



# Evaluación con angiorresonancia magnética nuclear de las variantes anatómicas del círculo arterial cerebral

## RESUMEN

A pesar de que se estima que 60% de la población tiene variantes en el círculo arterial cerebral la angiografía por resonancia magnética no es rutinaria en todo estudio de resonancia magnética de cráneo.

**Objetivo:** mostrar la utilidad de la angiorresonancia magnética nuclear en la detección de variantes del círculo arterial cerebral.

**Material y métodos:** se realizaron angiorresonancias magnéticas nucleares, secuencia 3D TOF (tiempo de vuelo 3D), a 650 pacientes con indicación de resonancia magnética de cráneo por diversas causas.

**Resultados:** pudieron ser evaluados los círculos arteriales cerebrales de 602 de 650 pacientes, con edades de 0 a 95 años; 253 (42%) tenían cuando menos una variante anatómica: 175 (69%) en el sistema posterior, 30 (12%) en el anterior, 29 (11%) en ambos y 19 (8%) variaciones de otros vasos.

**Conclusiones.** la angiorresonancia magnética nuclear complementaria en pacientes sometidos a resonancia magnética de cráneo permite detectar variantes infrecuentes del círculo arterial cerebral asociadas con riesgo de accidentes cerebrales vasculares. Sugerimos realizar angiorresonancia magnética nuclear a todo paciente sometidos a resonancia magnética de cráneo.

**Palabras clave:** círculo arterial cerebral, angiorresonancia magnética, variantes anatómicas.

## Evaluation with nuclear magnetic angioresonance of anatomical variants of the arterial circle of Willis

### ABSTRACT

Although an estimated 60% of the population has variants in the arterial circle of Willis, magnetic resonance angiography is not included routinely in magnetic resonance studies of the head.

**Objective:** show the usefulness of nuclear magnetic angioresonance in detecting variants of the arterial circle of Willis.

**Material and methods:** 3D TOF (three-dimensional time-of-flight) sequence nuclear magnetic angioresonances were taken in 650 patients with indication of magnetic resonance of the head for various reasons.

Hernández-Luna J<sup>1</sup>  
Casares-Cruz K<sup>2</sup>  
Rendón-Macías RE<sup>3</sup>  
Licea-Medina D<sup>4</sup>  
Castillo-Lima JA<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Médico residente en Radiología e Imagen del Sanatorio Durango, Facultad Mexicana de Medicina, Universidad La Salle.

<sup>2</sup> Médico Neurorradiólogo, adscrito al Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, México.

<sup>3</sup> Médico Pediatra, Maestro en Medicina. Facultad Mexicana de Medicina, unidad de Postgrado, Universidad La Salle.

<sup>4</sup> Médico Radiólogo, Profesor Titular del curso de radiología e imagen de la Universidad La Salle en el Hospital Sanatorio Durango.

<sup>5</sup> Médico Radiólogo, Gerente del servicio de radiología e imagen en el Hospital Sanatorio Durango. Nuevo Sanatorio Durango, Durango 290 planta Baja, Colonia Roma Norte, 09800, México Distrito Federal. Teléfono 5148 4646, extensiones 4680, 4683.

Recibido: 23 de julio 2015

Aceptado: 27 de julio 2015

**Correspondencia:** Jacqueline Hernández Luna  
radiologa.jacqueline.hernandez@gmail.com

### Este artículo debe citarse como

Hernández-Luna J, Casares-Cruz K, Rendón-Macías RE, Licea-Medina D, Castillo-Lima JA. Evaluación con angiorresonancia magnética nuclear de las variantes anatómicas del círculo arterial cerebral. Anales de Radiología México 2015;14:256-261.



**Results:** arterial circles of Willis could be evaluated in 602 of 650 patients, between 0 and 95 years of age; 253 (42%) had at least one anatomical variant: 175 (69%) in the posterior system, 30 (12%) in the anterior, and 29 (11%) in both and 19 (8%) had variants in other blood vessels.

**Conclusions:** complementary nuclear magnetic angioresonance in patients undergoing magnetic resonance of the head helps to detect uncommon variants of the arterial circle of Willis associated with risk of stroke. We suggest performing nuclear magnetic angioresonance on all patients undergoing magnetic resonance of the head.

**Key words:** arterial circle of Willis, magnetic angioresonance, anatomical variants.

## INTRODUCCIÓN

El círculo arterial cerebral representa un esquema de suplencia vascular que interconecta los sistemas vasculares entre un hemisferio y otro, además de la correspondencia entre la circulación anterior y posterior dada por el sistema carotídeo y el sistema vertebrobasilar.<sup>1</sup> Un círculo arterial cerebral clásico presupone un sistema de suplencia por colaterales que conectan las arterias principales para abastecer al cerebro y al tallo encefálico. El círculo arterial cerebral actúa como una conexión entre los sistemas carotídeos y vertebrobasilar mientras que otras colaterales conectan los vasos extracraneales con los intracraneales.<sup>1</sup>

El círculo arterial cerebral presenta variaciones en su anatomía habitual en 30 a 60% de la población general.<sup>2,3</sup> En diferentes estudios se ha señalado que el sector anterior es el más variable, sitio donde se encuentran hasta 80% de los aneurismas intracraneales reportados en la literatura.<sup>3</sup> Entre las variantes más frecuentes se incluyen: fenestraciones, duplicaciones, ausencia, bifurcación, hipoplasia, dominancia de alguno de los componentes, persistencia de anastomosis carotideobasilares, persistencia de

la circulación fetal y otras anomalías vasculares de la base del cráneo.<sup>4</sup>

En la literatura universal se cuenta con muchos investigadores que han realizado estudios morfológicos del círculo arterial cerebral.<sup>1-7</sup> En diversas partes del mundo se han realizado múltiples estudios con métodos de abordaje distintos para la evaluación del círculo arterial cerebral en los que se reporta la frecuencia de variaciones y su correlación con la presentación de aneurismas durante procedimientos quirúrgicos y en el panorama del accidente cerebrovascular. Los reportes varían, de acuerdo con la población, entre el sistema anterior y el sistema posterior tal como se muestra en el Cuadro 1.

Es en este contexto que tomamos como objetivo conocer la frecuencia de presentación de las conformaciones del círculo arterial cerebral en nuestro medio, establecida mediante la conformación clásica del mismo (Figura 1). Las variantes del círculo arterial cerebral tienen implicaciones quirúrgicas y clínicas conocidas; por ejemplo, una arteria hipoplásica o la falta de una anastomosis pueden comprometer la irrigación del parénquima cerebral en caso de obstrucción de un tronco o arriesgar un aumento del área

**Cuadro 1.** Estudios morfológicos de las variantes del círculo arterial cerebra

Estudio	País/año	Pacientes	Variantes (%)	Método de estudio
Armario Bel <sup>6</sup>	Barcelona 2012	76	SA (28) SP (67)	Angiorresonancia
Silva Neto <sup>5</sup>	Brasil 2012	512	SP-aneurismas en hombres SA-aneurismas en mujeres	Angiografía
De silva <sup>2</sup>	Sri Lanka 2011	225	SA (14) SP (34) AS (23)	Anatomopatológico
Simón J <sup>4</sup>	Australia 2009	300	NA	Angiotomografía
Martínez F <sup>3</sup>	Uruguay 2004	96	SA (15.6)	Anatomopatológico
Boleaga B <sup>7</sup>	México 2004	412	SA (9.6) SP (64.8)	Angiorresonancia
Rivas D <sup>1</sup>	Perú 2000	307	SA (12) SP (53)	Anatomopatológico

SA: sistema Anterior; SP: sistema posterior; AS: ambos sistemas.



**Figura 1.** Conformación clásica del círculo arterial cerebral.

de isquemia en caso de vasoespasmio.<sup>3</sup> Algunas anomalías se asocian con un incremento en la incidencia de aneurismas o de alteraciones del desarrollo del encéfalo como holoprosencefalia y agenesia del cuerpo calloso.<sup>3,6,8</sup>

En el caso de tratamientos quirúrgicos las variantes anatómicas pueden condicionar clipado, compresión, formación de coágulos de manera

accidental y provocar áreas de isquemia o infarto con secuelas muy graves.<sup>3,9</sup> Así como estas asociaciones conocidas existen muchas otras aún en vías de identificación. En este estudio pretendemos establecer la frecuencia y las características de las variaciones anatómicas del círculo arterial cerebral observadas en población mexicana. Para este propósito se utiliza la clasificación modificada de Hartkamp y sus colaboradores. Se estima que la incidencia en la población del Sanatorio Durango se acerca al de la población general. En México no se cuenta con informes recientes de la incidencia de variaciones anatómicas del círculo arterial cerebral; el último estudio realizado fue del doctor Bernardo Boleaga Durán, por angiorresonancia, en el 2004.<sup>7</sup> Este estudio está orientado a definir las variantes mediante análisis de los sistemas anterior y posterior, así como la combinación de ambos sistemas, mediante angiografía por resonancia magnética de cráneo, para determinar su frecuencia y sus características en la población del Sanatorio Durango.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio transversal y observacional donde se analizaron 650 pacientes, en el periodo com-

prendido de julio del 2012 a julio del 2014, a quienes se les realizó estudio de resonancia magnética de cráneo con un equipo de 1.5 teslas obteniendo imágenes de angiorresonancia mediante la secuencia tiempo de vuelo 3D, con reconstrucciones axiales, sagitales y coronales y procesamiento posterior en proyecciones de máxima intensidad y renderizado (3D). Se excluyeron 48 pacientes que cursaban con datos de vasoespasmo. Quedaron 602 pacientes de los cuales 251 fueron del sexo masculino y 354 del sexo femenino, rango de edad de 0 a 95 años (promedio 45).

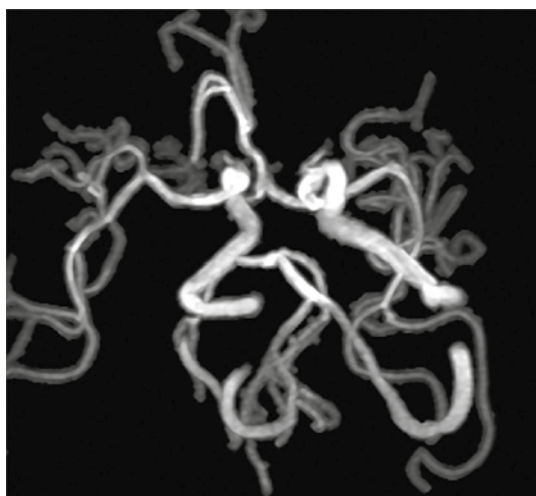
## RESULTADOS

Los estudios de angiorresonancia mostraron una conformación clásica del círculo arterial cerebral en 349 pacientes (58%) y variantes en 253 (42%); 30 de éstas fueron del sistema anterior (12%) y 175 del sistema posterior (69%). 29 pacientes presentaron combinación de variantes en ambos sistemas (11.47%) y 19 pacientes otras variaciones vasculares (8%). Por orden de frecuencia (de manera individual) la presentación de las variantes fue la siguiente:

- Ausencia de ambas arterias comunicantes posteriores en 61 pacientes (24.11%). Figura 2.
- Ausencia de arteria comunicante posterior izquierda en 38 pacientes (15.01%). Figura 3.
- Ausencia de arteria comunicante posterior derecha en 30 pacientes (11.86%). Figura 4.
- Origen fetal de arteria comunicante posterior derecha en 29 pacientes (11.46%).
- Hipoplasia de arteria comunicante anterior izquierda (A1) en 20 pacientes (7.91%).
- Origen fetal de arteria comunicante posterior izquierda en 17 pacientes (6.72%). Figura 5.

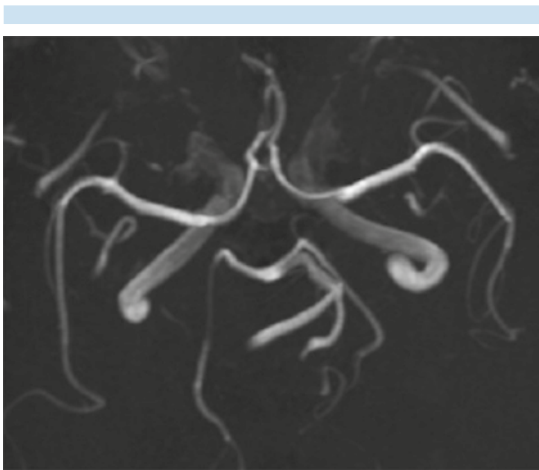


**Figura 2.** Ausencia de ambas arterias comunicantes posteriores.

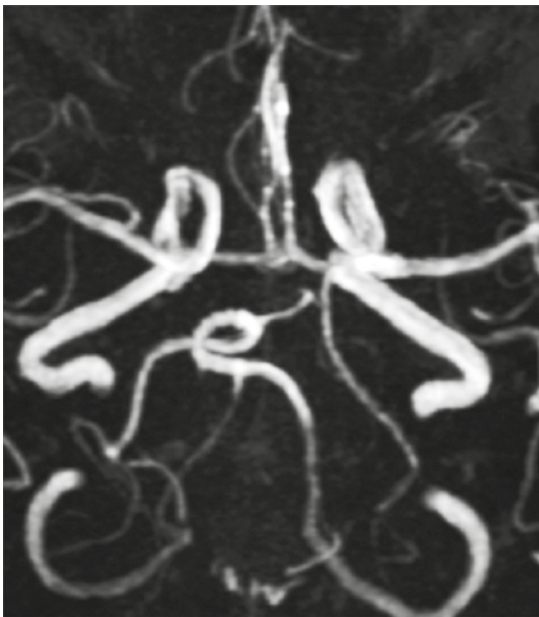


**Figura 3.** Ausencia de arteria comunicante posterior izquierda.

- Hipoplasia de arteria comunicante anterior derecha (A1) en 10 pacientes (3.95%).
- Variantes en ambos sistemas, anterior y posterior en conjunto, 29 pacientes (11.47%). Figura 6.

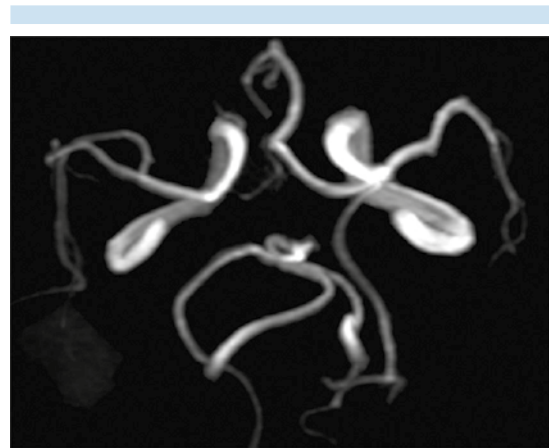


**Figura 4.** Ausencia de arteria comunicante posterior derecha.



**Figura 5.** Origen fetal de arteria cerebral posterior izquierda.

- Arteria trigeminal primitiva persistente en 2 casos (0.79%). Figura 7.
- Otras variantes 17 pacientes (6.72%).



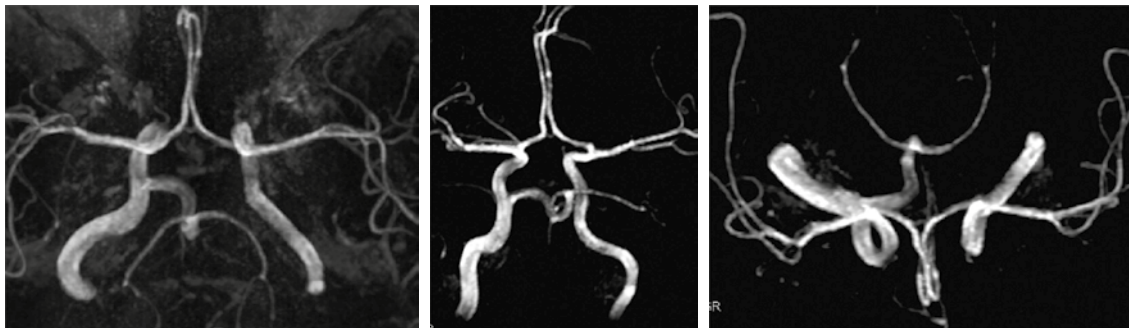
**Figura 6.** Variantes del sistema anterior y posterior en conjunto: segmento A1 derecho hipoplásico y el contralateral dando dos segmentos A2; ausencia de ambas arterias comunicantes posteriores.

## DISCUSIÓN

La evaluación del círculo arterial cerebral es un aspecto fundamental en el marco de muchas enfermedades, por lo que su conocimiento es de suma importancia. Las variantes anatómicas del círculo arterial cerebral (antes llamado polígono de Willis) encontradas en este estudio (42%) demostraron estar dentro del porcentaje descrito en la literatura especializada (30-60%)<sup>2,3</sup> pero con un menor porcentaje en comparación con lo descrito por Baptista,<sup>10</sup> quien encontró 80% de polígonos “no clásicos” en la población brasileña, mientras que Garrote halló en un estudio realizado en Argentina 67%;<sup>11</sup> en Italia, Macchi<sup>12</sup> reportó 59% de tales polígonos y Urbina<sup>13</sup> encontró, en Perú, 61.09% de polígonos no clásicos.

En cuanto a porcentajes de variaciones en la circulación anterior y posterior nuestros hallazgos fueron similares a los reportados<sup>1,2,6,7</sup> pero con mayor número de variantes de la circulación posterior (69%); la ausencia de las arterias comunicantes posteriores correspondió a 50.98%,





**Figura 7.** Arteria trigeminal primitiva persistente derecha.

lo cual fue corroborado con las imágenes de origen y con las reconstrucciones en proyección de máxima intensidad y 3D.

Esta es una de las series más grandes en las que se ha estudiado la anatomía vascular, lo cual le confiere importancia a nuestros resultados. Esto es importante en especial para los pacientes con enfermedad vascular cerebral, aneurismas o malformaciones vasculares ya que tener alguna de estas variaciones puede condicionar un pronóstico favorable o desfavorable para la reperusión cerebral; de ahí la importancia de manifestarlo en los reportes radiológicos.

## REFERENCIAS

1. Rivas D, Huertas MA, Rodríguez H. Variantes anatómicas del Polígono de Willis, Estudio de 307 casos. Instituto de Ciencias Neurológicas del Perú. *Rev Perú Neurología* 2000;6:46-49.
2. De Silva KR, Silva R, Amaratunga D, et al. Types of the cerebral arterial circle (circle of Willis) in Sri Lanka Population. *BMC Neurology* 2011;11:5.
3. F. Martínez. Variaciones del sector anterior del polígono de Willis. Correlación anatómo-angiográfica y su implicancia en la cirugía de aneurismas intra craneanos. *Neurocirugía Uruguay* 2004;15:578-589.
4. Simon J. Dimmick y col. Normal Variants of the Cerebral Circulation at Multidetector CT Angiography. *RSNA Radiographics* 2009;29:1027-1043.
5. Silva Neto AR, Brandão Câmara R, Moraes Valença M. Carotid siphon geometry and variants of the circle of Willis in the origin of carotid aneurysms. *Arq. Neuropsiquiatr* 2012;70(12):917-921.
6. Armario Bel y Col. Relación entre la anatomía del polígono de Willis y asimetrías inter hemisféricas del flujo sanguíneo cerebral. *Neurorradiología SERAM* 2012/S-0520.
7. Boleaga Duran B, Ameller Terrazas S, Criales Cortez JL. Variantes anatómicas del círculo arterial de la base craneal. *Anales de Radiología México* 2004;4:2339-244.
8. Horikoshi T, Akiyama I, Yamagata Z, Sugita M, Nukui H: Magnetic resonance angiographic evidence of sex-linked variations in the circle of wills and the occurrence of cerebral aneurysms. *J Neurosurg* 2002;96(4):697-703.
9. Aydin, I., Takci, E., Kadioglu, H., Tuzun, Y., Kayaoglu, C.: Vascular Variations associated with aneurysms of the anterior communicating artery, and intraoperative study. *Neurosurgery* 1997;40:17-21.
10. Baptista A. Studies on the arteries of the brain. *Act Neurol Scand* 1964;40:398-413.
11. Garrote LO, Pezzetti A. Polígono de Willis: Sus variaciones. *Anales del XII Congreso Latinoamericano de Neurología*. Lima-Perú.
12. Macchi C. Magnetic resonance angiographic evaluation of circulus arteriosus cerebri (circle of Willis), amorphologic study on 100 human healthy subjects. *Ital J Anat Embrol* 1996;101(2):115-23.
13. Urbina N, Trujillo L. Tipos de conformación del polígono de Willis. *Rev Per Neurol* 1998;4:12-5.