

## ARTÍCULO ORIGINAL

## MALFORMACIONES VASCULARES CEREBRALES Y ANEURISMAS IDENTIFICADOS MEDIANTE ANGIOGRAFÍA POR TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA EN PACIENTES DE UN HOSPITAL PEDIÁTRICO DE PERÚ, 2012-2017

Mimia Macuri-Valle<sup>1,a</sup>

FILIACIÓN:

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Salud del Niño. Lima, Perú<sup>a</sup> Tecnóloga médica, especialista en tomografía computarizada.

ORCID

Mimia Macuri-Valle 

## RESUMEN:

**Objetivo:** Describir las características imagenológicas de las malformaciones vasculares cerebrales y aneurismas mediante angiografía por tomografía cerebral (ATC) en pacientes atendidos en un hospital pediátrico de Perú, entre 2012 y 2017. **Materiales y métodos:** Estudio observacional, descriptivo y retrospectivo en pacientes menores de 18 años. Se revisaron historias clínicas que contaran con informe de ATC, para lo cual se recopilaban datos de variables sociodemográficas y de características imagenológicas. Para el análisis descriptivo se utilizó el software Stata v.15, las variables categóricas se presentaron en frecuencias y porcentajes para las variables numéricas medidas de tendencia central y dispersión. **Resultados:** De los 111 pacientes, 55,0 % eran mujeres con una mediana de edad de 10 años (RIC: 6-13). Se encontró que 87 eran casos de malformaciones arteriovenosas (MAV), 17 de aneurisma sacular y 7 de otros tipos. Las MAVc se localizaron con más frecuencia en región parietal (39,1 %) y frontal (25,3 %). Los aneurismas se localizaron predominantemente en la arteria comunicante anterior (29,4%), seguida de la arteria cerebral media y la arteria comunicante posterior (17,6% cada una). **Conclusión:** Las MVC simples fueron las más comunes, afectando a aproximadamente 1 de cada 10 pacientes, principalmente en niñas de entre 6 y 12 años. Las malformaciones arteriovenosas representaron la mayoría de las MVC diagnosticadas, localizándose principalmente en las regiones parietal y frontal. Todos los aneurismas intracerebrales fueron saculares y se encontraron mayormente en la arteria comunicante anterior. La intervención temprana y el uso de técnicas diagnósticas avanzadas son cruciales para mejorar los resultados clínicos y reducir la morbimortalidad.

**Palabras clave:** Malformación Vascular Cerebral, Malformación Arteriovenosa Cerebral, Hemorragia Intracranial, Niño (Fuente: DeCS BIREME).

## CEREBRAL VASCULAR MALFORMATIONS AND ANEURYSMS FOUND VIA COMPUTED TOMOGRAPHY ANGIOGRAPHY IN PATIENTS OF A PEDIATRIC HOSPITAL IN PERU, 2012-2017

## ABSTRACT

**Objective:** To describe the imaging characteristics of cerebral vascular malformations and aneurysms using computed tomography angiography (CTA) in patients treated at a pediatric hospital in Peru from 2012 to 2017. **Materials and Methods:** An observational, descriptive, and retrospective study was conducted in patients under 18 years of age. Clinical histories with CTA reports were reviewed, for which sociodemographic variables and imaging characteristics were collected. Descriptive analysis was performed using Stata v.15 software, categorical variables were presented in measured frequencies and percentages for numerical variables of central tendency and dispersion. **Results:** Out of 111 patients, 55.0% were female with a median age of 10 years (IQR: 6-13). There were 87 cases of arteriovenous malformations (AVMs), 17 cases of saccular aneurysms, and 7 other cases. AVMs were most frequently located in the parietal (39.1%) and frontal (25.3%) regions. Aneurysms were located in the anterior communicating artery (29.4%) followed by the middle cerebral artery and the posterior communicating artery (17.6% each). **Conclusion:** Simple vascular malformations were the most common, affecting approximately 1 out of 10 patients, mainly girls between 6 to 12 years old. Arteriovenous malformations represented the majority of diagnosed vascular malformations, primarily located in the parietal and frontal regions. All intracerebral aneurysms were saccular and mostly found in the anterior communicating artery. Early intervention and the use of advanced diagnostic techniques are crucial for improving clinical outcomes and reducing morbidity and mortality.

**Keywords:** Brain Vascular Malformation, Cerebral Arterio-Venous Malformation, Intracranial Haemorrhage, Child (Source: NLM MeSH).

## Citar como:

Macuri-Valle M. Malformaciones vasculares cerebrales y aneurismas identificados mediante angiografía por tomografía computarizada en pacientes de un hospital pediátrico de Perú, 2012-2017. Rev Pediatr Espec. 2024;3(2):54-59. doi: [10.58597/rpe.v3i2.69](https://doi.org/10.58597/rpe.v3i2.69)

## Correspondencia:

Mimia Macuri Valle  
Correo: [mmacuri@insn.gob.pe](mailto:mmacuri@insn.gob.pe)  
Dirección: Av. Brasil N° 600, Breña, Lima

Recibido: 01/06/2024

Aprobado: 25/06/2024

Publicado: 28/06/2024



Esta es una publicación con licencia de Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

## INTRODUCCIÓN

Las malformaciones vasculares cerebrales (MVC) representan una condición neurológica significativa debido a su potencial para causar hemorragias intracraneales y déficits neurológicos graves.<sup>1</sup> Estas malformaciones son un grupo heterogéneo de anomalías arteriales, capilares o venosas, que se caracterizan por ser lesiones de flujo rápido o lento, con o sin derivación arteriovenosa (AV), pueden ocurrir esporádicamente o asociadas a síndromes, como la telangiectasia hemorrágica hereditaria, malformación cavernosa cerebral, malformación capilar y arteriovenosa cerebral.<sup>2,3</sup>

En la población infantil, las malformaciones arteriovenosas cerebrales (MAVc) son una de las anomalías vasculares intracraneales sintomáticas relativamente más comunes del sistema nervioso. Se estima que la incidencia anual de MAVc sintomáticas es de aproximadamente 1,1 por 100 000 niños.<sup>4</sup> Asimismo, las MAVc son una causa común de hemorragia intracraneal en niños y representan entre el 30 % y el 50 % de los accidentes cerebrovasculares hemorrágicos pediátricos.<sup>5-7</sup> La telangiectasia hemorrágica hereditaria, enfermedad autosómica dominante, es la causa genética más frecuente de MAVc y conlleva un riesgo de por vida entre 10 % y 25 % de desarrollar una MAVc.<sup>8</sup> Los aneurismas cerebrales suelen volverse sintomáticos desde el nacimiento hasta los 6 años y desde los 8 años hasta la adolescencia. La hemorragia subaracnoidea (HSA) sigue siendo la manifestación inicial más común de aneurismas cerebrales tanto en adultos como en niños. Las tasas de HSA en niños pueden oscilar entre el 1,9 % y el 4,6 %.<sup>9</sup>

La angiografía por tomografía computarizada (ATC) cerebral se utiliza para el diagnóstico y seguimiento del tratamiento de estas patologías. Esta técnica es mínimamente invasiva, de menor costo, rápida, de fácil acceso y es un apoyo diagnóstico esencial para las MAVc.<sup>10</sup> La ATC ha demostrado ser una herramienta diagnóstica altamente útil, algunos estudios han reportado una sensibilidad de 92 % a 98 % para aneurismas que superen los 2 mm.<sup>11-13</sup> Además, técnicas avanzadas como la angiografía digital por sustracción, la tomografía de multidetector y la resonancia magnética con reconstrucción 3D han mejorado significativamente el diagnóstico y las estrategias de tratamiento de las MVC.<sup>10, 14</sup> Sin embargo, el uso de la ATC debe estar bien justificado en la población pediátrica, debido a que utiliza radiaciones ionizantes.

La discapacidad resultante de las complicaciones de las MVC y de los aneurismas cerebrales puede afectar la calidad de vida

y el desarrollo neurológico de los niños. Estas complicaciones pueden incluir déficits motores, cognitivos y del habla, lo que impone una carga considerable tanto para los pacientes como para sus familias. Es fundamental abordar esta afección de manera rápida y adecuada para minimizar el daño cerebral y mejorar el pronóstico.<sup>8, 9</sup> En Perú, son escasos los estudios en población pediátrica.

En un estudio realizado en el Instituto Nacional de Salud del Niño San Borja, se analizaron 41 casos de MAVc entre 2015 y 2017, y se encontró que la mayoría (65,9 %) eran niñas y el 56,1 % tenía entre 6 y 12 años. Las MAVc se localizaron principalmente en el lóbulo frontal (36,6 %) y en el hemisferio izquierdo (51,2 %). La embolización fue el tratamiento principal (39 %) y la mortalidad fue baja (2,4 %). Sin embargo, aún se necesitan más estudios que brinden información acerca de detalles radiológicos de la localización y clasificación de las MAVc mediante la angiografía.<sup>15</sup> Este estudio proporciona información imagenológica para contribuir al conocimiento en la práctica clínica y la investigación futura. El objetivo del estudio fue describir las características imagenológicas de las malformaciones vasculares cerebrales y aneurismas mediante ATC en pacientes atendidos en un hospital pediátrico de Perú, durante el periodo comprendido entre 2012 y 2017.

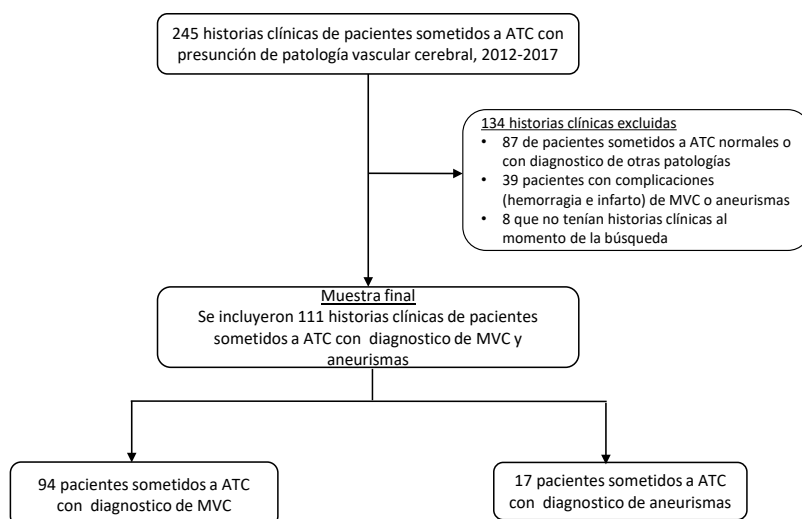
## MATERIALES Y MÉTODOS

### Diseño de estudio

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y retrospectivo.

### Población y muestra

La población de estudio consistió en 245 historias clínicas de pacientes menores de 18 años con presunción diagnóstica de patología vascular cerebral que fueron atendidos en el Instituto Nacional de Salud del Niño, durante el periodo de enero 2012 a diciembre 2017. Entre los criterios de selección se incluyeron pacientes con diagnóstico de malformaciones vasculares cerebrales (MVC) o aneurisma intracraneal corroborado por estudios de imágenes de ATC sin complicaciones. Se excluyeron 134 historias clínicas, de las cuales 87 eran de pacientes que tuvieron resultados de informes tomográficos normales u otras patologías, 39 de pacientes que presentaron complicaciones (hemorragia e infarto) de MVC o aneurisma y 8 pacientes cuyas historias clínicas no se encontraron. La muestra estuvo conformada por 111 pacientes, de los cuales 94 tuvieron diagnóstico de MVC y 17 de aneurismas (v. Figura 1).



**Figura 1.** Flujograma de selección de historias clínicas de pacientes con malformaciones vasculares cerebrales y aneurismas sometidos a angiografía cerebral en un hospital pediátrico de Perú, 2012-2017

## Variables

Se recopilaron variables generales: edad (en años), sexo (femenino, masculino) y año de la fecha diagnóstica. Asimismo, se tuvo en cuenta variables de características imagenológicas de MVC, como tipos (malformación arteriovenosa, malformaciones venosas, angioma cavernoso, etc.), localización del daño (frontal, parietal, temporal y occipital), tipo (simples, combinadas, de grandes vasos, entre otras anomalías). Para el caso de aneurismas, se consideraron tipos (sacular, fusiforme y disecante) y localización de compromiso de las arterias cerebrales.

## Procedimientos

Una vez obtenida la aprobación del comité de ética, se solicitó acceso al área de archivos del INSN Breña, la lista de pacientes con diagnóstico de malformaciones vasculares cerebrales que fueron atendidos en los servicios de Emergencia, Neurocirugía y Neuropediatría durante el periodo comprendido entre enero 2012 y diciembre 2017. Posteriormente, se revisó de forma manual las historias clínicas que contaran con informes de ATC realizados por médicos especialistas en neurocirugía y radiología del Área de Tomografía del Departamento de Diagnóstico por Imágenes. Para lo cual, se utilizó una ficha de recolección de datos que fue validada por juicio de expertos por tres profesionales especialistas y se obtuvo la aprobación favorable. Posteriormente, se recolectó la información para su análisis. Los exámenes de ATC en el INSN se realizaron mediante un tomógrafo computarizado multidetector, AQUILION-CX de 64 detectores marca Toshiba.

## Análisis de datos

Los datos obtenidos en la ficha de recolección de datos fueron trasladados al programa Microsoft Excel 2016. Se realizó un análisis descriptivo de las variables categóricas, y se presentaron en frecuencias y porcentajes para las variables numéricas medidas de tendencia central y dispersión. Se utilizó el software estadístico Stata v.15.

## Aspectos éticos

El estudio fue revisado y aprobado por el Comité Institucional de Ética de Investigación del INSN (OFICIO N°0145-2020-CIEI-INSN). Se mantuvo la confidencialidad de toda la información de los pacientes, el uso de los datos fue para fines exclusivos del estudio.

## RESULTADOS

De las 111 historias clínicas de pacientes sometidos a ATC, 61 (55,0 %) fueron mujeres y la edad tuvo una mediana de 10 años con un rango intercuartílico de 6 a 13 años. En 2012, se reportaron 6 casos, mientras que en 2013 hubo un notable incremento a 28 casos. Se encontró que 17 (15,3 %) fueron casos de aneurismas intracerebrales y 94 (84,7 %) de MVC, la mayoría tenían edades entre 6 a 12 años y 13 a 17 años, respectivamente (v. Tabla 1).

De los 94 pacientes con MVC, 87 fueron de MAVc y 7 de otros tipos. Con respecto a la clasificación de las MVC, la mayoría 95,7 % eran de tipo simples y 4,3 % combinadas. Las MVC combinadas se subdividieron de la siguiente manera: dos malformaciones capilares arteriovenosas, una linfático-venosa y una venocapilar. Las malformaciones arteriovenosas sometidas a ATC se localizaron principalmente en la región parietal (39,1 %), en la frontal (25,3 %) y en la temporal (18,4 %) (v. Tabla 2).

**Tabla 1.** Características generales de pacientes con malformaciones vasculares cerebrales y aneurismas sometidos a angiotomografía computarizada con y sin complicaciones de un hospital pediátrico de Perú, 2012-2017 ( $n = 111$ )

| Variables           | Total | Aneurismas cerebrales<br>n (%) | Malformaciones vasculares cerebrales<br>n (%) |
|---------------------|-------|--------------------------------|---|
| Número de pacientes | 111   | 17 (15,3)                      | 94 (84,7)                                     |
| Sexo                |       |                                |   |
| Mujer               | 61    | 10 (16,4)                      | 51 (83,6)                                     |
| Hombre              | 50    | 7 (14,0)                       | 43 (86,0)                                     |
| Edad (años)         |       |                                |   |
| <=1                 | 18    | 2 (11,1)                       | 16 (88,9)                                     |
| 2 a 5               | 18    | 2 (11,1)                       | 16 (88,9)                                     |
| 6 a 12              | 44    | 10 (22,7)                      | 34 (77,3)                                     |
| 13 a 17             | 31    | 3 (9,7)                        | 28 (90,3)                                     |
| Año de diagnóstico  |       |                                |   |
| 2012                | 6     | 1 (16,7)                       | 5 (83,3)                                      |
| 2013                | 28    | 3 (10,7)                       | 25 (89,3)                                     |
| 2014                | 9     | 1 (11,1)                       | 8 (88,9)                                      |
| 2015                | 25    | 4 (16,0)                       | 21 (84,0)                                     |
| 2016                | 23    | 3 (13,0)                       | 20 (87,0)                                     |
| 2017                | 20    | 5 (25,0)                       | 15 (75,0)                                     |

**Tabla 2.** Características imagenológicas de pacientes con malformaciones vasculares cerebrales sometidos angiotomografía computarizada de un hospital pediátrico de Perú, 2012-2017 ( $n = 94$ )

| Variables  | n  | %    |
|--|----|------|
| Clasificación de MVC*                                      |    |      |
| Simples  | 90 | 95,3 |
| Combinadas   | 4  | 4,7  |
| Tipos de MVC   |    |      |
| Malformación arteriovenosa                                 | 87 | 92,6 |
| Angioma cavernoso  | 5  | 5,3  |
| Malformaciones venosas                                     | 2  | 2,1  |
| Telangiectasia capilar                                     | 0  | 0    |
| Localización de malformaciones arteriovenosas ( $n = 87$ ) |    |      |
| Lóbulo parietal  | 34 | 39,1 |
| Lóbulo frontal   | 22 | 25,3 |
| Lóbulo temporal  | 16 | 18,4 |
| Lóbulo occipital   | 11 | 12,6 |
| Tallo cerebral   | 4  | 4,6  |

\*Malformaciones vasculares cerebrales (MVC)

En la tabla 3, se observa que la mayoría de los pacientes con aneurismas intracerebrales fueron de tipo sacular. Los aneurismas se encontraron predominantemente en la arteria comunicante anterior (29,4 %), seguida de la arteria cerebral media y la arteria comunicante posterior (17,6 % cada una) y en menor medida en la arteria callosa marginal, oftálmica y periventricular (11,8 % cada una).

**Tabla 3.** Tipo y localización de las lesiones de las aneurismas identificados mediante angiotomografía computarizada de pacientes atendidos en un hospital pediátrico de Perú, 2012-2017 ( $n = 17$ )

| Localización de lesiones           | <i>n</i> | %    |
|------------------------------------|----------|------|
| Tipo de aneurismas intracerebrales |          |      |
| Saculares                          | 17       | 100  |
| Fusiforme                          | 0        | 0    |
| Disecante                          | 0        | 0    |
| Aneurisma                          |          |      |
| Arteria comunicante anterior       | 5        | 29,4 |
| Arteria cerebral media             | 3        | 17,6 |
| Arteria comunicante posterior      | 3        | 17,6 |
| Arteria oftálmica                  | 2        | 11,8 |
| Arteria periventricular            | 2        | 11,8 |
| Arteria callosa marginal           | 2        | 11,8 |

## DISCUSIÓN

De las 111 historias clínicas de pacientes sometidos a ATC, 17 (15,3 %) presentaron aneurismas intracerebrales y 94 (84,7 %) MVC. De los pacientes con MVC, 87 tuvieron malformaciones arteriovenosas (MAVc) ubicadas principalmente en el lóbulo parietal, frontal y temporal. Los aneurismas intracerebrales fueron de tipo saculares, localizados principalmente en la arteria comunicante anterior, seguido de la arteria cerebral media y comunicante posterior.

Se encontró que la mayoría de los pacientes con MVC y aneurismas eran mujeres, lo cual es consistente con estudios previos que también observaron una predominancia de mujeres en la población pediátrica.<sup>15-17</sup> En cuanto a la distribución por edad, se observó una mayor frecuencia en niños entre 6 y 12 años, y entre 13 y 17 años. Estos hallazgos subrayan la importancia de la vigilancia en estos grupos etarios, debido a la posibilidad de presentación temprana en la infancia y durante la adolescencia, lo que coincide con otros estudios realizados en Perú,<sup>15</sup> también en Argentina<sup>18</sup> y Corea<sup>19</sup> que destacan una mayor frecuencia en estos rangos de edad.

En cuanto a los tipos de MVC identificadas mediante ATC, las MAVc fueron las más comunes, representando el 92,6 % de los casos. Un hallazgo similar se observó en un estudio realizado en un hospital pediátrico de Argentina, donde, de 183 pacientes con malformaciones vasculares de alto flujo, el 70 % presentaba MAVc con nido. En ese estudio, utilizaron angiotomografía, resonancia magnética nuclear (RMN) y angiografía por resonancia magnética (angio-RMN) como exámenes diagnósticos.<sup>18</sup> Las MAVc son importantes desde el punto de vista clínico, debido a su alto riesgo de hemorragia intracerebral y otras complicaciones neurológicas graves. Según la literatura, las MAVc son una de las anomalías cerebrales sintomáticas más comunes entre

las malformaciones vasculares del sistema nervioso central (SNC), con una prevalencia aproximada de 1 en 5000 niños.<sup>20</sup>

En pacientes con MAVc, la localización más frecuente de las lesiones fue en la región parietal (39,1 %), seguida de la región frontal (25,3 %) y temporal (18,4 %). Este hallazgo difiere de lo observado en 41 pacientes del Instituto Nacional de Salud del Niño-San Borja, donde la localización más común fue la región frontal (36,6 %), seguida de la parietal (17,1 %) y temporal (14,6 %); la mayoría de estos casos (97,6 %) fueron diagnosticados mediante ATC.<sup>15</sup> En pacientes pediátricos de un hospital en Finlandia, la MAVc se localizó con mayor frecuencia en la región frontal (13,0 %), parietal (13,0 %) y cerebelosa (12,0 %).<sup>21</sup> En Corea, un estudio reportó que la región más frecuente fue la parietal (24,4 %), seguida de la temporal (14,0 %) y occipital (14,0 %).<sup>19</sup> Es importante señalar que en estos estudios internacionales se utilizaron tanto ATC y RMN como métodos diagnósticos. La mayoría de las MVC eran de tipo simple (95,7 %), siendo menos frecuentes las combinadas (4,3 %). Este hallazgo es relevante, ya que las MAV simples suelen tener un pronóstico más favorable en comparación con las combinadas que pueden implicar una mayor complejidad en el manejo clínico y quirúrgico.<sup>22, 23</sup>

En cuanto a los aneurismas intracerebrales, se identificó que los 17 casos (100 %) eran de tipo sacular. La mayoría de estos aneurismas se encontraron en la arteria comunicante anterior (29,4 %), seguida de la arteria cerebral media y la arteria comunicante posterior (17,6 % cada una). En Francia, un estudio realizado en dos hospitales pediátricos encontró que, de 12 pacientes con aneurisma sacular, cinco lo presentaron en la arteria carótida interna y tres en la arteria cerebral media.<sup>24</sup> Una revisión de la literatura reporta que la ubicación anatómica más común en la población pediátrica es la arteria carótida interna (incluyendo la ramificación de la arteria comunicante posterior [ACI]), especialmente en la terminación de la ACI, seguida de la bifurcación de la arteria cerebral media y la arteria comunicante anterior.<sup>25</sup> Estos datos refuerzan la necesidad de un diagnóstico preciso y temprano para el manejo adecuado de los aneurismas en la población pediátrica. Los aneurismas saculares, aunque menos frecuentes que las MAVc, son igualmente significativos debido a su potencial para causar hemorragia subaracnoidea, una manifestación inicial común tanto en adultos como en niños.

En población infantil, la rotura de la MAVc constituye una causa significativa de hemorragia intracraneal espontánea, con un riesgo anual de rotura del 4,4 % al 5,5 % en casos tratados de forma conservadora.<sup>26, 27</sup> Este riesgo se reduce significativamente después del tratamiento, lo que justifica la intervención temprana y el uso de técnicas diagnósticas avanzadas, como la ATC, para mejorar los resultados clínicos y reducir la morbimortalidad.<sup>28, 29</sup> Sin embargo, se necesitan más estudios prospectivos que puedan abordar las complicaciones de las MAVc y los aneurismas, así como su afectación en la calidad de vida en pacientes pediátricos.

Existen varias limitaciones, entre ellas, que la muestra estuvo limitada a un único centro, el Instituto Nacional de Salud del Niño Breña, lo que podría afectar en la generalización de los resultados a otras poblaciones pediátricas. Aunque la ATC es el principal método de diagnóstico utilizado en nuestra institución para estas enfermedades, la exclusión de pacientes diagnosticados con otros métodos, como la RMN o la angio-RMN, podría haber influido en los resultados. Además, el diseño descriptivo retrospectivo limita la capacidad de establecer relaciones causales y la recolección de datos basada en registros médicos podría estar sujeta a errores de documentación. También es importante señalar que no se consideraron variables, como datos clínicos, comorbilidades,

complicaciones y detalles del tratamiento que podrían haber influido en la presentación y manejo de las MVC y los aneurismas. Por lo tanto, se requieren estudios prospectivos y multicéntricos para ampliar la comprensión de estas enfermedades en niños y adolescentes.<sup>30</sup>

## CONCLUSIÓN

En conclusión, se encontró que las MVC simples fueron las más frecuentes en aproximadamente uno de cada diez pacientes, siendo la mayoría mujeres, con edades comprendidas principalmente entre los 6 y 12 años. Las malformaciones arteriovenosas representaron la mayor parte de las MVC diagnosticadas, siendo localizadas principalmente en las regiones parietal, frontal y temporal. Por su parte, los aneurismas intracerebrales fueron en su totalidad saculares, ubicados mayormente en la arteria comunicante anterior, seguida de la arteria cerebral media y la arteria comunicante posterior.

**Conflicto de interés:** El autor declara no tener conflicto de interés

**Financiamiento:** Autofinanciado

**Contribuciones de autoría:** MMV Participó en la idea original de investigación, diseño de la metodología, recolección de los datos, análisis estadístico, redacción del primer borrador del manuscrito, revisión y aprobación de la versión final del manuscrito.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Smithant and Future Perspectives. *J Korean Neurosurg Soc.* 2024; 67(3):326-332. doi: 10.3340/jkns.2024.0011.
2. Kim SH. Pediatric Central Nervous System Vascular Malformation: Pathological Review with Diagram. *J Korean Neurosurg Soc.* 2024; 67(3):265-269. doi: 10.3340/jkns.2024.0006.
3. Cahill AM, Nijs EL. Pediatric vascular malformations: pathophysiology, diagnosis, and the role of interventional radiology. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2011; 34(4):691-704. doi: 10.1007/s00270-011-0123-0.
4. Guerrero WR, Dandapat S, Ortega-Gutierrez S. Hemorrhagic Cerebrovascular Pathology in the Pediatric Population. *Front Neurol.* 2020; 11:1055. doi: 10.3389/fneur.2020.01055.
5. Niazi TN, Klimo P, Jr., Anderson RC, et al. Diagnosis and management of arteriovenous malformations in children. *Neurosurg Clin N Am.* 2010; 21(3):443-456. doi: 10.1016/j.nec.2010.03.012.
6. Novakovic RL, Lazzaro MA, Castonguay AC, et al. The diagnosis and management of brain arteriovenous malformations. *Neurol Clin.* 2013; 31(3):749-763. doi: 10.1016/j.ncl.2013.03.003.
7. O'Lynnngger TM, Al-Holou WN, Gemmete JJ, et al. The effect of age on arteriovenous malformations in children and young adults undergoing magnetic resonance imaging. *Childs Nerv Syst.* 2011; 27(8):1273-1279. doi: 10.1007/s00381-011-1434-9.
8. Lee YJ, Terbrugge KG, Saliou G, et al. Clinical features and outcomes of spinal cord arteriovenous malformations: comparison between nidus and fistulous types. *Stroke.* 2014; 45(9):2606-2612. doi:10.1161/STROKEAHA.114.006087.
9. Levy ML, Levy DM, Manna B. Pediatric Cerebral Aneurysm. [Updated 2023 Aug 8]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024
10. Cheon JE, Kim JH. Congenital Intracranial Vascular Malformations in Children: Radiological Overview. *J Korean Neurosurg Soc.* 2024; 67(3):270-279. doi: 10.3340/jkns.2024.0033.
11. Yang ZL, Ni QQ, Schoepf UJ, et al.. Small intracranial aneurysms: Diagnostic accuracy of CT angiography. *Radiology.* 2017; 285(3):941-952. doi: 10.1148/radiol.2017162290.
12. Wang H, Li W, He H, Luo L, Chen C, Guo Y. 320-detector row CT angiography for detection and evaluation of intracranial aneurysms: Comparison with conventional digital subtraction angiography. *Clin Radiol.* 2013; 68(1):e15-e20. doi:10.1016/j.crad.2012.09.001.
13. Yoon DY, Lim KJ, Choi CS, Cho BM, Oh SM, Chang SK. Detection and characterization of intracranial aneurysms with 16-channel multidetector row CT angiography: A prospective comparison of volume-rendered images and digital subtraction angiography. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2007; 28(1):60-67. doi:10.1016/S0098-1672(08)70218-2.
14. Zafar A, Fiani B, Hadi H, Arshad M, Cathel A, Naeem M, Parsons MS, Farooqui M, Bucklin AA, Leone MJ, Baig A, Quadri SA. Cerebral vascular malformations and their imaging modalities. *Neurol Sci.* 2020; 41(9):2407-2421. doi: 10.1007/s10072-020-04415-4.
15. Campos Alem Cordero, Espíritu Nora, Espinoza Alberto Ramírez, Chancafe Sarah Yaipen, Bendezú Diego Medina. Características clínico-epidemiológicas y manejo de las malformaciones arteriovenosas cerebrales en el Servicio de Neurocirugía del Instituto Nacional de Salud del Niño San Borja, 2015-2017. *Horiz. Med.* 2021; 21(2): e1332. Doi: <http://dx.doi.org/10.24265/horizmed.2021.v21n2.02>.
16. Kilian A, Latino GA, White AJ, Ratjen F, McDonald J, Whitehead KJ, The Brain Vascular Malformation Consortium Hht Investigator Group. Comparing Characteristics and Treatment of Brain Vascular Malformations in Children and Adults with HHT. *J Clin Med.* 2023; 12(7):2704. doi: 10.3390/jcm12072704.
17. Stein KP, Huetter BO, Goericke S, Oezkan N, Leyrer R, Sandalcioglu IE, Forsting M, Sure U, Mueller O. Cerebral arterio-venous malformations in the paediatric population: Angiographic characteristics, multimodal treatment strategies and outcome. *Clin Neurol Neurosurg.* 2018; 164:164-168. doi: 10.1016/j.clineuro.2017.12.006.

18. Requejo F, Mengide JP, González Dutra ML, Mantese B, Lipsich J. Malformaciones vasculares cerebrales de alto flujo en pediatría: experiencia en un hospital pediátrico de alta complejidad. *Arch Argent Pediatr* 2021; 119(3):152-161. doi:10.5546/aap.2021.152.
19. Oh JK, Jung JY, Lee JW, Huh SK, Kim DI, Park YG, Lee KC. Cerebral arteriovenous malformations in pediatric age: a clinical analysis of 164 consecutive cases. *Korean J Cerebrovasc Surg*. 2006; 8(1):41-47. Disponible en: <https://the-jcen.org/journal/view.php?number=517>.
20. See AP, Smith ER. Management of Pediatric Intracranial Arteriovenous Malformations. *J Korean Neurosurg Soc*. 2024; 67(3):289-298. doi: 10.3340/jkns.2024.0027.
21. Oulasvirta E, Koroknay-Pál P, Hafez A, Elseoud AA, Lehto H, Laakso A. Characteristics and Long-Term Outcome of 127 Children With Cerebral Arteriovenous Malformations. *Neurosurgery*. 2019; 84(1):151-159. doi: 10.1093/neuros/nyy008.
22. Legiehn GM, Heran MK. A Step-by-Step Practical Approach to Imaging Diagnosis and Interventional Radiologic Therapy in Vascular Malformations. *Semin Intervent Radiol*. 2010; 27(2):209-31. doi: 10.1055/s-0030-1253521.
23. Josephson CB, White PM, Krishan A, Al-Shahi Salman R. Computed tomography angiography or magnetic resonance angiography for detection of intracranial vascular malformations in patients with intracerebral haemorrhage. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014; 2014(9):CD009372. doi: 10.1002/14651858.CD009372.pub2.
24. Garrido E, Metayer T, Borha A, Langlois O, Curey S, Papagiannaki C, Di Palma C, Emery E, Derrey S, Gaberel T, Gilard V. Intracranial aneurysms in pediatric population: a two-center audit. *Childs Nerv Syst*. 2021; 37(8):2567-2575. doi: 10.1007/s00381-021-05151-6.
25. Sorteberg A, Dahlberg D. Intracranial Non-traumatic Aneurysms in Children and Adolescents. *Curr Pediatr Rev*. 2013; 9(4):343-352. doi: 10.2174/221155281120100005.
26. Fok EW, Poon WL, Tse KS, Lau HY, Chan CH, Pan NY, Cho HY, Yeung TW, Wong YC, Leung KW, Khoo JL, Tang KW. Angiographic factors associated with haemorrhagic presentation of brain arteriovenous malformation in a Chinese paediatric population. *Hong Kong Med J*. 2015; 21(5):401-6. doi: 10.12809/hkmj144339.
27. LoPresti MA, Ravindra VM, Pyrali M, Goethe E, Gadgil N, Wagner K, Lam S. Pediatric intracranial arteriovenous malformations: a single-center experience. *J Neurosurg Pediatr*. 2019; 25(2):151-8. doi:10.3171/2019.9.PEDS19235.
28. Darsaut TE, Guzman R, Marcellus ML, Edwards MS, Tian L, Do HM, Chang SD, Levy RP, Adler JR, Marks MP, Steinberg GK. Management of pediatric intracranial arteriovenous malformations: experience with multimodality therapy. *Neurosurgery*. 2011; 69(3):540-56; discussion 556. doi: 10.1227/NEU.0b013e3182181c00.
29. Gross BA, Storey A, Orbach DB, Scott RM, Smith ER. Microsurgical treatment of arteriovenous malformations in pediatric patients: the Boston Children's Hospital experience. *J Neurosurg Pediatr*. 2015; 15(1):71-7. doi: 10.3171/2014.9.PEDS146.
30. Darsaut TE, Guzman R, Marcellus ML, Edwards MS, Tian L, Do HM, Chang SD, Levy RP, Adler JR, Marks MP, Steinberg GK. Management of pediatric intracranial arteriovenous malformations: experience with multimodality therapy. *Neurosurgery*. 2011; 69(3):540-56. doi: 10.1227/NEU.0b013e3182181c00.