



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
MEDICINA

EFFECTIVIDAD DIAGNÓSTICA Y TÉCNICA DE LA ANGIOTOMOGRAFÍA
EN LA DETECCIÓN DE MALFORMACIONES ARTERIOVENOSAS
CEREBRALES EN POBLACIÓN PEDIÁTRICA

DIAGNOSTIC AND TECHNICAL EFFECTIVENESS OF
ANGIOTOMOGRAPHY IN THE DETECTION OF CEREBRAL
ARTERIOVENOUS MALFORMATIONS IN THE PEDIATRIC POPULATION

TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA
ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN TECNOLOGÍA EN TOMOGRAFÍA
COMPUTARIZADA

AUTOR

ROBERTO DAVID MONDOÑEDO SALAZAR

ASESORA

NATALIA ISABEL MOSQUERA VERGARAY

CO – ASESORA

ESTHER ROSAURA BELLIDO HUASHUAYO

LIMA – PERÚ

2025

ASESORES DEL TRABAJO ACADÉMICO

ASESORA

Dra. NATALIA ISABEL MOSQUERA VERGARAY

Departamento Académico de Tecnología Médica

ORCID: 0000-0003-1372-4449

CO – ASESORA

Mg. ESTHER ROSAURA BELLIDO HUASHUAYO

Departamento Académico de Tecnología Médica

ORCID: 0009-0007-9035-8143

Fecha de aprobación: 19 de diciembre de 2025.

Calificación: Aprobado.

DEDICATORIA

A mi familia, mi esposa Yaneli, mis hijos Leonardo y Antoine, son mi motivación en cada reto que me da la vida, y son parte importante de cada logro. A mis padres, Jorge y Elena por su gran amor el cual demuestran siempre en cada acción, y me dan la fortaleza para seguir logrando mis metas.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a los docentes de la especialidad, quienes generosamente compartieron sus conocimientos y enseñanzas. Su dedicación y compromiso fueron fundamentales para nuestra formación como especialistas.

A mi asesora Mg Mosquera Vergara Natalia Isabel y a mi co-asesora Mg. Bellido Huashuayo Esther Rosaura, por siempre estar dispuestos a ofrecerme su apoyo y orientación en cada etapa de este proceso. Finalmente, a la Universidad Peruana Cayetano Heredia, por brindarnos la oportunidad de formar parte de su comunidad académica y por permitirnos alcanzar la meta de obtener nuestra Segunda Especialidad Profesional en Tecnología en Tomografía Computarizada.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Este trabajo fue autofinanciado.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

El autor declara no tener conflictos de interés.

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

El egresado:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	MONDOÑEDO SALAZAR ROBERTO DAVID

Pertenece al programa de la **SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN TECNOLOGÍA EN TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA**, autor del trabajo titulado: **EFFECTIVIDAD DIAGNÓSTICA Y TÉCNICA DE LA ANGIOTOMOGRAFÍA EN LA DETECCIÓN DE MALFORMACIONES ARTERIOVENOSAS CEREBRALES EN POBLACIÓN PEDIÁTRICA** el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el **TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN TECNOLOGÍA EN TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA** bajo la modalidad de **TRABAJO ACADÉMICO**.

En calidad de docentes asesores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	MOSQUERA VERGARAY NATALIA ISABEL	MEDICINA	ASESOR
2.	BELLIDO HUASHUAYO ESTHER ROSAURA	MEDICINA	CO-ASESOR

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **17%**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **trn:oid:::1:3534095357**; fecha de entrega: **11-04-2026**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: **Lima, 11 de abril de 2026.**

Firma del asesor
N° DNI: 09396333
ORCID: 0000-0003-1372-4449

Firma del Co-asesor
N° DNI: 43532936
ORCID: 0009-0007-9035-8143



TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. CUERPO.....	4
IV. CONCLUSIONES:	15
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
ANEXOS	

RESUMEN

Introducción: Las malformaciones arteriovenosas cerebrales en pacientes pediátricos son anomalías vasculares más relevante del sistema nervioso central y requiere de métodos de diagnóstico preciso como la angiografía Tomográfica, que caracteriza a detalle la anatomía vascular de esta patología. **Objetivo:** Analizar las evidencias científicas reportadas sobre la efectividad diagnóstica y técnica de la Angiotomografía en la detección de malformaciones arteriovenosas cerebrales en población pediátrica. **Metodología:** Esta revisión narrativa empleó artículos en español e inglés publicados del 2015 al 2025, extraídos de PubMed y. Inicialmente, se seleccionó artículos en base a título y abstract, luego sólo los de texto completo. Se aplicaron criterios de elegibilidad. **Resultados:** Se revisaron 56 artículos según criterios de inclusión y exclusión, quedándose 21 artículos para extracción de datos que al evaluar evidencian la importancia de la Angiotomografía para diagnosticar las MAVs, con una sensibilidad de 93% y especificidad de 92 %, además de las ventajas prácticas en costo, disponibilidad y tiempo de adquisición, lo que la convierte en la herramienta más accesible comparada con angiografía (DSA) para la evaluación pediátrica. **Conclusión:** La revisión narrativa demuestra la efectividad diagnóstica y técnica de la Angiotomografía para la detección de malformaciones arteriovenosas cerebrales, además de ser un estudio con alta disponibilidad, bajo costo y reducción de dosis de radiación, convirtiéndose en una herramienta valiosa para el diagnóstico inicial y el seguimiento de pacientes pediátricos con sospecha de MAVC. **Palabras claves:** Angiotomografía cerebral, malformaciones arteriovenosas cerebrales, población pediátrica.

ABSTRACT

Introduction: Cerebral arteriovenous malformation in pediatric patients are the most significant vascular anomaly of the central nervous system and require precise diagnostic methods for their assessment, such as CT angiography, which provides detailed characterization of the vascular anatomy of this pathology. **Objective:** To analyze the scientific evidence reported on the diagnostic and technical effectiveness of CT angiography in detecting cerebral arteriovenous malformations in the pediatric population. **Methodology:** This narrative review included articles in Spanish and English published from 2015 to 2025, retrieved from PubMed. Articles were initially selected based on title and abstract, followed by full-text screening. Finally, eligibility criteria were applied. **Results:** A total of 56 articles were reviewed according to the inclusion and exclusion criteria, with 15 articles remaining for data extraction. The evaluated evidence highlights the importance of CT angiography for diagnosing AVMs, with a sensitivity of 93% and specificity of 92%, in addition to practical advantages in cost, availability, and acquisition time, making it the most accessible tool compared to digital subtraction angiography (DSA) for pediatric evaluation. **Conclusión:** This narrative review demonstrates the diagnostic and technical effectiveness of CT angiography for detecting cerebral arteriovenous malformations, as well as its high availability, low cost, and reduced radiation dose, making it a valuable tool for initial diagnosis and follow-up of pediatric patients with suspected cerebral AVMs.

Keywords: Cerebral CT angiography, cerebral arteriovenous malformations, pediatric population.

I. INTRODUCCIÓN

Las malformación arteriovenosa cerebrales (MAVC) es una enfermedad vascular que representa una de las principales causas de hemorragia intracraneal no traumática en nuestra población pediátrica, con una incidencia estimada de 1 a 3 casos por 100 000 niños por año(2,3).

Las malformaciones arteriovenosas (MAV) cerebrales son lesiones vasculares de origen congénito caracterizadas por la comunicación directa entre arterias y venas, sin presencia del lecho capilar el cual permite una transición gradual del flujo sanguíneo. Esta arquitectura anómala genera un aumento significativo del estrés hemodinámico, lo que se traduce en un riesgo de hemorragia que oscila entre el 2% y el 4% por año y que, en población pediátrica, puede llegar a representar hasta el 30% de los accidentes cerebrovasculares hemorrágicos(2,3). Debido a su comportamiento impredecible en pacientes pediátricos, estas lesiones pueden evidenciarse con síntomas neurológicos agudos como cefalea súbita, convulsiones o déficit focal— o con signos progresivos, por lo que requieren una evaluación radiológica precisa como la Angiotomografía, que permita caracterizar su anatomía, dinámica de flujo y posibles complicaciones, con el fin de orientar de manera adecuada la toma de decisiones terapéuticas (4,5).

En las últimas dos décadas, la Angiotomografía ha experimentado un notable evolución como método diagnóstico no invasivo, convirtiéndose en una alternativa rápida y accesible frente a la angiografía cerebral digital(DSA), que aunque sigue siendo el estándar de oro para el diagnóstico y tratamiento de las malformaciones arteriovenosas (MAV) en la población pediátrica presenta algunas limitaciones de accesibilidad, costos y mayor dosis de radiación para nuestros pacientes pediátricos

(6,7). Gracias a esta evolución, la Angiotomografía permite visualizar con claridad la anatomía de las MAV —incluyendo el nido, las arterias nutricias y las venas de drenaje— información esencial para planificar la conducta terapéutica.(8,9).Sin embargo la efectividad diagnóstica de la Angiotomografía varía según algunos factores técnicos como el protocolo elegido (grosor de corte, tiempo de rotación, Kv, velocidad de contraste), el equipo empleado, la experiencia del operador y las características propias del paciente pediátrico, donde el tamaño cerebral y la colaboración durante el estudio influyen directamente para la obtención de imágenes de calidad y por tanto, en un diagnóstico preciso(4,9).

A pesar de los avances tecnológicos en la tomografía, se evidencia una brecha respecto al consenso sobre la efectividad técnica de la Angiotomografía en pacientes pediátricos, además se busca mejoras de los protocolos técnicos imagenológicos y los niveles de protección radiológica de la Angiotomografía, lo que justifica la revisión narrativa del tema(6)(10).

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar las evidencias científicas reportadas sobre la efectividad diagnóstica y técnica de la Angiotomografía en la detección de malformaciones arteriovenosas cerebrales en población pediátrica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir la especificidad, sensibilidad y precisión diagnóstica reportada de la Angiotomografía cerebral en la detección de malformaciones arteriovenosas en pacientes pediátricos.
2. Comparar la utilidad diagnóstica y calidad de imagen, reportada de la Angiotomografía cerebral frente a la angiografía digital (DSA) en la detección de las malformaciones arteriovenosas en pacientes pediátricos
3. Identificar las principales limitaciones y desafíos técnicos asociados al uso de la Angiotomografía cerebral en la detección de malformaciones arteriovenosas en pacientes pediátricos.
4. Describir los factores técnicos que influyen en la optimización de protocolos para detección de malformaciones arteriovenosas cerebrales.

III. CUERPO

CAPÍTULO I: ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

Criterios de elegibilidad

Inclusión:

- Años: Se consideraron artículos científicos publicados en los últimos 10 años entre el 2015 y 2025, con el fin de garantizar la actualidad y relevancia de la evidencia revisada.
- Idioma: Se incluyeron estudios redactados en inglés o español. Artículos en idioma inglés y español.
- Tipo de estudio: Se incluyeron artículos originales, estudios observacionales, descriptivos, retrospectivos o transversales, así como revisiones sistemáticas, revisiones narrativas y metaanálisis recientes relacionados con la evaluación tomográfica y angiográfica de las malformaciones arteriovenosas cerebrales en población pediátrica.

Exclusión:

Se excluyeron artículos sobre Angiotomografía cerebral que no indiquen malformaciones arteriovenosas. Artículos de Angiotomografía en pacientes adultos.

Bases de datos utilizadas:

El presente trabajo realizó una revisión narrativa de la literatura sobre la efectividad diagnóstica y técnica de la Angiotomografía en el diagnóstico de las malformaciones arteriovenosas cerebrales en pacientes pediátricos. Se recopiló artículos extraídos de PubMed. La búsqueda se llevó a cabo entre el 12 de Setiembre del 2025 al 22 de noviembre del 2025. Se requirió que los estudios

incluyan pacientes pediátricos con presunción diagnóstica de malformaciones arteriovenosas.

Términos utilizados:

La estrategia de búsqueda fue con los términos Decs: **1. Población:** Infant, Child Preschool, Child **2. Concepto:** computed tomography, angiography, angiography tomography cerebral **3. Contexto:** Malformations Brain arteriovenous malformations. **ANEXO 1**

Fórmula de búsqueda utilizadas:

Todas las fórmulas de búsqueda pueden verse en el **Anexo2**

Elección de artículos

Para este estudio seleccionamos estudios publicados desde el 2015 hasta el 2025, con la finalidad de recopilar información reciente acerca de la efectividad diagnóstica y técnica de la Angiotomografía en la evaluación del paciente pediátricos con sospecha de malformaciones arteriovenosas cerebrales. Se incluyeron estudios descriptivos, no aleatorizados, cuantitativos, así como estudios observacionales y transversales. Las fuentes seleccionadas fueron, artículos científicos y de acceso libre; no se tomaron en cuenta tesis ni estudios de tipo no científico. Los idiomas considerados para la búsqueda fueron inglés y español. Los estudios fueron seleccionados utilizando el gestor de referencias Zotero.

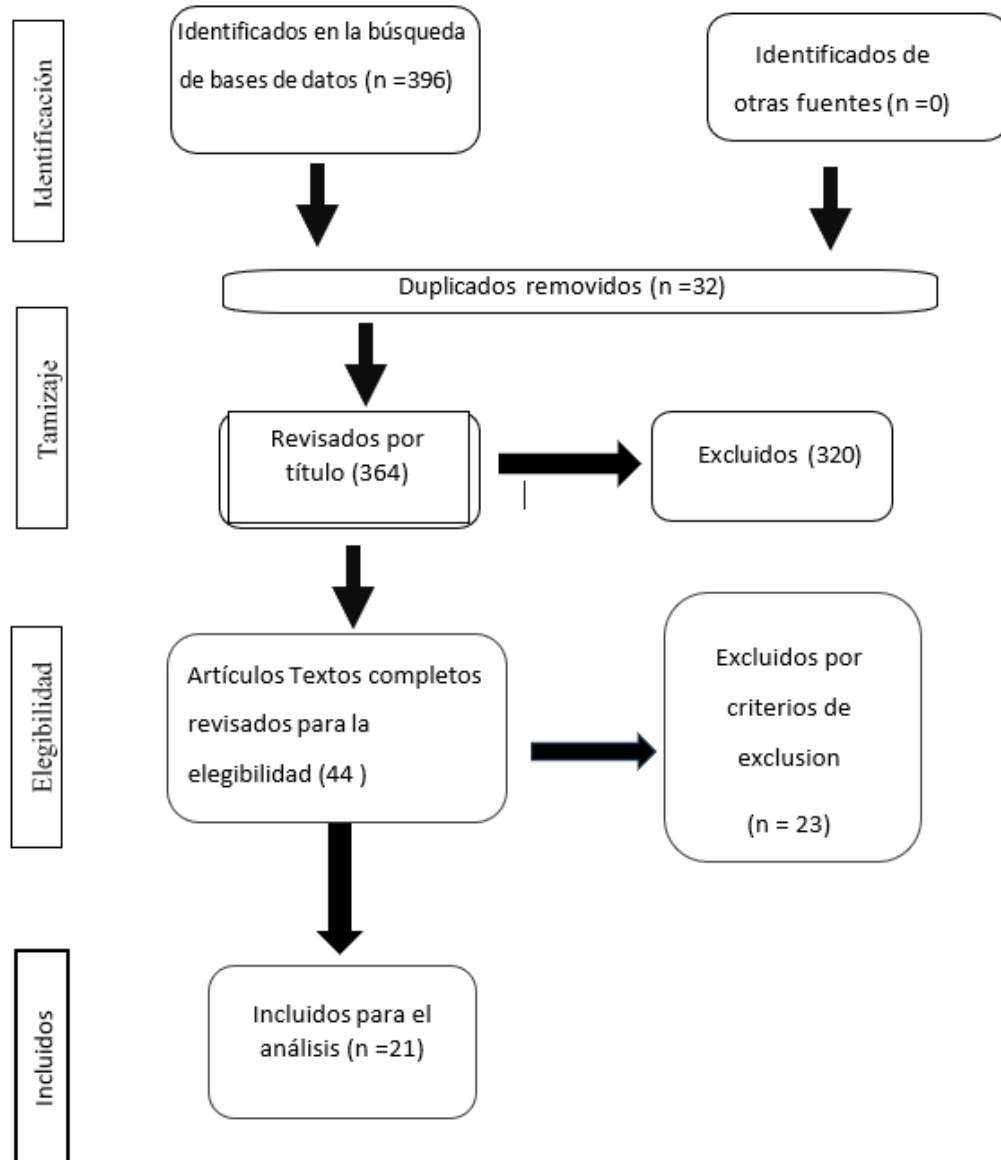
CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DE LOS HALLAZGOS

Durante el proceso de búsqueda bibliográfica se localizaron **un total 396** estudios publicados en idioma inglés en las bases de datos **PubMed**. De este conjunto, **32** trabajos fueron eliminados por encontrarse duplicados, mientras que **320** se descartaron tras la revisión inicial del título y el resumen al no corresponder con la población o el objetivo del estudio.

Posteriormente, **44** artículos fueron seleccionados para revisión a texto completo; sin embargo, **23** de ellos fueron excluidos por no cumplir los criterios de inclusión o por presentar información insuficiente.

En total, **21** investigaciones cumplieron con los criterios establecidos y fueron incluidas en el análisis final, aportando evidencia relevante para dar respuesta a la pregunta y objetivos de la revisión.

A continuación, se detalla el flujo del proceso de recopilación de información y resultados:



Elaboración propia

1. Características generales de las malformaciones arteriovenosas cerebrales en pacientes pediátricos.

Las malformaciones arteriovenosas cerebrales son un conglomerado de canales tortuosos anormales que se denomina nido. un nido vascular carece de lecho capilar, la sangre de las arterias que lo irrigan se traslada de forma directa a través de él hacia las venas(11,12). La composición vascular del nido varia desde arterias y venas bien diferenciadas hasta canales vasculares displásicos de diámetros y grosores de pared variables que, histológicamente, no son arterias ni venas. Con frecuencia se encuentra tejido glótico no funcional intercalado dentro de la MAV y en los tejidos perineales(13,14).

1.1. Malformación arteriovenosa (MAV) en niños, experiencias

En la actualidad , la MAV es la anomalía vascular más importante del sistema nervioso en pacientes pediátricos; es relativamente frecuente y suele requerir tratamiento urgente y agresivo en la población pediátrica debido al impacto devastador del sangrado y al reconocimiento de la larga esperanza de vida de un niño lo que confiere un mayor riesgo acumulativo con el tiempo, por tanto la tomografía computarizada (TC) y la angiografía por TC (ATC) son estudios diagnósticos de vital importancia, sobre todo cuando se sospecha de una hemorragia intracerebral(4,13)

1.2. Clasificación de las Malformaciones arteriovenosas (clasificación de Spetzler-Martin)

según lo revisado en los diferentes artículos la escala de Spetzler-Martin nos permite a través de la Angiotomografía cerebral clasificar y registrar el grado de las MAVs de acuerdo a las características anatómicas presentadas: tamaño,

relación con regiones cerebrales elocuentes y presencia de drenaje venoso, la presencia de estas tres características anatómicas permite que se realice un tratamiento eficaz para esta enfermedad, convirtiéndola en una herramienta valiosa para estimar el riesgo quirúrgico de las MAV en pacientes pediátricos (9). según lo revisado la clasificación de Spetzler-Martin muestra una puntuación de acuerdo a las características anatómicas de las MAVs, las lesiones pequeñas (< 3 cm), medianas (3-6 cm) y grandes (> 6 cm) muestran una puntuación de 1, 2 y 3 respectivamente, y la afectación de áreas cerebrales elocuentes y la presencia de drenaje venoso profundo confieren 1 punto adicional cada una. Para un correcto entendimiento la clasificación Spetzler-Martin se ha simplificado en un sistema de tres clases: clase A (anteriormente grados I y II), clase B (grado III) y clase C (grados IV y V)(3) . Las lesiones de clase A generalmente se tratan quirúrgicamente. Un enfoque conservador para las lesiones de clase C es actualmente la recomendación más apropiada, dado el riesgo prohibitivo del tratamiento de estas lesiones. Las MAV de clase B representan un grupo heterogéneo con riesgo intermedio y morbilidad quirúrgica variable(4,15).

2. Técnicas de diagnóstico por imágenes en MAVC:

Las principales técnicas de imagen utilizadas para diagnosticar las malformaciones arteriovenosas (MAV) cerebrales en pacientes pediátricos son: Primero, **la angiografía por sustracción digital (DSA)** continúa siendo el patrón de oro, ya que permite una visualización detallada del flujo sanguíneo y es fundamental para planificar cirugías o tratamientos endovasculares. Sin embargo, en pediatría su uso implica desafíos importantes, como la mayor exposición a radiación, la limitada

disponibilidad en muchos hospitales y la necesidad frecuente de sedación(16)(9). En segundo lugar, la **Angiotomografía computarizada** (CTA) es una opción rápida y accesible, con alta sensibilidad y especificidad, lo que la convierte en la primera alternativa diagnóstica cuando no se dispone de una DSA. Gracias a los avances tecnológicos como la tomografía helicoidal la CTA permite evaluar detalles del nido de la MAV, la presencia de aneurismas y la disposición de las estructuras vasculares(4,7,8). Por otro lado, **la angiografía por resonancia magnética** (MRA) brinda una evaluación anatómica sin radiación y técnicas avanzadas como ASL, 4D-MRA o secuencias de alta resolución ayudan a caracterizar el flujo y detectar lesiones residuales después del tratamiento. No obstante, tiene limitaciones en su resolución temporal y puede verse afectada por artefactos en zonas con sangrado o dispositivos endovasculares (13). Finalmente, **la ecografía Doppler transfontanelar** es una herramienta complementaria con utilidad restringida, ya que no reemplaza a las técnicas anteriores para el diagnóstico preciso de MAV cerebrales en niños.(17).

3. Efectividad diagnóstica de la Angiotomografía cerebral:

La revisión de los artículos muestra que la Angiotomografía con contraste (Angio-TC) tiene una alta efectividad para diagnosticar malformaciones arteriovenosas (MAV) cerebrales en pacientes pediátricos(18,19). Este método imagenológico permite identificar con claridad las arterias que nutren la lesión, el nido y las venas de drenaje, generando la clásica apariencia en “bolsa de gusanos”. Por ello, en presente revisión se analiza la sensibilidad y especificidad de la Angio-TC en el diagnóstico de MAV, para ello es importante considerar características anatómicas

como el tamaño de la lesión, la presencia de drenaje venoso profundo y la ubicación en áreas elocuentes según la escala de Spetzler-Martin, además de la angioarquitectura y los aneurismas asociados(20,21).

Ver anexo 3 correspondiente a los criterios utilizados para la clasificación de las Malformaciones arteriovenosas cerebrales según Spetzle-Martin.

3.1. Rentabilidad diagnóstica de la Angiotomografía cerebral

En este artículo, la rentabilidad diagnóstica es la capacidad (sensibilidad, especificidad) que tiene un método de diagnóstico para obtener resultados similares a los del estudio considerado como “patrón de oro”. (18,20)Según la evidencia revisada, la Angiotomografía cerebral (angio-TC) muestra una alta rentabilidad diagnóstica al compararse con la angiografía por sustracción digital (DSA), alcanzando 93% de sensibilidad y 92% de especificidad. Es importante reconocer que estos valores pueden variar dependiendo de las características de las malformaciones arteriovenosas (MAV), especialmente aquellas incluidas en la clasificación de Spetzler-Martin, que influyen en la complejidad y detección de las lesiones (15,20,21).

ver anexo 4, Esta table corresponde a la rentabilidad diagnóstica de la angio-TC respecto a la angiografía por sustracción digital según clasificación de Spetzler-Martin.

3.2. Angiotomografía vs. Angiografía digital (DSA)

La angiografía por sustracción digital (DSA) es considerada el método de referencia para evaluar las malformaciones arteriovenosas cerebrales en pacientes pediátricos. No obstante, su uso implica ciertas limitaciones, como una mayor dosis de radiación en comparación con la Angiotomografía, costos más elevados,

menor disponibilidad y, en la mayoría de los casos, la necesidad de aplicar anestesia general al niño(11,22). Debido a estas limitaciones, la tomografía computarizada (TC) se presenta como la primera opción de estudio imagenológico ante la sospecha de una hemorragia intracraneal. Posteriormente y habiendo evidenciado la hemorragia intracraneal se realiza la Angiotomografía para obtener una descripción anatómica más detallada de las malformaciones arteriovenosas en los pacientes pediátricos. (8,23,24).

Es importante tener en cuenta algunas ventajas de la Angiotomografía como su bajo costo, alta disponibilidad, menor dosis de radiación comparada con la angiografía digital y en muchos el no requerir sedación, por lo que lo convierte en el método de elección para el diagnóstico de las MAVs cerebrales en pacientes pediátricos(7,13,25).

4. Optimización de protocolos y factores técnicos

Los avances tecnológicos en radiología y específicamente en equipos tomográficos ha permitido una mejora sustancial de las Angiotomografía computarizada (angio-TC) para el diagnóstico de las malformaciones arteriovenosas en pacientes pediátricos , alguno de estos avances tecnológicos como una alta resolución temporal, una amplia cobertura del eje z, combinada con ajustes de voltaje del tubo de hasta 70 kV.(19) Estos factores técnicos van de la mano con una capacitación adecuada del tecnólogo médico para el desarrollo de estas técnicas diagnósticas permitiendo mejorar la calidad de las imágenes, la precisión del diagnóstico y una reducción significativa de la dosis de radiación en la población pediátrica que por su condición etaria son más radiosensibles y tienen una mayor esperanza de vida

convirtiendo a la Angiotomografía como un estudio seguro para nuestros niños (25,26). además se debe valorar la importancia de comprender y aplicar correctamente de la inyección de medio de contraste para los estudios de Angiotomografía cerebral en pacientes pediátricos porque nos permite delimitar la luz vascular y caracterizar la angio-arquitectura de las malformaciones arteriovenosas cerebrales (27).

Limitación y fortalezas del estudio

Una de las principales limitaciones encontradas es la escasa investigación que detalle con precisión las técnicas tomográficas y técnica de inyección de contraste que se usan para diagnosticar las malformaciones arteriovenosas cerebrales en pacientes pediátricos, en comparación con los adultos. Esto brecha abre una oportunidad importante para desarrollar estudios que analicen y optimicen los diferentes protocolos que puede emplear el tecnólogo médico, con el fin de lograr que la Angiotomografía cerebral sea un procedimiento más eficaz y de gran valor diagnóstico.

Se evidenció una falta de información acerca de artículos que comparen los niveles de radiación usados en Angiotomografía vs angiografía digital (DSA), además de investigaciones sobre los Niveles de referencia de dosis (DRLs) tanto en tomografía como en angiografía por sustracción (DSA) en pacientes pediátricos para lograr optimizar la protección radiológica, teniendo en cuenta que nuestros pacientes pediátricos tienen una alta radiosensibilidad y una mayor esperanza de vida.

La principal fortaleza de este estudio es la reproducibilidad de la técnica, la misma que ofrece información precisa sobre la sensibilidad y especificidad de la

Angiotomografía cerebral para evaluar las malformaciones arteriovenosas (MAVs) en pacientes pediátricos. Además, este examen destaca por su amplia disponibilidad en hospitales y centros privados, su menor costo en comparación con otros estudios, y porque en muchos casos no requiere sedación. A esto se suma que utiliza una dosis más baja de radiación, lo que refuerza su efectividad frente a otras técnicas como la angiografía (DSA), resonancia magnética o la ecografía transfontanelar.

IV. CONCLUSIONES:

- La evidencia demuestra una alta efectividad diagnóstica y técnica de la Angiotomografía para la detección de malformaciones arteriovenosas cerebrales, además de ser un estudio con alta disponibilidad, bajo costo y reducción en la dosis de radiación, convirtiéndola en una herramienta valiosa para el diagnóstico inicial y el seguimiento de pacientes pediátricos con sospecha de MAVC(11,28).
- Los estudios revisados muestran que la Angiotomografía tiene una alta sensibilidad (93%) y especificidad (92%) en comparación con la Angiografía Digital por Sustracción (DSA), considerada el estándar de oro para diagnosticar las malformaciones arteriovenosas (MAVs) cerebrales(20). Sin embargo en términos de accesibilidad, rapidez y seguridad, la Angio-TC presenta ventajas significativas. Es un examen ampliamente disponible, de rápida adquisición y con menor invasividad, lo que la convierte en una opción adecuada para escenarios de urgencia y para el tamizaje inicial de patologías vasculares, especialmente en contextos donde la DSA no está disponible de forma inmediata. Estos atributos favorecen su uso clínico frecuente, pese a sus limitaciones técnicas frente a lesiones pequeñas o complejas(1).
- La revisión realizada evidencia que, aunque la Angiotomografía cerebral es una herramienta diagnóstica eficaz para la detección de malformaciones vasculares, hay limitaciones que deben considerarse en la detección de lesiones pequeñas o complejas. Entre ellas destacan los artefactos por movimiento propios de la edad, una menor resolución espacial de la

Angiotomografía (0.4-0.6mm) comparada con la angiografía por sustracción digital(0,1-0,2mm) además de reacciones adversas asociadas al medio de contraste. Asimismo, se identifican desafíos técnicos, como la necesidad de contar con tomógrafos de alta gama (128slice a más) y con protocolos de adquisición y reconstrucción optimizados para los estudios angiográficos pediátricos. Por lo tanto el rol diagnóstico de la Angiotomografía es de tamizaje y evaluación inicial de la MAVs a diferencia de la angiografía por sustracción digital (DSA) que nos da el diagnóstico definitivo y planificación terapéutica de este (29).

- En esta revisión se identifican diversos aspectos técnicos que influyen directamente en la optimización de los protocolos de estudio, como la elección adecuada del protocolo angiográfico, el manejo correcto del contraste, la sincronización del tiempo de adquisición y la utilización de protocolos de baja dosis cumpliendo con el principio de ALARA. Cuando estos elementos se aplican de manera rigurosa, la Angiotomografía computarizada se consolida como un método confiable, seguro y eficiente para el diagnóstico de MAVs cerebrales en la población pediátrica(19).

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Raman A, Uprety M, Calero MJ, Villanueva MRB, Joshaghani N, Villa N, et al. A Systematic Review Comparing Digital Subtraction Angiogram with Magnetic Resonance Angiogram Studies in Demonstrating the Angioarchitecture of Cerebral Arteriovenous Malformations. *Cureus*. 14(6):e25803.
2. See AP, Smith ER. Management of Pediatric Intracranial Arteriovenous Malformations. *J Korean Neurosurg Soc*. mayo de 2024;67(3):289-98.
3. Gross BA, Du R. Natural history of cerebral arteriovenous malformations: a meta-analysis: Clinical article. *JNS*. febrero de 2013;118(2):437-43.
4. Tranvinh E, Heit JJ, Hacin-Bey L, Provenzale J, Wintermark M. Contemporary Imaging of Cerebral Arteriovenous Malformations. *American Journal of Roentgenology*. junio de 2017;208(6):1320-30.
5. Bokhari MR, Bokhari SRA. Arteriovenous Malformation of the Brain. En: *StatPearls [Internet] [Internet]*. StatPearls Publishing; 2023 [citado 31 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430744/>
6. Xie M, Wang H, Tang S, Chen M, Li T, He L. Application of dual-energy CT with prospective ECG-gating in cardiac CT angiography for children: Radiation and contrast agent dose. *European Journal of Radiology [Internet]*. 1 de enero de 2024 [citado 31 de octubre de 2025];170. Disponible en: https://www.ejradiology.com/article/S0720-048X%2823%2900543-0/fulltext?utm_source=chatgpt.com

7. Merchak A A. ANGIOTOMOGRAFIA COMPUTADA EN PEDIATRIA: EXPERIENCIA EN UN HOSPITAL PEDIÁTRICO. Revista chilena de radiología. 2008;14(2):73-9.
8. Suyama K, Nakahara I, Matsumoto S, Koge J, Tanabe J, Hasebe A, et al. High-resolution CT angiography for follow-up evaluation of intracranial aneurysms treated with the Woven EndoBridge device: comparison with digital subtraction angiography. J NeuroIntervent Surg. 20 de junio de 2025;jnis-2025-023628.
9. Rabinowich A, Shendler G, Ben-Sira L, Shiran SI. Pediatric low-dose head CT: Image quality improvement using iterative model reconstruction. Neuroradiol J. octubre de 2023;36(5):555-62.
10. Feng TY, Han XF, Lang R, Wang F, Wu Q. Subtraction CT angiography for the detection of intracranial aneurysms: A meta-analysis. Experimental and Therapeutic Medicine. 1 de mayo de 2016;11(5):1930-6.
11. Sánchez LIP, Maestro VG, Poleo YDS, Matos JCG, Recio FJR, Fernández JG, et al. Malformaciones arteriovenosas cerebrales: lo que el radiólogo debe saber. Seram [Internet]. 26 de mayo de 2022 [citado 31 de octubre de 2025];1(1). Disponible en: <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/9407>
12. Campos AC, Espíritu N, Espinoza AR, Chancafe SY, Bendezú DM, Campos AC, et al. 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. Horizonte Médico (Lima) [Internet]. abril de 2021 [citado 15 de noviembre de 2025];21(2). Disponible en:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1727-558X2021000200001&lng=es&nrm=iso&tlng=es

13. Panagopoulos D, Markogiannakis G, Themistocleous M. Ruptured Arteriovenous Malformation Anterior to the Brainstem to a Child with Subsequent Spontaneous Thrombosis: Case Report and Literature Review. *Am J Case Rep.* 1 de mayo de 2020;21:e923289-1-e923289-8.
14. Gopalan V, Rennie A, Robertson F, Kanagarajah L, Toolis C, Bhate S, et al. Presentation, course, and outcome of postneonatal presentations of vein of Galen malformation: a large, single-institution case series. *Dev Med Child Neurol.* abril de 2018;60(4):424-9.
15. in 't Veld M, Fronczek R, dos Santos MP, van Walderveen MAA, Meijer FJA, Willems PWA. High sensitivity and specificity of 4D-CTA in the detection of cranial arteriovenous shunts. *Eur Radiol.* 2019;29(11):5961-70.
16. Raman A, Uprety M, Calero MJ, Villanueva MRB, Joshaghani N, Villa N, et al. A Systematic Review Comparing Digital Subtraction Angiogram With Magnetic Resonance Angiogram Studies in Demonstrating the Angioarchitecture of Cerebral Arteriovenous Malformations. *Cureus.* 14(6):e25803.
17. LoPresti MA, Giridharan N, Pyarali M, Gadgil N, Kan PT, Niedwiecki C, et al. Pediatric intracranial arteriovenous malformations: Examining rehabilitation outcomes. *J Pediatr Rehabil Med.* 2020;13(1):7-15.
18. Gross BA, Frerichs KU, Du R. Sensitivity of CT angiography, T2-weighted MRI, and magnetic resonance angiography in detecting cerebral arteriovenous

- malformations and associated aneurysms. *J Clin Neurosci.* agosto de 2012;19(8):1093-5.
19. Klambauer K, Flohr T, Moser LJ, Mergen V, Eberhard M, Prokein A, et al. Reducing contrast media and radiation dose in CT angiography at low tube voltage: animal study with photon-counting detector CT. *Eur Radiol Exp.* 24 de marzo de 2025;9(1):37.
20. Zwanzger C, López-Rueda A, Campodónico D, Rosati S, Blasco J, San Román L, et al. Utilidad de la angio-TC para la caracterización de malformaciones arteriovenosas cerebrales con presentación hemorrágica comparada con la angiografía por sustracción digital. *Radiologia.* 1 de septiembre de 2020;62(5):392-9.
21. in 't Veld M, Fronczek R, dos Santos MP, van Walderveen MAA, Meijer FJA, Willems PWA. High sensitivity and specificity of 4D-CTA in the detection of cranial arteriovenous shunts. *Eur Radiol.* 1 de noviembre de 2019;29(11):5961-70.
22. Manejo de las malformaciones arteriovenosas intracraneales pediátricas [Internet]. [citado 31 de octubre de 2025]. Disponible en: https://www.jkns.or.kr/journal/view.php?doi=10.3340%2Fjkns.2024.0027&utm_source=chatgpt.com
23. Arkar U, Vesnaver TV, Gergeli AT, Bizjak N, Osredkar D. Children with Arteriovenous Malformations of the Central Nervous System: A Retrospective Study of 12 Pediatric Cases from a Single Tertiary Center in Slovenia. *Med Sci Monit.* 6 de marzo de 2022;28:e936240-1-e936240-8.

24. Dariushnia SR, Gill AE, Martin LG, Saad WE, Baskin KM, Caplin DM, et al. Quality Improvement Guidelines for Diagnostic Arteriography. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. 1 de diciembre de 2014;25(12):1873-81.
25. Kumamaru KK, Hoppel BE, Mather RT, Rybicki FJ. CT Angiography: Current Technology and Clinical Use. *Radiol Clin North Am*. marzo de 2010;48(2):213-35.
26. Lin WH, Zhang FP, Wang BQ, Huang RG, Zhan AL, Xiao HJ. Optimization of head and neck vascular CT angiography using variable rate bolus tracking technique and third-generation dual-source CT dual-energy scanning. *BMC Med Imaging*. 4 de marzo de 2025;25:72.
27. Rau A, Elsheikh S, Cimflova P, Stein T, Taschner CA, Hosp JA, et al. Contrast bolus timing in CT-angiography and CT-perfusion: insights from a large clinical dataset. *Neuroradiology*. 2025;67(5):1171-81.
28. Assker MM, Youssef AM, Mohammed SAS, Akar NM, Hashim MA, Kadhim N, et al. Cerebral arteriovenous malformations classification systems in comparison with Spetzler-Martin: A comparative review. *Surg Neurol Int*. 9 de mayo de 2025;16:173.
29. Li G, Wang G, Yu J, Hou K, Yu J. Regression of a symptomatic varix after transarterial embolization of a brain arteriovenous malformation: A case report and literature review. *Medicine (Baltimore)*. diciembre de 2019;98(52):e18418.

ANEXOS

ANEXO N° 1 Términos utilizados:

Población	Concepto	Contexto
Pacientes pediatric (0-17 años) con sospecha de MAV	Efectividad diagnóstica de la Angiotomografía computarizada (sensibilidad, especificidad, utilidad comparativa)	Servicios de radiología o diagnóstico por imágenes especializados en patología neurovascular pediátrica, hospital público pediátrico

¿Cuál es la efectividad diagnóstica y técnica de la Angiotomografía en la detección de malformaciones arteriovenosas cerebrales en población pediátrica?

ANEXO N° 2 Fórmulas de búsqueda utilizadas

NÚMERO	BÚSQUEDA	CANTIDAD
#1	“Infant” OR “Child, Preschool” OR “Child”	3,382,553
#2	(“computed tomography”) OR (“angiography tomography”)	1,419,523
#3	(“cerebral arteriovenous malformations”) OR (“Brain arteriovenous malformations”)	16260
#1 AND #2	AND (“computed tomography”) AND	
AND	(“angiography tomography”) AND (“cerebral	396
#3	arteriovenous malformations”) AND (“Brain arteriovenous malformations”)	

ANEXO N° 3 Criterios utilizados en el sistema de clasificación AVM de Spetzler-Martin

Nidus size (angiography)	Eloquent áreas	The pattern of venous drainage
Small: <3 cm	No: 0	Superficial drainage only: 0
Medium: 3 – 6 cm	Yes*: 1	Deep drainage**: 1
Large: >6 cm		

*Sensorimotor, speech or visual cortex; thalamus/hypothalamus; internal capsule; brainstem; deep cerebellar nuclei; cerebellar peduncles.

** Internal cerebral vein, basal vein of Rosenthal, or precentral cerebellar vein. Cerebellar hemispheric veins.

Fuente: Utilidad de la angio-TC para la caracterización de malformaciones arteriovenosas cerebrales con presentación hemorrágica comparada con la angiografía por sustracción digital

ANEXO N° 4 Rentabilidad diagnóstica de la angio-TC respecto a la angiografía por sustracción digital según clasificación de Spetzler-Martin

	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	VPP (%)	VPN (%)
Tamaño (≤ 3 cm)	93,75	50	83,33	75
Drenaje venoso profundo	100	72,73	78,57	100
Área elocuente	100	92,86	88,89	100

Fuente: Utilidad de la angio-TC para la caracterización de malformaciones arteriovenosas cerebrales con presentación hemorrágica comparada con la angiografía por sustracción digital.