branches of the proximal anterior cerebral artery*. Surgical and Radiologic Anatomy, 34(1), 99–100. <https://doi.org/10.1007/s00276-011-0913-8>

- Mavridis, I., Kalamatianos, T., Koutsarnakis, C., & Stranjalis, G. (2016). *The Microsurgical Anatomy of the Orbitofrontal Arteries*. *World neurosurgery*, 89, 309-19 .
- Mayrelis Pacheco Mayedo, D., Mayda Estrella Durán Matos, D., Olga Lidia Cuba Yordi, D., Luisa Serrano González, D., Yanil Rosales Almeida, D., & Loret De Mola Nicolau, J. (2017). *Patrón común y variantes anatómicas de la porción anterior del círculo arterial del cerebro*. *Arch Med Camagüey*, 21(6), 765–766. <http://scielo.sld.cu/pdf/amc/v21n6/amc090617.pdf>
- Miller, S. P., O’gorman, A. M., & Shevell, M. I. (2007). *Recurrent artery of Heubner infarction in infancy*. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 42(5), 344–346. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2000.tb00101.x>
- Moore, K.L.; Dalley, A.F. (2002). *Anatomía con orientación clínica*. Cuarta edición. Editorial médica Panamericana Madrid.
- Neau Jp, Bogousslavsky J. (1996). *The syndrome of posterior choroidal artery territory infarction*. *Ann Neurol*, 39(6), 779–88.
- Idowu, O. E.; Shokunbi, M. T.; Malomo, A. O.; Ogunbiyi, J. O. (2002) *Size, course, distribution and anomalies of the middle cerebral artery in adult Nigerians*. *East African Medical Journal*, 79(4), 217-220)
- Ogeng'o, J. A., Njongo, W., Hemed, E., Obimbo, M. M., & Gimongo, J. (2011). *Branching pattern of middle cerebral artery in an African population*. *Clinical anatomy* (New York, N.Y.), 24(6), 692–698. <https://doi.org/10.1002/ca.21147>
- Oshiro, E. M., Rini, D. A., & Tamargo, R. J. (1997). *Contralateral approaches to bilateral cerebral aneurysms: a microsurgical anatomical study*. *Journal of neurosurgery*, 87(2), 163–169. <https://doi.org/10.3171/jns.1997.87.2.0163>

- Pai Bs, Varma Rg, Kulkarni Rn, Nirmala S, Manjunath Lc, Rakshith S. (2007). *Microsurgical anatomy of the posterior circulation*, 55(1), 31–41.
- Pai, S. B., Varma, R. G., & Kulkarni, R. N. (2005). *Microsurgical anatomy of the middle cerebral artery*. *Neurology India*, 53(2), 186–190. <https://doi.org/10.4103/0028-3886.16406>
- Párraga, R. G., Ribas, G. C., Andrade, S. E. G. L., & De Oliveira, E. (2011). *Microsurgical anatomy of the posterior cerebral artery in three-dimensional images*. *World Neurosurgery*, 75(2), 233–257. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2010.10.053>
- Percheron, G. (1977). *Arteries of the thalamus in man. Choroidal arteries. I. Macroscopic study of individual variations. II. Systematization*, 130 (10), 533-545
- Perlmutter D, Rhoton Al Jr. (1976). *Microsurgical anatomy of the anterior cerebral-anterior communicating-recurrent artery complex*. *J Neurosurg*, 45(3),259-72. doi: 10.3171/jns.1976.45.3.0259. PMID: 948013.
- Quintero-Oliveros, S. T., Ballesteros-Acuña, L. E., Ayala-Pimentel, J. O., & Forero-Porras, P. L. (2014). *Características morfológicas de aneurimas cerebrales del polígono de Willis: estudio anatómico directo*. *Neurocirugía*, 20(2), 110–116. [https://doi.org/10.1016/s1130-1473\(09\)70177-0](https://doi.org/10.1016/s1130-1473(09)70177-0)
- Romero L, Rodríguez Y, Ramirez B, Oquendo Y, Elías M. (2012). Variaciones morfológicas del círculo arterial en fallecidos con enfermedades cerebrovasculares isquémicas. *Revista Información Científica*. 73 (1)
- Rosell W, Borjas C, Fano B. (2004) *La enseñanza de las Ciencias Morfológicas mediante la integración interdisciplinaria*. *Educ Med Super*. (18)

- Sanabria-Pinilla, K. D., Quijano-Blanco, Y., & Huayta-Alarcón, V. A. (2019). *Prevalencia de la Arteria Estriada Medial Distal en una Muestra de Poblaciones Colombiana y Peruana*. *International Journal of Morphology*, 37(3), 997–1002. <https://doi.org/10.4067/s0717-95022019000300997>
- Scremin, & Paxinos, G. (1995). *Cerebral Vascular System*. *The Rat Nervous System*, 2nde Edition, 3–35.
- Snell, R.S. (2002). *Anatomía clínica*. Sexta edición. Mc Graw -Hill Interamericana. México. Pág: 740 –741.
- Snell, R.S. (2003). *Neuroanatomía clínica*. Quinta edición. Panamericana. Buenos Aires.
- Stefani, M. A., Schneider, F. L., Marrone, A. C., Severino, A. G., Jackowski, A. P., & Wallace, M. C. (2000). *Anatomic variations of anterior cerebral artery cortical branches*. *Clinical anatomy (New York, N.Y.)*, 13(4), 231–236.
- Szatkowska, I., Szymańska, O., Bojarski, P., & Grabowska, A. (2007). *Cognitive inhibition in patients with medial orbitofrontal damage*. *Experimental brain research*, 181(1), 109–115. <https://doi.org/10.1007/s00221-007-0906-3>
- Takahashi, M., Uchino, A., & Suzuki, C. (2017). *Anastomosis between accessory middle cerebral artery and middle cerebral artery diagnosed by magnetic resonance angiography*. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 39(6), 685–687. <https://doi.org/10.1007/s00276-016-1763-1>
- Tanriover, N., Kawashima, M., Rhoton, A. L., Jr, Ulm, A. J., & Mericle, R. A. (2003). *Microsurgical anatomy of the early branches of the middle cerebral artery: morphometric analysis and classification with angiographic correlation*. *Journal of neurosurgery*, 98(6), 1277–1290. <https://doi.org/10.3171/jns.2003.98.6.1277>

- Tanriover, N., Rhoton, A. L., Jr, Kawashima, M., Ulm, A. J., & Yasuda, A. (2004). *Microsurgical anatomy of the insula and the sylvian fissure*. *Journal of neurosurgery*, 100(5), 891–922. <https://doi.org/10.3171/jns.2004.100.5.0891>
- Teitelbaum G, Kim Sh, Hopkins Ln, Rosenwasser Rh, Forget Tr, Marks MP. (2002). *Peripheral aneurysms of the lateral posterior choroidal artery: Clinical presentation and endovascular treatment: Report of two cases. Comment*. *Neurosurgery*, 50(2), 395–6.
- Toyoda, k. (2012). *Anterior Cerebral Artery and Heubner's Artery Territory Infarction*. 30, 120–122. <https://doi.org/10.1159/000333607>
- Türe, u., yaşargil, m. G., al-mefty, o., & yaşargil, d. C. (2000). *Arteries of the insula*. *Journal of neurosurgery*, 92(4), 676–687. <https://doi.org/10.3171/jns.2000.92.4.0676>
- Uchino, a., & suzuki, c. (2016). *Temporal branch of the posterior cerebral artery arising from the posterior communicating artery diagnosed by MR angiography*. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 38(1), 153–155. <https://doi.org/10.1007/s00276-015-1518-4>
- Uchino, a., saito, n., nagamine, y., & takao, m. (2016). *Duplicate origin of the anterior cerebral artery diagnosed by magnetic resonance angiography: a case report*. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 38(10), 1239–1241. <https://doi.org/10.1007/s00276-016-1688-8>
- Uchiyama N. (2017). *Anomalies of the Middle Cerebral Artery*. *Neurologia medico-chirurgica*, 57(6), 261–266. <https://doi.org/10.2176/nmc.ra.2017-0043>
- Ugur, H. C., Kahilogullari, G., Esmer, A. F., Comert, A., Odabasi, A. B., Tekdemir, I., Elhan, A., & Kanpolat, Y. (2006). *A neurosurgical view of anatomical variations of the distal anterior cerebral artery: an anatomical study*. *Journal of neurosurgery*, 104(2), 278–284. <https://doi.org/10.3171/jns.2006.104.2.278>

- Umansky, F., Dujovny, M., Ausman, J. I., Diaz, F. G., & Mirchandani, H. G. (1988). *Anomalies and variations of the middle cerebral artery: a microanatomical study*. *Neurosurgery*, 22(6 Pt 1), 1023–1027. <https://doi.org/10.1227/00006123-198806010-00008>
- Umansky, F., Gomes, F. B., Dujovny, M., Diaz, F. G., Ausman, J. I., Mirchandani, H. G., & Berman, S. K. (1985). *The perforating branches of the middle cerebral artery. A microanatomical study*. *Journal of neurosurgery*, 62(2), 261–268. <https://doi.org/10.3171/jns.1985.62.2.0261>
- Vinas Fc, Lopez F, Dujovny M. (1995). *Microsurgical anatomy of the posterior choroidal arteries*. *Neurol Res.*; 17(5):334-44.
- Vuillier, F., Medeiros, E., Moulin, T., Cattin, F., Bonneville, J. F., & Tatu, L. (2008). *Main anatomical features of the M1 segment of the middle cerebral artery: a 3D time-of-flight magnetic resonance angiography at 3 T study*. *Surgical and radiologic anatomy: SRA*, 30(6), 509–514. <https://doi.org/10.1007/s00276-008-0360-3>
- Weigele J, Chaloupka J, Lesley W, Mangla S, Hitchon P, Vangilder J, Adams H. (2002). *Peripheral Aneurysms of the Lateral Posterior Choroidal Artery: Clinical Presentation and Endovascular Treatment: Report of Two Cases*. *Neurosurgery*;50 (2)
- Yamurri, H. Et.Al. (2006) Anatomía microquirúrgica de la arteria cerebral posterior. *Rev Mex Neuroci*; 7(5): 364-374.
- Zeal, A. A., & Rhoton, A. L., Jr (1978). *Microsurgical anatomy of the posterior cerebral artery*. *Journal of neurosurgery*, 48(4), 534–559. <https://doi.org/10.3171/jns.1978.48.4.0534>
- Zunon-Kipré, Y., Peltier, J., Haïdara, A., Havet, E., Kakou, M., & Gars, D. Le. (2012). *Microsurgical anatomy of distal medial striate artery (recurrent artery of Heubner)*.

Surgical and Radiologic Anatomy, 34(1), 15–20. <https://doi.org/10.1007/s00276-011-0888-5>

Zurada, A., Gielecki, J., Tubbs, R. S., Loukas, M., Maksymowicz, W., Cohen-Gadol, A. A., Michalak, M., Chlebiej, M., & Zurada-Zielińska, A. (2011). *Three-dimensional morphometrical analysis of the M1 segment of the middle cerebral artery: Potential clinical and neurosurgical implications*. *Clinical Anatomy*, 24(1), 34–46. <https://doi.org/10.1002/ca.21051>

Apéndices

Apéndice A. Formato de registro

Fecha				Muestra			
Arteria cerebral anterior derecha e izquierda							
Origen	ACI	_____	Otro	_____			
Ausencia	SI	_____	NO	_____			
Morfología	Tronco único	_____	Duplicación	_____	Triplicación	_____	Otro _____
Simetría	No aplica	_____	SI	_____	NO	_____	
Diámetro	A1_____m	A2_____	A3_____mm	A4_____m			
	m	mm		m			
Longitud	A1_____m	A2_____	A3_____mm	A4_____			
	m	_mm	mm	mm			

Ramas	Estriada Medial	SI	_____	No	_____	Longitud	_____mm	Diámetro	_____mm	Orientación	L invertida	Sinuosa	Oblicua
		Origen	Segmento A1	_____	Unión SA1 y SA2	_____	Segmento A2	_____					
	Orbitofrontal	Si	_____	No	_____	Longitud	_____mm	Diámetro	_____mm				
		Origen	Segmento A1	_____	Unión SA1 y SA2	_____	Segmento A2	_____					
	Frontopolar	Si	_____	No	_____	Longitud	_____m	Diámetro	_____mm				
		Origen	Segmento A1	_____	Unión SA1 y SA2	_____	Segmento A2	_____					
	Callosomarginal	Si	_____	No	_____	Longitud	_____m	Diámetro	_____mm				
	Origen	Segmento A2	_____	Segmento A3	_____								

Ramas	Frontopolar	Si	_____	No	_____	Longitud	_____mm	Diámetro	_____mm	
		Origen	Segmento A1 _____	Unión SA1 y SA2 _____	Segmento A2 _____					
	Callosomarginal	Si	_____	No	_____	Longitud	_____mm	Diámetro	_____mm	
		Origen	Segmento A2 _____	Segmento A3 _____						
	Frontal medial anterior	Si	_____	No	_____	Longitud	_____mm	Diámetro	_____mm	
		Origen	Callosomarginal _____	Segmento A3 _____	Tronco único _____	Tronco común _____				
	Frontal Medial media	SI	_____	NO	_____	Longitud	_____mm	Diámetro	_____mm	
		Origen	Callosomarginal _____	Segmento A3 _____	Tronco único _____	Tronco Común _____				
	Frontal medial posterior	Si	_____	NO	_____	Longitud	_____mm	Diámetro	_____mm	
		Origen	Callosomarginal _____	Segmento A3 _____	Tronco único _____	Tronco Común _____				
Pericallosa	Si	_____	NO	_____	Longitud	_____mm	Diámetro	_____mm		
	Origen	Segmento A4 _____								

Clasificación de las ramas frontales internas					
Grupo I	SI	_____	NO	_____	Observaciones:
Grupo II	SI	_____	NO	_____	
Grupo III	SI	_____	NO	_____	
Grupo IV	SI	_____	NO	_____	
Grupo V	SI	_____	NO	_____	
Grupo VI	SI	_____	NO	_____	

Fecha		Muestra						
Arteria cerebral media derecha e izquierda								
Origen	Aci	_____	Otro	_____				
Ausencia	Si	_____	No	_____				
Morfología	Tronco único	_____	Duplicación	_____	Triplicación	_____	Tetrafurcación	_____
Simetría	No aplica	_____	Si	_____	No	_____		
Diámetro	___mm							
Longitud	___mm							
Arteria accesoria	Si	_____	NO	_____	Longitud	_____mm	Diámetro	_____mm
	Origen	ACA	_____	ACM	_____			

Fecha		Muestra							
Arteria Cerebral Posterior Derecha E Izquierda									
Origen	ACI	_____	AB	_____	ACoP	_____	Otro	_____	
Ausencia	SI	_____	NO	_____					
Morfología	Tronco único	_____	Duplicación	_____	Triplicación	_____			
Simetría	No aplica	_____	SI	_____	NO	_____			
Diámetro	P1___mm	P2___mm	P3___mm	P4___mm					
Longitud	P1___mm	P2___m	P3___mm	P4___mm					
Ramas	Talamoperforantes	Si	_____	NO	_____	Longitud	_____mm	Diámetro	_____mm
		Origen	P1	_____	P2	_____			
	Talamogeniculadas	Si	_____	NO	_____	Longitud	_____mm	Diámetro	_____mm
		Origen	P1	_____	P2	_____			
	Coroidea posterior medial	SI	_____	NO	_____	Longitud	_____mm	Diámetro	_____mm
		Origen	P1	_____	P2	_____	Unión ACoP y ACP		
	Coroidea posterior lateral	SI	_____	NO	_____	Longitud	_____mm	Diámetro	_____mm
		Origen	P1	_____	P2	_____	Unión ACoP y ACP		

Fecha		Muestra						
Arteria Cerebral Posterior Derecha E Izquierda								
Rama hipocampal	Si	_____	NO	_____	Longitud	_____mm	Diámetro	_____mm
	Origen	P3 _____	Tronco único	_____	Tronco Común	_____		
Temporal inferior anterior	Si	_____	NO	_____	Longitud	_____mm	Diámetro	_____mm
	Origen	P3 _____	Tronco único	_____	Tronco Común	_____	_____	
Temporal inferior media	Si	_____	NO	_____	Longitud	_____mm	Diámetro	_____mm
	Origen	P3 _____	Tronco único	_____	Tronco Común	_____	_____	
Temporal inferior posterior	Si	_____	NO	_____	Longitud	_____mm	Diámetro	_____mm
	Origen	P3 _____	Tronco único	_____	Tronco Común	_____		
Parietoccipital	Si	_____	No	_____	Longitud	_____mm	Diámetro	_____mm
	Origen	P4 _____	_____	Otro	_____			
Calcarina	Si	_____	No	_____	Longitud	_____mm	Diámetro	_____mm
	Origen	P4 _____	_____	Otro	_____			