

REPÚBLICA DOMINICANA
UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA – UNIBE



Facultad de Ciencias de la Salud
Escuela de Medicina

Trabajo Profesional Final para optar por el título de Maestría en
Radiología e Imágenes Diagnósticas

Evaluación de métodos radiológicos de alta especificidad utilizados para implementar planteamiento terapéutico de aneurismas y malformaciones cerebrales, y su correlación con hallazgos intraoperatorios en el Hospital General de la Plaza de la Salud, en período febrero 2021-febrero 2023

Realizado por:

Dr. Rafael Mercedes Terrero

Matrícula: 19-1060

Asesorado por:

Dra. Violeta González Pantaleón, asesora de metodología

Dr. Ramón De León Berras, asesor de contenido

Santo Domingo, Distrito Nacional

Junio, 2023

Los conceptos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de los sustentantes de esta.

Tabla de Contenido	
Resumen.....	3
Abstract.....	4
Dedicatoria.....	5
Introducción	6
Capítulo 1: El Problema	7
1.1 Planteamiento del problema	8
1.2 Preguntas de investigación	10
1.3 Objetivo General y Objetivos Específicos.....	11
1.4 Justificación.....	12
1.5 Limitaciones.....	13
Capítulo 2: Marco Teórico.....	14
2.1 Antecedentes y referencias	15
2.2 Marco conceptual.....	17
2.3 Contextualización.....	32
Capítulo 3: Diseño Metodológico.....	33
3.1 Contexto	34
3.2 Modalidades de trabajo final	34
3.3 Tipo de estudio	34
3.4 Variables	34
3.5 Métodos y Técnicas de Investigación	36
3.6 Instrumentos de Recolección de Datos.....	37
3.7 Consideraciones Éticas	37
3.8 Selección de Población y Muestra.....	37
3.9 Procedimientos para el procesamiento y análisis de datos.....	38
3.10. Criterios de inclusión	38
3.11 Criterios de exclusión	38
Capítulo 4: Resultados.....	39
Capítulo 5: Discusión y Conclusión.....	53
5.2 Conclusión	58
Capítulo 6: Recomendaciones	59
Referencias bibliográficas y anexos.....	61

Resumen

Introducción y objetivo: Los aneurismas cerebrales y las malformaciones arteriovenosas (MAV) son patologías que requieren de un método radiológico para su diagnóstico definitivo. Estos pueden ser la angiografía por tomografía (CTA), angiografía por resonancia magnética (MRA) o la arteriografía cerebral (DSA). El objetivo de esta investigación es identificar los métodos diagnósticos radiológicos utilizados para implementar un plan terapéutico de aneurismas cerebrales y MAV.

Material y Métodos: Estudio observacional, no experimental, descriptivo, correlacional, con información retrospectiva de corte transversal donde se recolectaron los estudios de imágenes y se analizaron los informes radiológicos, así como los expedientes clínicos de 26 pacientes con diagnóstico de aneurisma cerebral y MAV que fueron tratados en el HGPS en el período de febrero 2021-febrero 2023.

Resultados: En una población de 26 pacientes, se realizaron 14 estudios de CTA (54%), donde se diagnosticaron 11 casos de aneurisma cerebral y 3 casos de MAV; 7 estudios de arteriografía cerebral (27%), donde se diagnosticaron 5 casos de aneurisma cerebral y 2 casos de MAV; y 5 estudios de MRA (19%), donde se diagnosticaron 3 casos de aneurisma cerebral y 2 casos de MAV.

Conclusiones: La CTA es un método confiable, rápido y preciso para el diagnóstico de aneurismas cerebrales por lo que puede ser utilizado como estudio para planteamiento terapéutico de estos. La precisión de la MRA permite implementar un plan óptimo de tratamiento para las MAV. La arteriografía cerebral continúa siendo una herramienta de gran valor diagnóstico y terapéutico para ambas patologías.

Palabras claves: aneurisma cerebral, malformacion arteriovenosa, angiografia por tomografia, angiografia por resonancia magnética, arteriografia cerebral convencional.

Abstract

Introduction and objective: Cerebral aneurysms and arteriovenous malformations (AVM) are pathologies that require a radiological method for their definitive diagnosis. These can be computed tomography angiography (CTA), magnetic resonance angiography (MRA), or digital subtraction angiography (DSA). The objective of this research is to identify the radiological diagnostic methods used to implement a therapeutic plan for cerebral aneurysms and AVMs.

Material and Methods: Observational, non-experimental, descriptive, correlational study, with retrospective cross-sectional information where imaging studies were collected and radiological reports were analyzed, as well as the clinical records of 26 patients diagnosed with cerebral aneurysm and AVM who They were treated at the HGPS in the period February 2021-February 2023.

Results: In a population of 26 patients, 14 CTA studies (54%) were performed, where 11 cases of cerebral aneurysm and 3 cases of AVM were detected; 7 studies of DSA (27%), where 5 cases of cerebral aneurysm and 2 cases of AVM were detected; and 5 MRA studies (19%), where 3 cases of cerebral aneurysm and 2 cases of AVM were detected.

Conclusions: CTA is a reliable, fast, and precise method for the diagnosis of cerebral aneurysms, so it can be used as a study for their therapeutic approach. The precision of the MRA allows to implement an optimal treatment plan for AVMs. DSA continues to be a tool of great diagnostic and therapeutic value for both pathologies.

Keywords: cerebral aneurysm, arteriovenous malformation, tomography angiography, magnetic resonance angiography, digital subtraction angiography.

Dedicatoria

A nuestro padre creador, Dios todopoderoso, que ha permitido que podamos llegar hasta este momento. A mis familiares, amigos, colegas y maestros que han estado desde el inicio de este largo camino que aún continúa.

Introducción

Los aneurismas cerebrales y las malformaciones arteriovenosas son patologías que requieren de un método radiológico para su diagnóstico definitivo. El método diagnóstico por excelencia y que, al pasar de los años, todavía es considerado el estándar de oro para diagnosticar estas patologías, es la arteriografía cerebral o angiografía por sustracción digital (DSA) (1-12)

Con el advenimiento de nuevas tecnologías como la angiografía por tomografía (CTA) y la angiografía por resonancia magnética (MRA), se ha diversificado la manera de ver la patología vascular y estos se han posicionado de tal manera que pueden ser suficientes para hacer el diagnóstico definitivo y así poder ejecutar un planteamiento terapéutico. (3,5-12)

Un aneurisma cerebral es una dilatación anormal de una porción de una arteria intracraneal debida a una debilidad en la pared del vaso sanguíneo, influenciado por la presión arterial y la hemodinamia. (3-5,12-14) El manejo de estos puede ser conservador, tratamiento quirúrgico o terapia endovascular. (1-5,12-14)

Los aneurismas cerebrales son una patología relativamente común en la población adulta en todo el mundo con una prevalencia de 3.2%, vistos de manera incidental en estudios de resonancia magnética, (1-5) con una tasa anual de ruptura de aproximadamente 8 a 10 por cada 100,000. (2).

Las malformaciones arteriovenosas cerebrales (MAV) son lesiones vasculares que se caracterizan por una conexión directa entre arteria y vena sin red capilar. Las conexiones consisten en una maraña de canales dilatados anormales que no son ni arteriales ni venosos. La prevalencia de la MAV es de 10 a 18 por 100 000 habitantes. (6,12-15)

Las dos entidades son causa de hemorragia subaracnoidea espontánea, la cual se presenta en un 2% a 7% de todos los eventos cerebro vasculares, siendo la ruptura de aneurisma la causante en un 85% de los casos. (1-4)

Las técnicas radiológicas avanzadas de arteriografía cerebral, CTA y MRA son fundamentales para hacer el diagnóstico de estas patologías. (3-6). Así como también para la planificación del tratamiento y seguimiento del paciente. (3-6)

Capítulo 1: El Problema

1.1 Planteamiento del problema

La enfermedad aneurismática cerebral y las malformaciones arteriovenosas cerebrales (MAV) son causas importantes de hemorragia subaracnoidea espontánea (HSAe). Aunque la HSAe solo representa del 2% al 7% de todos los accidentes cerebrovasculares, representa una mayor proporción de morbilidad por accidente cerebrovascular debido a la incidencia de edad media más joven y por igual, una alta mortalidad. Dada estas causas, el diagnóstico preciso y oportuno es de suma importancia clínica y de ayuda para establecer una terapéutica adecuada. (1-6) Además identificando que los aneurismas intracraneales no rotos se encuentran en $\approx 3,2\%$ de la población adulta, es necesario tener presente esta entidad y que puede tener diversos abordajes terapéuticos. (1-4)

Estos abordajes terapéuticos pueden ser mediante tratamiento quirúrgico, radiocirugía o terapia endovascular neurológica (TEN). Los cuales han evidenciado resultados favorables demostrados en el seguimiento clínico de los pacientes y a través de estudios radiológicos controles, que nos hablan de la exclusión total de estas patologías; o en su defecto si aún existe persistencia o recanalización de estas entidades. (1,2)

El poder contribuir a resolver esta problemática de salud pública como son el diagnóstico de las patologías cerebrovasculares, es de sumo interés médico-científico. Al contar en nuestro centro de salud con los métodos diagnósticos radiológicos de alta sensibilidad y especificidad, como son la CTA, la MRA y la arteriografía cerebral convencional como gold standard; y de igual manera con los recursos para implementar una terapéutica adecuada tanto quirúrgico o como la terapia endovascular neurológica (TEN), nos permite identificar si se están obteniendo los resultados esperados. (3,5-6)

El poder contar con un sistema computarizado para el archivado digital de imágenes médicas (PACs) y de registro de expedientes médicos, nos permite determinar la efectividad que han tenido estas intervenciones en nuestros pacientes y poder comparar los diferentes abordajes terapéuticos implementados.

Elegimos realizar esta investigación estudiando los casos tratados de patologías aneurismática y MAV estableciendo un período de 2 años, analizándolos de manera retrospectiva, enfocados en la realización de una CTA, MRA o la necesidad del método gold standard. Esto para crear precedente y que sirva como una referencia a investigaciones subsecuentes en nuestro centro de salud, así como en nuestro país pudiendo tener evidencia científica propia que permita el mejor trato hacia nuestros pacientes. (7-9)

La evaluación subsecuente por los especialistas de lugar, dentro de estos: neurólogos, neurorradiólogos, neurocirujanos, neurointervencionistas y radioterapeutas, luego del diagnóstico certero es fundamental aportar en la toma de una conducta terapéutica adecuada y sobre todo en conjunto, ya que la complejidad de algunos de estos casos puede necesitar una terapia combinada. (3,5-6)

La falta de conocimiento a quien va dirigido el paciente y las diferentes formas de tratarlo es algo que puede llevar a una complicación inoportuna. (2) Es por eso por lo que conocer que existen varias maneras de tratar estas patologías puede ser una alternativa hábil que logra la buena evolución de los pacientes. (2)

Es de interés conocer, cual fue el estudio radiológico no invasivo más efectivo (CTA, MRA), o si fue necesario la realización de DSA como método gold estándar para el diagnóstico de aneurismas y malformaciones arteriovenosas tratadas en nuestro centro de salud y de igual manera cual ha sido el método diagnóstico para el seguimiento posquirúrgico de estos pacientes.

Así como también conocer cuáles fueron los estudios radiológicos implementados de antesala que llevaron a la realización de CTA, MRA o arteriografía cerebral convencional.

1.2 Preguntas de investigación

¿Cuáles métodos diagnósticos radiológicos de alta especificidad son más utilizados para implementar un planteamiento terapéutico de aneurismas y malformaciones cerebrales, y su correlación con hallazgos intraoperatorios en el Hospital General de la Plaza de la Salud en el período de febrero 2021-febrero 2023?

¿Cuáles fueron las patologías cerebrovasculares diagnosticadas por CTA, MRA o arteriografía cerebral convencional y que fueron tratadas subsecuentemente en el Hospital General de la Plaza de la Salud en el período de febrero 2021-febrero 2023?

¿Fue necesario la utilización de arteriografía cerebral convencional para confirmar el diagnóstico radiológico de aneurismas y malformaciones cerebrales una vez ya establecido por CTA o MRA?

¿Cuáles fueron los métodos diagnósticos radiológicos utilizados para dar seguimiento posquirúrgico de los pacientes tratados por aneurismas y malformaciones cerebrales en el Hospital General de la Plaza de la Salud en el período establecido?

¿Cuáles fueron las características demográficas y los factores de riesgos de los pacientes con patología de aneurismas y malformaciones cerebrales que han sido diagnosticados por CTA, MRA o arteriografía cerebral convencional y tratados en el Hospital General de la Plaza de la Salud?

¿Cuáles fueron los estudios radiológicos que sirvieron de antesala (CT y/o MR) para el uso de arteriografía cerebral convencional, CTA y MRA?

¿Cuáles fueron los signos y síntomas iniciales que presentaron los pacientes con diagnóstico de aneurisma y malformaciones arteriovenosas cerebrales?

1.3 Objetivo General y Objetivos Específicos

Objetivo General

- Evaluar los métodos radiológicos de alta especificidad utilizados para implementar planteamiento terapéutico de aneurismas y malformaciones cerebrales, y su correlación con hallazgos intraoperatorios en el Hospital General de la Plaza de la Salud, en período febrero 2021-febrero 2023

Objetivos Específicos

- Identificar las patologías cerebrovasculares diagnosticadas por CTA, MRA o arteriografía cerebral convencional y que fueron tratadas en el Hospital General de la Plaza de la Salud en el período de febrero 2021-febrero 2023.
- Comparar diagnósticos de patologías cerebrovasculares obtenidos mediante CTA, MRA con la arteriografía cerebral convencional de pacientes que fueron tratados en el HGPS.
- Valorar los métodos diagnósticos utilizados para seguimiento posquirúrgico de los pacientes tratados en el Hospital General de la Plaza de la Salud en el período de febrero 2021-febrero 2023.
- Determinar las características demográficas y los factores de riesgos de los pacientes con aneurisma y/o malformaciones cerebrales que han sido diagnosticados por CTA, MRA o arteriografía cerebral convencional y tratados en el Hospital General de la Plaza de la Salud.
- Identificar los estudios radiológicos que sirvieron de antesala (CT y/o MR) para el uso de CTA, MRA y arteriografía cerebral convencional.
- Conocer los signos y síntomas iniciales que presentaron los pacientes con diagnóstico de aneurisma y malformaciones arteriovenosas cerebrales.

1.4 Justificación

La complejidad de las patologías que planteamos estudiar amerita un espacio en la ciencia. Tener una estadística propia y antecedentes de investigación para así documentar los casos que fueron diagnosticados por CTA, MRA o arteriografía cerebral y luego tratados mediante diferentes abordajes, nos puede ayudar a saber qué estamos haciendo, qué aspectos podemos mejorar y qué operaciones podemos agregar a nuestro protocolo de actuación para obtener mejores resultados. (3,5-6)

Es trascendental abordar esta problemática desde el punto de vista radiodiagnóstico, porque nos permite implementar un tratamiento adecuado al realizar un diagnóstico oportuno. (3-6) Identificar cuál método diagnóstico es menos inocuo y más específico, antes de realizar la angiografía cerebral nos ahorraría tiempo de diagnóstico y de actuación terapéutica que se traduce en beneficios para el paciente y para el centro de salud. (3,5-6)

Al realizar este estudio podemos demostrar el avance que han tenido los métodos diagnósticos radiológicos no invasivos, ver cuál muestra mayor sensibilidad y también manifestar que todavía la arteriografía cerebral convencional sigue siendo el estudio gold standard en cuanto al diagnóstico de la patología cerebrovascular. (3,5-9)

Toda esta confluencia nos hace tener las siguientes interrogantes, ¿Es necesario la utilización de la arteriografía cerebral para establecer un manejo de estas patologías? ¿Cuál de los métodos diagnósticos no invasivos nos ha orientado más con respecto a las patologías cerebrovasculares? (3-6). El estudio apropiado nos lleva a profundizar en cómo mejorar nuestra preparación de recursos humanos para poder brindar un servicio de calidad estandarizada, así como la adquisición de nuevas tecnologías vanguardistas en el área que nos permitan implementar un diagnóstico y una subsecuente terapéutica de alto nivel. (3,5-6)

Contribuir a nuestro país con una búsqueda propia, evaluando los datos demográficos obtenidos nos puede ayudar en un futuro a saber cuál es el próximo paso y poder pautar nuestras propias guías de tratamiento. Además, puede servir como antecedente para próximas exploraciones y poder hacer investigaciones cruzadas con otros países de la región o incluso de otros continentes y así comparar el comportamiento de estas patologías. (3,5-6)

1.5 Limitaciones

La realización de estudios extrahospitalarios de pacientes que continuaron un seguimiento institucional, pero sin evidencia radiológica.

Imágenes diagnosticas en el PACs, pero sin evidencia clínica en el sistema de almacenamiento de expedientes.

La reducida población presente en este estudio pudo afectar los datos estadísticos y no coincidir en algunas ocasiones con estadísticas internacionales.

Capítulo 2: Marco Teórico

2.1 Antecedentes y referencias

Los estudios radiológicos han jugado un papel de suma importancia en el diagnóstico de aneurismas y malformaciones arteriovenosas cerebrales. (3,6-8) El día de hoy continúan siendo valiosos y se han desarrollado de tal manera que tenemos varias opciones para elegir, obteniendo resultados favorables. (3,6-8) En la actualidad contamos con métodos diagnósticos de alta sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de patología cerebrovascular, cada una con sus ventajas y desventajas, que dependiendo de la condición clínica del paciente permite elegir una sobre las demás. (3,6).

La CTA, MRA y la arteriografía cerebral convencional se han comparado en un sin número de ocasiones buscando la mejor opción entre ellos. En el artículo publicado por Xiao Wang y colaboradores, en el año 2020, en *Journal of Neuroimaging*, se evaluó retrospectivamente la CTA, MRA con secuencia TOF y contrastada; y la arteriografía cerebral para caracterizar aneurismas gigantes en 21 pacientes. En el que se concluyó que CTA, MRA secuencia TOF y contrastada son equivalentes en la delimitación del tamaño de aneurismas gigantes. Sin embargo, la MRA secuencia TOF y contrastada, parecen ser inferiores a CTA en la demostración del tamaño/permeabilidad luminal, probablemente debido a la pérdida de señal resultante de la presencia de trombos intraluminales y turbulencias de flujo. Además, la CTA es superior a la arteriografía cerebral para determinar la permeabilidad de la luz en aneurismas cerebrales gigantes, probablemente debido al realce luminal relacionado con múltiples pases de la CTA, mientras que la arteriografía cerebral general llena la lesión a través del primer pase de realce o poco después. Además, la CTA también puede demostrar mejor el trombo intraluminal, las estructuras anatómicas adyacentes y los bordes calcificados. (7)

De la misma manera, un metaanálisis publicado por J.S. McDonald y colaboradores, en el año 2013, titulado *Use of CT Angiography and Digital Subtraction Angiography in Patients with Ruptured Cerebral Aneurysm: Evaluation of a Large Multihospital Data Base* en el cual se identificaron un total de 4,972 pacientes (1,022 clipaje, 3950 embolización) en 116 hospitales. En el cual, el porcentaje de pacientes con HSA que se sometieron a una CTA previa al tratamiento aumentó significativamente del 20% en 2006 al 44% en 2011 (p 0,0001), mientras que el porcentaje de pacientes que se sometieron a arteriografía cerebral permaneció sin cambios del 96 al 94% (p 0,28). Esta tendencia de la CTA se observó en pacientes embolizados (17 % a 42 %, p

0,0001) y pacientes con clipaje (32 % a 54 %, p 0,0001). Hubo un aumento significativo en el porcentaje de pacientes que se sometieron a estudios por imágenes después del tratamiento del 41% en 2006 al 48% en 2011 (p 0,0037). Esta tendencia se observó en pacientes con clipaje (33–65 %, P 0,0001) pero no en pacientes embolizados (43–45 %, P 0,62). Se concluyó que, para la evaluación previa al tratamiento de aneurismas rotos, el uso de CTA aumentó entre 2006 y 2011 sin una disminución correspondiente en el uso de arteriografía cerebral. Estos resultados plantean la cuestión de la posible redundancia sin valor clínico añadido de la segunda prueba. (8)

Un estudio publicado por C. Kouskouras y sus colaboradores en el Journal Neuroradiology, en 2004 titulado Intracranial aneurysms: evaluation using CTA and MRA. Correlation with DSA and intraoperative findings. Con el fin de determinar si la CTA y la MRA pueden proporcionar la información necesaria para la evaluación prequirúrgica, con la cual compararon ciegamente los resultados de la CTA y la MRA con los resultados de la arteriografía cerebral y los hallazgos intraoperatorios. Donde evaluaron 35 pacientes con el posible diagnóstico clínico de aneurisma intracraneal. Dando como resultado que tanto la CTA como la MRA pueden proporcionar información preoperatoria valiosa sobre la ubicación, las características y las relaciones de la mayoría de los aneurismas intracraneales. También quedó demostrado que la calcificación mural es información única que solo puede obtenerse mediante CTA. Con la CTA las reconstrucciones MIP, MPR y 3D brindan información única que tiene un impacto en la planificación quirúrgica. (9)

Artículo publicado por Jigang Chen, en el 2020, titulado Cost-Effective Analysis of Different Diagnostic Strategies in Screening for Aneurysms After Spontaneous Subarachnoid Hemorrhage el cual tuvo como objetivo investigar si la CTA o la MRA siguen siendo la estrategia de detección óptima en pacientes con hemorragia subaracnoidea espontánea (HSA), mostrando que MRA era la estrategia más rentable. La arteriografía cerebral no fue rentable en comparación con CTA o MRA a menos que más del 91,56% de los pacientes fueran tratados con embolización. Y concluyendo que la arteriografía cerebral no es rentable en comparación con CTA o MRA y no debe usarse como la herramienta de diagnóstico inicial para SAH espontánea. (10)

Otro artículo publicado por Anna M H Sailer, en 2013, el cual se estudia la rentabilidad de los métodos diagnósticos, este comparando la rentabilidad de la CTA, MRA y la arteriografía cerebral

en el primer año tras el sangrado. Arrojo como resultado que la arteriografía cerebral fue la opción diagnóstica más eficaz, seguida de CTA y de MRA. Concluyéndose que una estrategia combinada de CTA y arteriografía cerebral es el enfoque de diagnóstico más rentable primer año tras el sangrado. (11)

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Hemorragia Subaracnoidea espontanea (HSAe)

Concepto

Es la extravasación de sangre al espacio subaracnoideo. Es un tipo de hemorragia cerebral poco frecuente con relación a los demás que afecta pacientes de edad media de 55 años. Está descrito que en el 85% de los casos es producto de la rotura de un aneurisma cerebral sacular. (1-5)

La HSAe representa el 5% de los todos los casos de accidentes cerebrovasculares. A pesar de ser una de las menos frecuentes, ocasiona una alta morbimortalidad por ser la que afecta a pacientes más jóvenes. (1-2)

Epidemiología

La HSA representa el 3% de los accidentes cerebrovasculares y el 5% de las muertes por accidentes cerebrovasculares. Afectando a pacientes menores de 60 años en su mayoría, con un pico en su incidencia de 50 a 60 años. La incidencia documentada va de 9.1 casos por 100 000 habitantes y año. (1-2)

Factores de riesgo

Dentro de los factores de riesgo más destacados afecta más frecuente el sexo femenino 1.6 veces más que los hombres. Una cantidad de factores de riesgo modificables de los cuales tenemos el tabaquismo, la hipertensión y el consumo excesivo de alcohol y el hipercolesterolemia. Evidentemente los antecedentes familiares son tomados en cuenta. Parientes de primer grado son responsables del 11% de los casos. La relación con patologías que afectan el colágeno y la enfermedad poliquística autosómica dominante es responsable del 0-3% de los casos. (1-2)

Fisiopatología

Como etiología principal en más de 85% de los casos de HSAe, están los aneurismas cerebrales. Estos son lesiones adquiridas que se desarrollan en los puntos de ramificación de las arterias principales siendo el área principal, el polígono de Willis. (2)

Se desarrollan en respuesta al deterioro de la lámina interna provocada por el estrés hemodinámico, con enflaquecimiento secundario y pérdida de la capa media. El tamaño medio de un aneurisma roto es de 6-7 mm. La hemorragia subaracnoidea aneurismática extravasa sangre en el espacio subaracnoideo en la mayoría de los casos. El drenaje a ventrículos y la presencia de hematomas intraparenquimatosos es frecuente, pero las hemorragias en el espacio subdural son infrecuentes (<5%). Esto es algo a tomar en cuenta al momento de hacer el diagnóstico por exclusión del diagnóstico al ver un hematoma subdural agudo. (2)

La lesión cerebral por hemorragia subaracnoidea tiene dos fases de producción. En la primera hay una lesión cerebral temprana que se evidencia por el grado neurológico del paciente, causada por la isquemia global transitoria y los efectos tóxicos de la sangre subaracnoidea. La destrucción directa del tejido cerebral por una hemorragia intracerebral es otro factor. La segunda fase, es una fase retardada de lesión cerebral en la que el deterioro neurológico es ocasionada por a la isquemia cerebral retardada y se desarrolla en 1/3 de los pacientes entre 3 y 14 días después de la hemorragia. (2)

Existe una respuesta sistémica a la hemorragia subaracnoidea que puede afectar a los pulmones y ocasionar un edema pulmonar o un síndrome de distrés respiratorio agudo, también afectación al corazón produciendo arritmias, anomalías de la contractilidad y de igual manera al equilibrio de líquidos y electrolitos. En adición puede causar un síndrome de respuesta inflamatoria sistémica. Visible también un descontrol sistémico en el cual se produce un aumento de catecolaminas, péptidos natriuréticos, activación del sistema renina-angiotensina y citoquinas inflamatorias. (2)

Presentación clínica

El síntoma cardinal de la HSAe es la cefalea de intensidad severa. Aparece en alrededor del 70% de los pacientes, con la característica de ser de inicio súbito (cefalea en trueno) y de alcanzar su máxima gravedad en el minuto siguiente a su aparición, en el 50% de estos pacientes. En la mitad de los casos la cefalea es el único síntoma de presentación. Otros síntomas que se pueden añadir a

los cuadros de HSAe son las náuseas, vómitos, pérdida de conciencia transitoria o continua, o déficits neurológicos focales, fotofobia y signos de irritación meníngea. Las reglas de Ottawa para la HSA ayudan al diagnóstico con una sensibilidad de un 100%. (2)

Los pacientes pueden clasificarse de forma variable según el sistema de clasificación de hemorragia subaracnoidea que se utilice localmente. Lo más común es usar el sistema de calificación de Hunt and Hess o el sistema de calificación de WFNS. (1-4)

Escala de Hunt and Hess

Grado Criterios

- 0 aneurisma no roto
 - I Asintomático, o leve cefalea y rigidez de nuca.
 - Ia Consciente, sin signos meníngeos, déficit focal
 - II Cefalea o rigidez de nuca moderada o severa, o paresia de par craneal.
 - III Somnoliento o confuso o con focalidad neurológica leve.
 - IV Estuporoso o déficit neurológico moderado, o severo.
 - V Coma profundo. Moribundo, con insuficiencia de los centros vitales y rigidez extensora.
- (1,2)

Diagnóstico y evaluación por imágenes

El método de imagen de elección en el diagnóstico de hemorragia subaracnoidea es la tomografía computarizada simple, con una sensibilidad de 100% para la sangre, influenciada tanto por la cantidad de sangre como por el tiempo transcurrido desde la hemorragia. (1,2)

El diagnóstico se sospecha cuando se observan imágenes hiperdensas llenando el espacio subaracnoideo que normalmente no se encuentran en esta zona. Más comúnmente, esto es evidente alrededor del polígono de Willis, debido a que la mayoría de los aneurismas saculares ocurren en esta región (~65 %) o en la fisura de Silvio (~30 %). (1,2)

Las hemorragias subaracnoideas se agrupan en cuatro categorías según la cantidad de sangre en la Tomografía simple, según la escala de Fisher. La cual correlaciona la cantidad de sangre con el riesgo de vasoespaso.

Se clasificada en 4 categorías por la escala de Fisher. Estos son: grado I, no sangre cisternal; grado II, sangre difusa fina, < 1 mm en cisternas verticales; grado III, coágulo grueso cisternal, >1 mm en cisternas verticales, grado IV, hematoma intraparenquimatoso, hemorragia intraventricular, +/- sangrado difuso. (1,2)

En la RM la sangre puede ser vista con facilidad en las primeras 12 horas. En este período es sensible y puede verse como una hiperintensidad en ecos de Flair en el espacio subaracnoideo. Otras secuencias ponderadas como la de susceptibilidad magnética, también pueden ayudar, ya que son muy sensibles a los productos sanguíneos. (1,2)

La angiografía por RM es importante al momento de buscar la etiología, ya que los aneurismas cerebrales pueden ser visibles en esta o evidenciar otra causa. Como dificultad está el tiempo de exploración más prolongado y mayor dificultad para trasladar y cuidar al paciente. La ventaja que proporciona la RM en casos de HSAe, es que al utilizar imágenes ponderadas en difusión pueden demostrar cambios isquémicos tempranos (dentro de 0 a 3 días). Además, la isquemia tardía detectada en difusión, asociada con el desarrollo de vasoespasmos 4-21 días después del ictus, puede desarrollarse en aproximadamente la mitad de todos los pacientes. (2,3,5)

La angiografía cerebral es el gold estándar para verificar la etiología vascular de la hemorragia, en gran medida por su mayor resolución espacial. Esto se debe a que posee mayor capacidad para delinear vasos pequeños y caracterizar la morfología vascular. (1-14)

2.2.2 Aneurismas cerebrales

Un aneurisma cerebral es una zona de debilidad en una arteria del cerebro que se dilata y sobresale recibiendo un flujo sanguíneo turbulento. (4,12)

Clasificación de los aneurismas

Existen diferentes formas de clasificar los aneurismas cerebrales, dentro de estas tenemos según la morfología, el tamaño, la ubicación y la etiología:

Una de las clasificaciones más usadas es de acuerdo con su morfología (3,12)

Aneurisma sacular: Es un saco que puede ser redondeado o polilobulado que contiene sangre, que está adherido a una arteria principal o una de sus ramas. Es la forma más común y generalmente se encuentra en las arterias que forman el polígono de Willis. (3-5,12)

Aneurisma fusiforme: Son dilataciones de toda la pared del vaso en una distancia corta. La dilatación arterial circunferencial resulta de la afectación patológica de toda la arteria. (3-5,12)

Aneurisma micótico: Este ocurre como resultado de una infección que afecta las arterias cerebrales. La infección debilita la pared arterial y provoca la formación de un aneurisma. (3-5,12)

-Según su tamaño: pequeño < 11mm, grande >11mm y < 25 mm; y gigante >25 mm. (3-5,12)

2.2.3 Aneurisma cerebral sacular

Concepto

Los aneurismas saculares son evaginaciones focales redondeadas, ovaladas o polilobuladas, que suelen surgir en las bifurcaciones arteriales. Representan la gran mayoría de los aneurismas intracraneales y son la causa más común de hemorragia subaracnoidea no traumática. La mayoría se encuentra en zonas de bifurcación de las arterias, en su mayoría en el polígono de Willis. (1-5,12-14)

Epidemiología

Existe una prevalencia en la población general asintomática reportada en un amplio rango (0,2-8,9%) cuando se examina mediante angiografía. Cabe destacar que en un 15-30% de estos pacientes se encuentran múltiples aneurismas. (3-5,12-14)

Enfermedades asociadas

Los aneurismas cerebrales se han asociado con una gran diversidad de enfermedades. Dentro éstas aquellas que tienen alteración en el tejido conectivo, Tales como: síndrome de Ehlers-Danlos (tipo IV), síndrome de Marfan, poliquistosis renal autosómica dominante, coartación de aorta, válvula aórtica bicúspide, neurofibromatosis tipo 1, telangiectasia hemorrágica hereditaria, deficiencia de alfa 1 antitripsina, displasia fibromuscular, aneurismas de aorta torácica y abdominal. (3-5,12-14)

Localización

Los aneurismas saculares en su mayoría suelen ocurrir en los puntos de ramificación de los vasos más grandes. Aproximadamente el 90% de estos aneurismas surgen de la circulación anterior siendo el complejo ACA/ACoA el lugar más frecuente con un 30 a 40%, luego afectación de ICA supraclinoidea y unión ICA/PCoA: ~30 %, continuando con la cerebral media en 20% y la circulación posterior con un 10%. (3-5,12-14)

Presentación clínica

De aneurisma no roto

Generalmente los aneurismas no rotos no muestran síntomas. Usualmente se diagnostican durante la evaluación de otra patología. Este es el caso de una hemorragia de otro aneurisma donde es evidenciado en un 30,4 %, en investigación por cefalea (23,7 %), en el estudio de enfermedad cerebrovascular isquémica o accidente isquémico transitorio (10,6 % y 10,5 %, respectivamente), en parálisis de un nervio craneal (8,0 %), también en el estudio de convulsiones (2,9 %), presencia de síntomas de efecto de masa (2,7 %), en menor medida en estudio de una hemorragia subdural o intracerebral (1,2 %), tumor cerebral (0,8 %), trastornos degenerativos del sistema nervioso central (0,4 %) e indefinido “ hechizos” (7,1%). (3-5,12-14)

Aneurisma roto

El paciente padece una cefalea de inicio súbito que es descrita como la peor cefalea de su vida en el 80% de los pacientes, la cual puede permanecer como síntoma único o acompañarse síntomas que incluyen náuseas y/o vómitos, rigidez en el cuello, fotofobia, pérdida breve del conocimiento o déficits neurológicos focales (incluidas las parálisis de los nervios craneales). Una cefalea de advertencia o centinela que precede la hemorragia es asociada con la ruptura del aneurisma también se informa entre el 10% y el 43% de los pacientes. (3-5,1214)

A pesar de la presentación clásica de la ruptura aneurismática, los hallazgos individuales ocurren de manera inconsistente, y debido a que el tipo de dolor de cabeza es lo suficientemente variable, el diagnóstico erróneo o el diagnóstico tardío son comunes. Antes de 1985, el diagnóstico erróneo de HSA ocurría en hasta el 64 % de los casos, y los datos más recientes sugieren una tasa de diagnóstico erróneo del 12 %. (3-5,12)

Diagnóstico y evaluación por imágenes

Para el diagnóstico de aneurisma cerebral se utilizan diferentes medios que se han venido usando y modernizando al pasar de los tiempos. Encontramos técnicas de arteriografía convencional, CTA y MRA los cuales ayudan al diagnóstico de patologías vasculares cerebrales. Estos tienen sus ventajas, pero también sus desventajas y todos pueden ser utilizados para diagnosticar esta patología. (3-5,12,15-16)

Tomografía computarizada

Con el avance tecnológico de la tomografía computarizada surge la angiografía por tomografía. Esta con una gran sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de aneurismas cerebrales. Es una alternativa adecuada para el paciente al cual es contraindicada la arteriografía convencional.

Sin embargo, presentan una menor sensibilidad para los aneurismas más pequeños <3 mm. Un metaanálisis en 2003, de 21 estudios el cual incluyó 1251 pacientes dio como resultado una sensibilidad del 93,3% y una especificidad del 87,8% para la CTA en comparación con la arteriografía cerebral. (5)

Hay que destacar que la CTA permite caracterizar otras densidades y estructuras en el estudio, como es el caso de identificar las calcificaciones murales y trombos, esto puede ser de suma importancia al momento de decidir el manejo adecuado de los pacientes. Por estas características la CTA puede ser considerada para el diagnóstico inicial de la patología aneurismática. (3,5)

La CTA puede estar limitada por artefactos por material metálico (coils, stents y clips). Lo anterior reduce su utilidad como alternativa a la arteriografía cerebral convencional como técnica de seguimiento para imágenes no invasivas en aneurismas tratados. Además la exposición asociada a la radiación también es significativa. (3,5)

Resonancia magnética

La obtención de imágenes de aneurismas con MRA utiliza imágenes ponderadas en secuencia TOF (Time of flight) o la inyección de contraste. En estudios anteriores se informa que la MRA tiene una sensibilidad de detección que oscila entre el 74% y el 98%. Con un promedio de 79% en radiólogos experimentados. Siendo el tamaño del aneurisma un factor importante. Los aneurismas > 3mm, tuvieron una sensibilidad de un 89%. Por lo que la MRA puede ser útil en el diagnóstico de aneurismas > de 3 mm. (3-5)

En estudios actuales de aneurismas pequeños (≤ 5 mm) con resonadores de 3 Teslas, utilizando secuencias TOF, se demostró una precisión muy alta (96,4%–97,3%), con relación a la arteriografía cerebral. Mostrando un mejor nivel de precisión y utilizando los protocolos apropiados, precisó que incluso los aneurismas pequeños deberían detectarse. (3,5)

Para el seguimiento después del tratamiento con stents, coils y clips, a pesar de los artefactos producidos, la MRA es una buena opción no invasiva para el seguimiento de estos pacientes. En estudios anteriores se evidenció la alta sensibilidad (92%) de detección de recanalización de aneurisma luego de embolizados y una especificidad de un 96% en comparación con la arteriografía cerebral. (3,5,12)

Sin embargo, con los aneurismas tratados, los artefactos de susceptibilidad resultantes en la MRA pueden causar una subestimación del tamaño del aneurisma residual o recurrente, y puede ser necesaria una arteriografía convencional para determinar la necesidad de un nuevo tratamiento. En el seguimiento de los aneurismas tratados, la resonancia magnética es una opción razonable por su alta sensibilidad para un aneurisma residual, la falta de artefactos que produce con los dispositivos metálicos, no así observados en la tomografía. Tampoco es invasivo como la arteriografía cerebral convencional ni se ve en la necesidad de utilizar medio de contraste. Por tales razones es una opción adecuada para pacientes con compromiso renal o en los que los riesgos de exposición a la radiación son relevantes. (3-5)

Angiografía por sustracción digital

La angiografía por sustracción digital (DSA) sigue siendo el "estándar de oro" del diagnóstico de aneurismas cerebrales. La incorporación de nuevas tecnologías, entre ellas la llegada de la angiografía rotacional tridimensional (3D), ha permitido la obtención de imágenes aún más detalladas que con las imágenes planares bidimensionales. Asimismo, ha aumentado la sensibilidad incluso en aneurismas menores de 3 mm. (3,5,15-19)

Es cierto que la arteriografía cerebral es el gold estándar, pero esta no al exonera de riesgos, ya que es un método diagnóstico invasivo, donde pueden ocurrir, eventos adversos relacionados con el contraste, infarto cerebral, ruptura de aneurisma, lesión arterial u otras. (3,5)

Si se está considerando realizar una intervención terapéutica para estas patologías, la arteriografía cerebral puede ser de gran utilidad, pues permite una definición morfológica y de localización exacta. De igual manera es el estudio más sensible para el seguimiento de aneurismas tratados. (1-5;15-19)

Tratamiento conservador, clipaje o embolización

Existen tres opciones para el tratamiento de los aneurismas intracraneales, estas son: la observación, el clipaje mediante craneotomía y la terapia endovascular (embolización). (1-5)

La observación consiste en imágenes de seguimiento periódicas de rutina y visitas al médico para revisar los estudios control. (1-5)

El clipaje de aneurismas requiere la realización de una craneotomía donde se colocan clips permanentes a través del cuello del aneurisma, excluyéndolo de la circulación. (4,23-24) Siempre que las condiciones clínicas del paciente lo permitan y la morfología del aneurisma, debe ser considerada la obliteración completa del aneurisma (3).

La embolización es la técnica que, con el uso de técnicas angiográficas, se hace avanzar un microcatéter hasta microcateterizar el aneurisma y se despliegan coils dentro del aneurisma, de esta forma disminuir la cantidad de sangre o detener sangre del relleno del aneurisma. (4,15-16)

Una vez roto el aneurisma es necesario la ejecución del clipaje quirúrgico o la colocación de coils endovasculares lo antes posible en la mayoría de los pacientes para reducir la tasa de resangrado después de una HSAe. (3) La decisión de cual técnica quirúrgica a utilizar, si clipaje por craneotomía o embolización, debe ser tomada multidisciplinaria basada en las características del paciente y del aneurisma. (3,15-16)

Hay ciertas condiciones donde la evidencia ha demostrado cual técnica es favorable a la otra. Pacientes que presenten hematomas intraparenquimatosos grandes (>50 ml) y aneurisma de arteria cerebral media, se benefician de clipaje por craneotomía; de igual manera pacientes ancianos mayores de 70 años que presentan HSAe de bajo grado y/o pacientes con aneurismas del tope de la arteria basilar se benefician de la terapia endovascular. (3).

2.2.4 Malformaciones Cerebrovasculares

Concepto

Las malformaciones cerebrovasculares (MCV) son un grupo diverso de alteraciones genéticas y morfológicas que afectan arterias, capilares, venas o varias combinaciones de vasos. (12)

Al existir una gran variedad de estas, así mismo es su presentación clínica y de igual manera su manejo subsecuente. Este último dependerá del tipo, ubicación, tamaño y características hemodinámicas. Algunas MCV, como las malformaciones arteriovenosas y cavernosas, pueden sufrir una hemorragia inesperada, pero también están las malformaciones de desarrollo venoso o piales, las cuales casi siempre son clínicamente silenciosas. (12)

Epidemiología

Es de suma dificultad estimar la prevalencia de las MCV por la falta de precisión de los casos. Las tasas de ingreso hospitalario por MCV va de 1,5-1,8 casos por 100.000 años-persona aproximadamente. Las MCV causan alrededor del 5% de todas las hemorragias intracraneales no traumáticas. (12)

Clasificación

La gran variedad de las malformaciones cerebrovasculares hace que sea complejo clasificarlas de una sola manera, por lo que a medida que hemos ido evolucionando en la ciencia, de la misma manera diferentes autores han creado diversas formas de clasificarlas. En general, las MCV se han clasificado tradicionalmente por histopatología. A partir de esta han surgido otras, por embriología y genética molecular y también con un enfoque más práctico una clasificación funcional. Las más utilizados son histopatología y funcional. (12)

Clasificación histopatológica

Esta es la clasificación más utilizada en los textos de neuropatología y clasifican las MCV en 4 tipos principales: (1) malformación arteriovenosa, (2) angioma venoso, (3) telangiectasia capilar y (4) malformación cavernosa. (12)

Clasificación funcional

Esta clasificación es muy utilizada por los neurointervencionista endovasculares, quienes se dividen todas las MCV en 2 categorías básicas: MCV que muestran derivación (shunt) arteriovenosa y MCV sin derivación (shunt) AV. La presencia de shunt le da la característica de alto flujo. Dentro de éstas tenemos: (1) Malformación arteriovenosa cerebral (MAV); (2) Angiopatía proliferativa cerebral, (3) Fístula arteriovenosa dural (FAVD); (4) Malformación aneurismática de la vena de Galeno; y, la (5) Fístula arteriovenosa pial (FAVP), éstas requieren tratamiento de preferencia endovascular. Las MCV sin shunt que son de bajo flujo tenemos: (1) Malformación cavernosa cerebral (venosa), (2) Telangiectasia capilar; (3) Anomalía venosa del desarrollo (DVA), (4) Várice venosa cerebral, (5) Seno pericranii, y, (6) Malformación vascular mixta. (12)

2.2.5 Malformación Arteriovenosa Cerebral (MAV)

Las malformaciones arteriovenosas cerebrales (MAV) son un tipo de malformación vascular intracraneal de alto flujo compuesta por arterias alimentadoras agrandadas, un nido de vasos estrechamente asociado con el parénquima cerebral a través del cual se produce la derivación arteriovenosa y venas de drenaje. Es el tipo más frecuente. (6,12)

A pesar de ser una anomalía congénita, éstas muy rara vez se diagnostican en el nacimiento. Su diagnóstico generalmente a una edad media de 31 años. (6,12)

Epidemiología

Se estima que las MAV pueden ser vistas en un 4% de la población y de ésta, solo el 12% se vuelve sintomático. (6,12)

Patología

La etiología de las MAV todavía es incierta, pero su desarrollo está muy relacionado con la desregulación de la proliferación endotelial mediada por el receptor del factor de crecimiento del endotelio vascular (VEGF) y la remodelación de los vasos mediada por citoquinas. Las MAV están compuestas por: un tronco arterial de alimentación que nutre el nido que, a su vez se acompaña de múltiples arteriolas de derivación. Del mismo modo, se compone de asas venosas interconectadas y que finalmente es drenado por una o más venas. Que van al sistema profundo o superficial. (6,12)

Presentación Clínica

Las malformaciones arteriovenosas cerebrales presentan una sintomatología variable. Pueden ser asintomáticas en un 15%. Asimismo, pueden presentar convulsiones en 20% y otros síntomas como cefalea, eventos isquémicos debido al robo vascular del cerebro normal. Presentan hemorragia en un 65%, con una incidencia de 2-3% por año pudiendo ser parenquimatoso, subaracnoideo o intraventricular. (6,12)

Localización

El mayor porcentaje de los casos es de localización supratentorial (85%), de los cuales 2/3 son de drenaje superficial y 1/3 de drenaje profundo. El porcentaje restante es de localización infratentorial (15%). (12)

Incidencia

La mayoría de las MAV son solitarias (98%), una minoría son múltiples (2 %) las cuales se asocian con síndromes, anomalías asociadas, angiopatía relacionada con el flujo secundaria a hiperplasia endotelial o aneurisma de flujo. (12)

Clasificación de malformación arteriovenosa cerebral

Las MAV se pueden dividir en dos tipos, de nido compacto y de nido difuso. (12)

-Nido compacto (o glomerular): Un conjunto de vasos anormales sin tejido cerebral normal interpuesto, este es el más común. (12)

-Nido difuso (o proliferativo): En este no hay nido bien formado, con tejido neuronal funcional intercalado entre los vasos anómalos. (12)

Es imprescindible tener en cuenta la presencia o no de drenaje venoso temprano. En aquellos casos en los que este se encuentre ausente, se considera angiopatía proliferativa cerebral. (12)

El sistema de clasificación de MAV de Spetzler-Martin relaciona la morfología y la ubicación con el riesgo de la cirugía. El sistema de clasificación requiere la correlación entre la tomografía o la resonancia magnética con la angiografía cerebral, la cual nos hablará del drenaje venoso. (6,12)

Para clasificarla se toman en cuenta tres categorías a las cuales se le asignan una puntuación, estas son: que son: el tamaño del nido, pequeño (<3 cm) = 1, medio (3–6 cm) = 2 y o grande (>6 cm) =

3, el cual se define como el diámetro más grande del nido en la angiografía; otra categoría es la elocuencia del cerebro adyacente, esta puede ser no elocuente = 0, o elocuente = 1, las áreas consideradas elocuentes son: corteza sensorial, motora, del lenguaje o visual, hipotálamo o tálamo, capsula interna, tronco encefálico, Pedúnculos cerebelosos, núcleos cerebelosos profundos. Otra de las categorías tomadas en cuenta es el drenaje que puede ser solo a venas superficiales = 0; venas profundas = 1. (6,12)

Diagnóstico y Evaluación por Imágenes

La evaluación de las MAV se da en tres momentos clínicos. Primero el diagnóstico, seguido del planteamiento terapéutico y continuando con el seguimiento. El diagnóstico definitivo de la MAV es mediante arteriografía cerebral. Los demás métodos diagnósticos como la TC y la MRI también son muy importantes. Estos proporcionan información integral del sistema nervioso central y en combinación pueden tener una ubicación espacial óptima. (6,12,15)

Tomografía Computarizada

La Tomografía simple tiene una sensibilidad >90% para la hemorragia subaracnoidea aguda y el accidente cerebrovascular hemorrágico, lo que permite el próximo paso para seguir investigando la etiología de éstas. La tomografía simple tiene una evaluación limitada para el diagnóstico certero de MAV, pero pueden ser visibles hallazgos de vasos calcificados que pueden corresponder al nido vascular, así como la ubicación del sangrado nos puede orientar si está relacionado con alguna otra etiología. (6)

La CTA presenta una alta sensibilidad (95%) y especificidad (99%) para el diagnóstico de patología vascular luego de una hemorragia intraparenquimatosa. Tiene una excelente resolución espacial. No obstante, tiene la desventaja de que presenta radiación ionizante y puede producir artefactos. Si el paciente tiene artefactos metálicos, esto es visto en muchos pacientes luego de tratamiento. (6)

Resonancia Magnética

Los grandes avances que ha tenido la MR y la MRA en cuanto a la resolución espacial y temporal ha permitido que el diagnóstico de MAV sea más preciso y certero. Sin embargo, todavía aún quedan cosas a mejorar. Aún con secuencias TOF y al administrar medio de contraste es dificultosa

la detección de vasos pequeños <1mm, así como la detección de aneurisma y la caracterización de nido malformado < 10 mm y la anatomía de flujo de salida. (6)

La aparición de secuencias como la susceptibilidad magnética ayuda a identificar si el paciente tuvo anteriormente microhemorragias con facilidad. Tanto la TC como la RM son modalidades basadas en cortes transversales y brindan información sobre la MAV y el cerebro adyacente. (6,12)

Angiografía Por Sustracción Digital

La arteriografía cerebral es el método diagnóstico estándar de referencia para las MAV. Este proporciona información más detallada y precisa sobre la arquitectura vascular y la dinámica de flujo de la MAV. Luego de un diagnóstico mediante tomografía y resonancia magnética, debe realizarse una arteriografía cerebral para caracterizar mejor la lesión y elegir el mejor tratamiento posible. (6)

Puede que al momento de realizar una CTA o MRA no pueda verse el nido malformativo, incluso al realizar la arteriografía cerebral inicial, por efecto compresivo si hay un hematoma adyacente. Luego, en imágenes de seguimiento con una segunda arteriografía cerebral puede mostrar el nido. La ventaja de la DSA que al ser un estudio dinámico permite identificar una vena con drenaje temprano en relación con el parénquima normal. (6)

La arteriografía cerebral es el método diagnóstico con mayor resolución tanto espacial como temporal de todas las modalidades de diagnóstico por imágenes. (1-6,12)

La asociación de una hemorragia con MAV rotas y no rotas incluyen características angiográficas como patrones de drenaje específicos, número de venas, afectación subependimaria y venas que llegan al seno. Existen otras características que incluyen ectasia venosa, reflujo u oclusión venosa, aneurismas arteriales nidales o aneurismas de flujo, angiopatía, angiogénesis o colaterales pial-pial. (6)

Otra característica angioarquitectónica que se puede apreciar en una MAV es la irrigación por más de 2 ramas principales, con presencia de drenaje venoso profundo y con aneurismas asociados. Otro dato para tener en cuenta es que los hallazgos arquitectónicos angiográficos presentes en pacientes adultos son similares a los del ámbito pediátrico. (6)

Seguimiento a largo plazo, tratamiento conservador, microcirugía, radioterapia y embolización

El seguimiento a largo plazo es importante después del tratamiento. El mejor método diagnóstico para seguimiento es la arteriografía cerebral porque permite ver la vena de drenaje y si hay malformación residual con riesgo de hemorragia. Lo anterior no se puede identificar por RM o por TC, aunque la MRA ha evolucionado grandemente y es una opción de seguimiento después de tratamiento. (6,12)

Al tratar las malformaciones con microcirugía, su objetivo principal es la curación definitiva, resecando la MAV de manera completa, eliminando la morbilidad y la mortalidad asociadas con su posible ruptura. (6,12)

Las principales ventajas de la resección microquirúrgica sobre otras opciones de tratamiento incluyen su alta tasa de obliteración completa del nido, su capacidad para eliminar inmediatamente el riesgo de hemorragia y su durabilidad a largo plazo. Sus principales desventajas son: el nivel de invasión que ameritan, la duración de la recuperación y los riesgos neurológicos asociados. (6,12)

La radioterapia es una opción terapéutica para obliterar malformaciones arteriovenosas muy riesgosas para la resección quirúrgica. Ésta conduce a la proliferación de células endoteliales, al engrosamiento progresivo y concéntrico de la pared del vaso y, finalmente, al cierre de la luz. La mayoría de las series con seguimiento a largo plazo demuestran obliteración en el 70% al 80% de la malformación después de radioterapia. (6,12)

La embolización es una modalidad de tratamiento que se puede usar de manera independiente y curativa para la oclusión completa de las malformaciones. Otra manera que ha resultado efectiva es la terapia combinada complementando con cirugía o radiocirugía. (6,12)

De igual forma la embolización se ha utilizado como un tratamiento paliativo en el que se reduce el flujo sanguíneo que nutre la malformación como un esfuerzo por reducir los síntomas potencialmente causados por el robo vascular. (6,12)

2.3 Contextualización

Esta investigación se realizó en el Hospital General de la Plaza de La Salud, un centro ubicado en Avenida Ortega y Gasset, Ensanche La Fe, Santo Domingo, República Dominicana. Es un hospital de 4to nivel que cuenta con la infraestructura, recursos humanos y equipamiento necesario para cumplir las necesidades del estado y ser un centro de referencia nacional e internacional. (20)

Este hospital ofrece servicios médicos en una amplia variedad, incluyendo: alergología e inmunología clínica, anatomía patológica, centro de vacunación, emergencias, medicina familiar y comunitaria, medicina interna y sus subespecialidades, cirugía general y trasplante y subespecialidades, pediatría y subespecialidades, ginecología y obstetricia, urología, cirugía torácica, oftalmología, otorrinolaringología, odontología, rehabilitación, geriatría, ortopedia y traumatología, terapia intensiva, además, un servicio de Neurocirugía compuesto por un personal con vasta experiencia en el área. Cuenta con un departamento de radiología constituido por profesionales de inmensa experiencia y dispone de equipos de alta tecnología para el estudio de patología cerebrovascular. Dentro de éstos: 2 tomógrafos, un tomógrafo Siemens Healthineers SOMATOM DEFINITION AS de 128 slice, otro GE revolution 16 slice, también cuenta con 2 resonadores, Philips Ingenia 1.5T y Philips Intera 1.5T. Cuenta con un angiografo monoplaneo GE INNOVA IGS 520, el cual también es utilizado para terapia endovascular desde el 2021. (20)

El HGPS es un Centro Docente Universitario desde el 2002 que cuenta con 13 programas de residencias médicas, avalados por la Universidad Iberoamericana (UNIBE). Además, es un centro donde diversas universidades nacionales realizan sus rotaciones clínicas y funciona como centro de intercambios internacionales médico-científicas. (20)

Filosofía Organizacional del HGPS

Visión: HGPS para el 2026 se habrá convertido en un sistema de salud integral y de calidad, con capacidad para responder a las necesidades de sus usuarios.

Misión: Brindar atención médica de calidad a la población local y global, soportada por un equipo humano calificado y motivado en el marco de los valores institucionales.

Valores: Compromiso, Ética, Innovación, Calidad y Empatía. (20)

Capítulo 3: Diseño Metodológico

3.1 Contexto

Es de nuestro interés conocer si los métodos diagnósticos utilizados para el diagnóstico de aneurismas y malformaciones arteriovenosas cerebrales son eficaces y se aprovechan para elegir una terapéutica adecuada. Esta investigación se enfocó en identificar los métodos diagnósticos radiológicos utilizados para implementar un tratamiento de aneurismas y malformaciones cerebrales, y su correlación con hallazgos intraoperatorios en el Hospital General de la Plaza de la Salud en el período de febrero 2021-febrero 2023.

3.2 Modalidades de trabajo final

Se realizó un proyecto de investigación en el cual vimos la disponibilidad y eficacia de los métodos radiológicos utilizados para implementar un planteamiento terapéutico de aneurismas y malformaciones arteriovenosas cerebrales, así como los métodos de tratamiento y el seguimiento para estas patologías. De esta manera nos permita elaborar mejores protocolos de actuación al momento de enfrentarnos a este tipo de casos.

3.3 Tipo de estudio

La dirección de esta investigación fue observacional, no experimental, descriptivo, correlacional con información retrospectiva de corte transversal donde se recolectaron los estudios de imágenes y se analizaron los informes radiológicos, así como los expedientes clínicos de 26 pacientes con diagnóstico de aneurisma y malformación arteriovenosa cerebral que fueron tratados en el HGPS en el período de febrero 2021-febrero 2023.

3.4 Variables

Variable	Tipo y subtipos	Definición	Indicador
Edad	Cuantitativa Discreta (discontinua).	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta el momento del diagnóstico.	Años de nacido

Genero	Cualitativa Nominal	Roles, las características y oportunidades definidos por la sociedad que se consideran apropiados para los hombres, las mujeres.	Femenino Masculino
Nacionalidad	Cualitativa Nominal	vínculo jurídico que une a la persona con el estado y tiene la doble vertiente de ser un derecho fundamental y constituir el estatuto jurídico de las personas.	Dominicano Extranjero Europeo Extranjero Latino Extranjero Afroamericano Americano Asiático
Factores de Riesgo	Cualitativa Nominal	Cualquier rasgo, característica o exposición de un individuo que aumente su probabilidad de sufrir una enfermedad o lesión.	Familiar de primera línea Hipertensión. Diabetes. Fumador Alcohol Enf. De Colageno
Manifestaciones clínicas	Cualitativa Nominal	Son la relación entre los signos y síntomas que se presentan en una determinada enfermedad	asintomática cefalea leve __moderada o severa rigidez de nuca déficit focal paresia de nervio craneal
Estado De Conciencia	Cualitativa Nominal	Es aquel en que se encuentran activas las funciones neurocognitivas superiores.	Conciente Somnolencia Estuporoso Coma
Patología aneurismática y malformación arteriovenosa cerebral	Cualitativa Nominal	Patologías que involucran la morfología vascular del cerebro.	Aneurisma Malformación Arteriovenosa Fistula Carotido-cavernosa
Estudio radiológico de antesala para el diagnóstico de patología cerebrovascular	Cualitativa Nominal	Las pruebas de diagnóstico por la imagen ofrecen una imagen interior del organismo, ya sea de	CT MR

		su totalidad o solo de una parte.	
Estudio radiológico de alta especificidad usado	Cualitativa Nominal	Estudio radiológico que habla de la probabilidad de que los resultados de una prueba sean negativos si realmente no tiene la enfermedad.	CTA MRA DSA
Uso de 2do estudio radiológico de alta especificidad	Cualitativa Nominal	2do estudio radiológico que habla de la probabilidad de que los resultados de una prueba sean negativos si realmente no tiene la enfermedad.	DSA
Terapéutica implementada	Cualitativa Nominal	Relacionado con el tratamiento de la enfermedad y la ayuda para hacer posible la cura.	Manejo Conservador Cirugía Embolización Radioterapia
Múltiples patologías cerebrovasculares	Cuantitativa Discreta (discontinua).	Son las patologías aneurismáticas y malformaciones arteriovenosas cerebrales.	Cantidad de patologías encontradas en un mismo paciente
Terapia combinada	Cualitativa Nominal	Relacionado con el tratamiento de la enfermedad y la ayuda para hacer posible la cura con dos intervenciones diferentes.	Cirugía Embolización Radioterapia
Hallazgo intraoperatorio	Cualitativa Nominal	Patologías encontradas al momento de realizar el procedimiento terapéutico.	Aneurisma (localización) Malformación (localización)

3.5 Métodos y Técnicas de Investigación

El método empleado en este estudio fue de tipo correlacional y retrospectivo donde se asimilaron los casos en los que se utilizó un método radiológico para implementar un planteamiento terapéutico de aneurismas y malformaciones arteriovenosas cerebrales. Se revisaron los estudios e informes radiológicos de los pacientes en el sistema computarizado para el archivado digital de imágenes médicas (PACs), realizados por radiólogos de exclusiva dedicación a la lectura de CT,

CTA, MR y MRA. Los estudios e informes de DSA fueron realizados por un neurocirujano endovascular y un radiólogo intervencionista. Todos los especialistas que diagnosticaron estas patologías con más de 15 años de experiencia. Los estudios tomográficos fueron realizados en un equipo Siemens Healthineers SOMATOM DEFINITION AS 128 detectores y en un GE Revolution 16 detectores, los estudios de resonancia magnética en Philips Ingenia 1.5T y un Philips Intera 1.5T. Para el diagnóstico mediante DSA se utilizó un Angiógrafo monoplano GE INNOVA IGS 520.

Se revisaron los registros de expedientes médicos de los pacientes y su seguimiento terapéutico en el sistema SAP y LOLCLIC.

3.6 Instrumentos de Recolección de Datos

Se utilizó un cuestionario como instrumento de recolección de datos con las variables necesarias para cumplir los objetivos de la investigación con información recolectada del sistema computarizado para el archivado digital de imágenes médicas (PACs), del LOLCLIC y del SAP. (anexo I)

3.7 Consideraciones Éticas

Esta investigación fue realizada acorde a los lineamientos establecidos por el Comité de Ética de la Universidad Iberoamericana (UNIBE) del cual tomamos la prueba de certificación para poder trabajar con criterios.

Las consideraciones éticas que fueron aplicadas en esta investigación están basadas en el protocolo de evaluación estipulado por los Departamentos de Investigación y Enseñanza del Hospital General de la Plaza de la Salud y el Comité de Ética de la Universidad Iberoamericana (UNIBE).

Durante el desarrollo de este trabajo efectuamos los reglamentos del Manual de Ética de Investigación y Proyectos con Seres Humanos, respetando la confidencialidad de los pacientes incluidos en el estudio. Solo el investigador tuvo acceso a la identidad de los pacientes estudiados. Los nombres de los pacientes en esta investigación no fueron ni serán divulgados. (Anexo II)

3.8 Selección de Población y Muestra

Población y muestra son todos los pacientes con diagnóstico de patología aneurismática y malformación arteriovenosa cerebral que fueron diagnosticados y tratados mediante diversas vías

en período febrero del 2021- febrero del 2023 en el Hospital General de la Plaza de la Salud que cumplían con los criterios de inclusión y exclusión. Se revisaron los estudios e informes radiológicos de los pacientes en el PACs y los estudios e informes de DSA realizados en el servicio de hemodinamia endovascular cerebral. Se revisaron los registros de expedientes médicos de los pacientes y su seguimiento terapéutico en el sistema SAP y LOLCLIC.

3.9 Procedimientos para el procesamiento y análisis de datos

Los datos obtenidos fueron procesados y analizados estadísticamente mediante el software de análisis estadístico SPSS versión 26, el cual permite cruce de variables y creación de gráficos estadísticos.

3.10. Criterios de inclusión

Pacientes a los cuales se le realizó un estudio de CTA, MRA o DSA que fueron tratados por aneurisma cerebral y malformación arteriovenosa cerebral en el HGPS en el período de febrero 2021-febrero 2023.

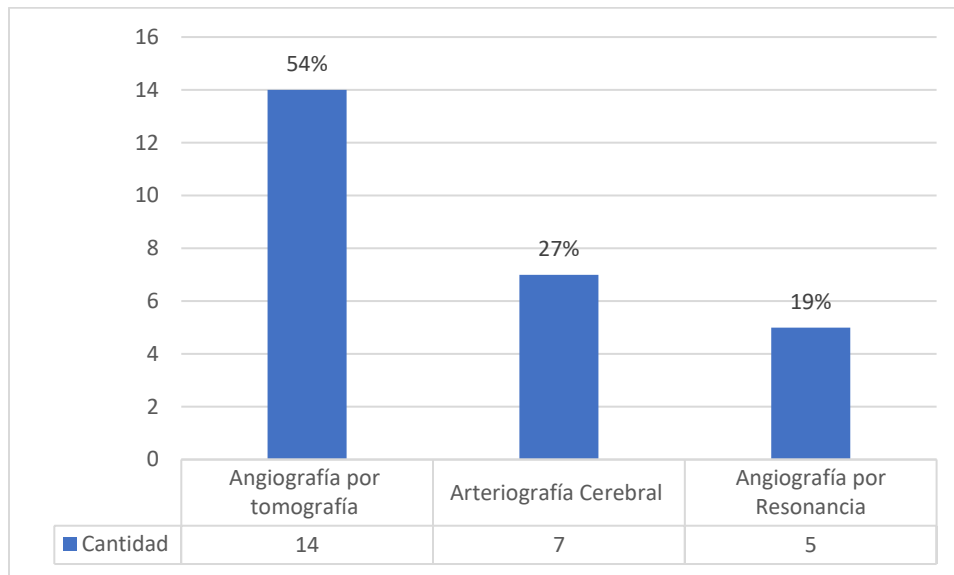
3.11 Criterios de exclusión

Pacientes que fueron diagnosticados con aneurisma cerebral y malformación arteriovenosa cerebral en el HGPS y no se le dio seguimiento o tratamiento por razones ajenas.

Capítulo 4: Resultados

Con el objetivo de identificar los métodos diagnósticos utilizados para implementar el tratamiento de aneurismas y malformaciones arteriovenosas cerebrales en el Hospital General de la Plaza de la Salud, desde el período de febrero 2021-febrero 2023, en nuestro estudio analizamos 26 pacientes, que contaban con los diferentes estudios radiológicos y con manejo interno hospitalario, en este proceso de selección encontramos 5 casos que no presentaban evidencia suficiente por lo que fueron excluidos en esta revisión.

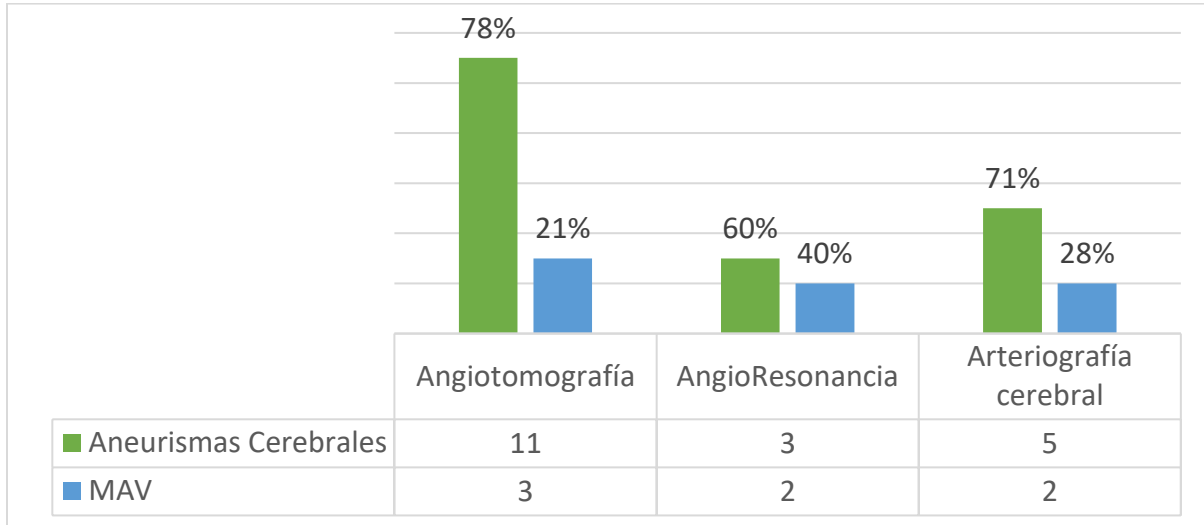
Gráfico #1: Métodos radiológicos iniciales utilizados para el diagnóstico y subsecuente tratamiento de aneurismas cerebrales y malformaciones arteriovenosas (MAV) en el Hospital General de la Plaza de la Salud en el período de febrero 2021-febrero 2023. **n=26**



Fuente: Tabla No.1

Comentarios: Evidenciamos en una población de 26 pacientes, el uso de la angiografía por tomografía en 14 pacientes correspondiendo a 54%, el uso de arteriografía cerebral en 7 pacientes equivalente a 27% y el uso de la angiografía por resonancia en 5 pactes para un 19%.

Gráfico #2: Estudios radiológicos utilizados y su relación con el diagnóstico de aneurisma cerebral y malformación arteriovenosa (MAV) en el Hospital General de la Plaza de la Salud en el período de febrero 2021-febrero 2023. **n=26**



Fuente: Tabla No. 2 y No. 3

Comentario: Se realizaron 14 angiografías por tomografía; en 11 casos equivalente a un 78.5% para detección de aneurisma cerebral y en 3 casos equivalente a un 21.3% para detección de MAV; se realizaron 5 angiografía por resonancias en 3 casos equivalente a un 60% para detección de aneurisma cerebral y en 2 casos equivalente a un 40% para detección de MAV; por otro lado, realizamos una angiografía cerebral convencional; en 7 casos para detención de aneurismas cerebral en 5 casos equivalente a un 71.4% y detección de MAV en 2 casos equivalente a un 28.5%.

Tabla #1: Sensibilidad de **angiografía por tomografía** (CTA) para el diagnóstico de aneurisma cerebral en el Hospital General de la Plaza de la Salud en el período de febrero 2021-febrero 2023. **n=10**

	Angiografía por tomografía
Aneurismas +	9
Total, de Aneurismas	10
Sensibilidad	90%

Fuente: Tabla No.4

Comentarios: Comparamos 10 estudios para el diagnóstico de aneurisma cerebral mediante angio tomografía con el método gold estándar y/o hallazgos transquirúrgicos, arrojando resultados positivos en 9 casos, para una sensibilidad de 90%.

Tabla #2: Sensibilidad de la CTA para el diagnóstico de Malformación Arteriovenosa (MAV) Hospital General de la Plaza de la Salud en el período de febrero 2021-febrero 2023. **n=2**

	Angiografía por tomografía
MAV +	1
Total de MAV	2
Sensibilidad	50%

Fuente: Tabla No. 5

Comentarios: Comparamos 2 estudios para el diagnóstico de MAV mediante angio tomografía con el método gold estándar y/o hallazgos transquirúrgicos, arrojando resultados positivos en 1 caso, para una sensibilidad de 50%.

Tabla #3 Sensibilidad de Angiografía por Resonancia (MRA) para el diagnóstico de aneurisma cerebral en el Hospital General de la Plaza de la Salud en el período de febrero 2021-febrero 2023. **n=3**

	Angiografía por resonancia
Aneurisma Cerebral +	1
Total de Aneurismas Cerebral	3
Sensibilidad	33%

Fuente: Tabla No. 6

Comentarios: Comparamos 3 estudios para el diagnóstico de aneurisma cerebral mediante angio resonancia con el método gold estándar y/o hallazgos transquirugicos, arrojando resultados positivos en 1 casos, para una sensibilidad de 33%.

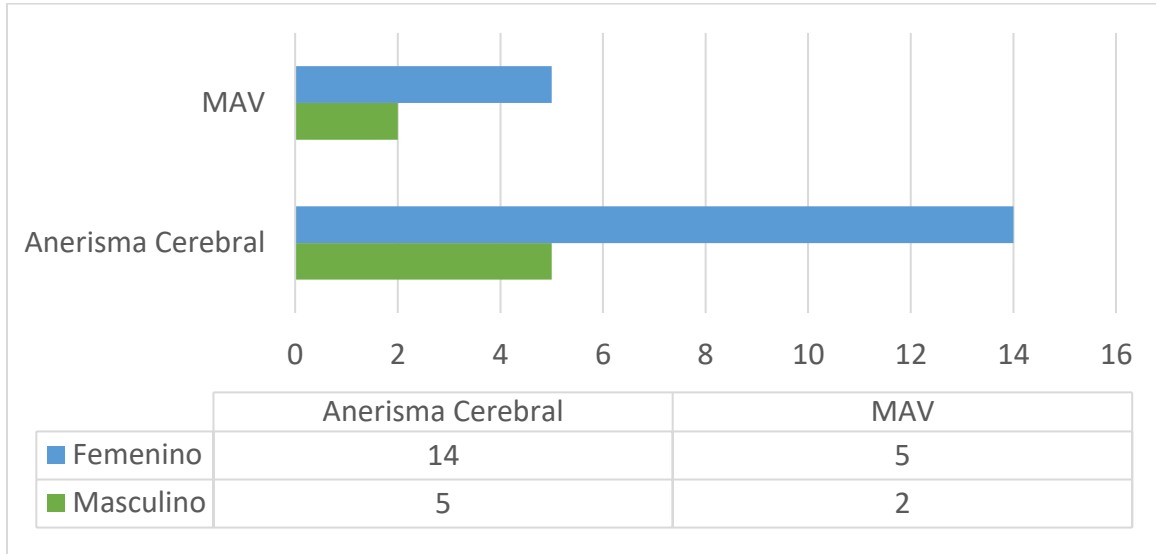
Tabla #4 Sensibilidad de **MRA** para el diagnóstico de Malformación Arteriovenosa (MAV) en el Hospital General de la Plaza de la Salud en el período de febrero 2021-febrero 2023. (n=2)

	Angiografía por Resonancia
MAV +	2
Total de MAV	2
Sensibilidad	100%

Fuente: Tabla No. 7

Comentarios: Comparamos 2 estudios para el diagnóstico de MAV mediante MRA con el método gold estándar y/o hallazgos transquirugicos, arrojando resultados positivos en 2 casos, para una sensibilidad de 100%.

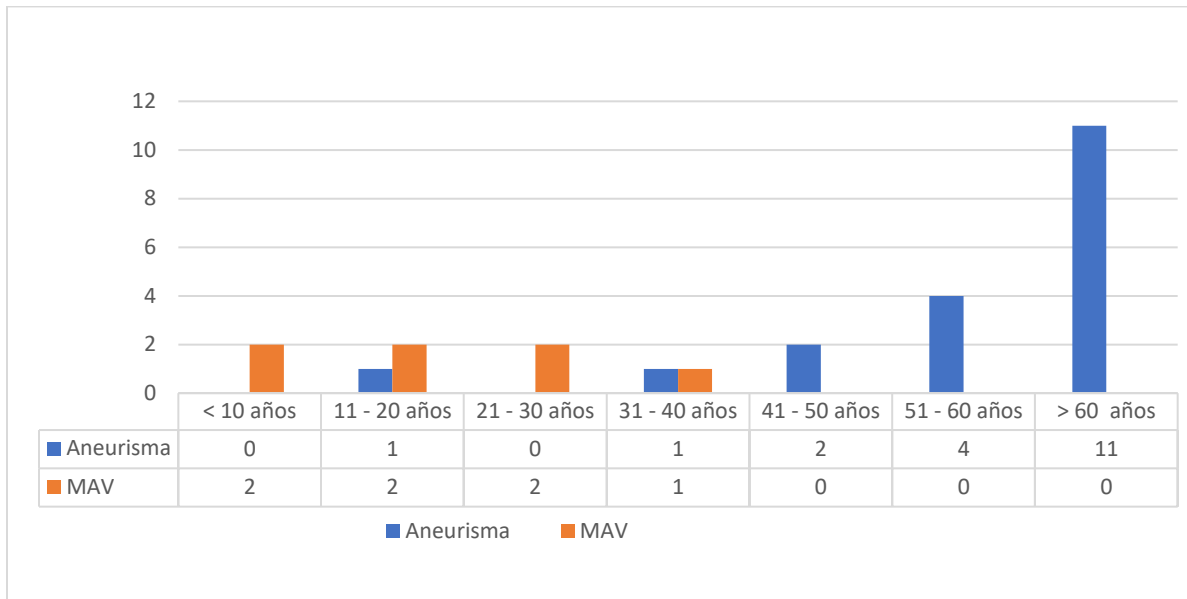
Gráfico #3: Relación de sexo y diagnóstico de aneurismas cerebral y malformación arteriovenosa (MAV) en el Hospital General de la Plaza de la Salud en el período de febrero 2021-febrero 2023. **n=26**



Fuente: Tabla No. 8

Comentarios: Observamos la cantidad de casos en cada sexo, en un total de 26 casos estudiados. En sexo femenino obtuvimos 14 casos de aneurisma cerebral y 5 casos de MAV, en sexo masculino obtuvimos 5 casos de aneurisma cerebral y 2 de MAV.

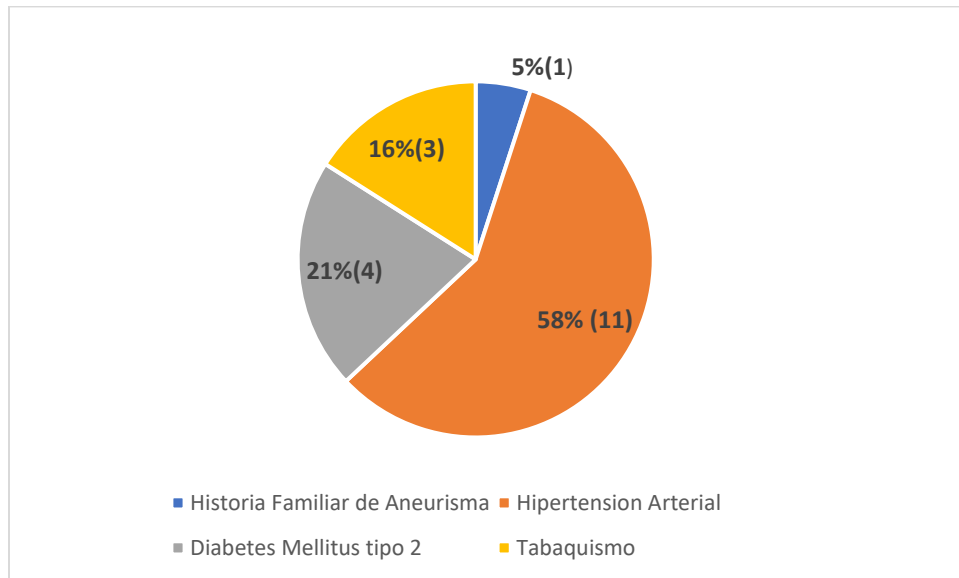
Gráfico #4: Edad de diagnóstico de aneurisma cerebral y malformación arteriovenosa (MAV) en el Hospital General de la Plaza de la Salud en el período de febrero 2021-febrero 2023. **n=26**



Fuente: Tabla No. 9

Comentarios: En esta gráfica observamos que en pacientes <10 años obtuvimos 2 casos de MAV y no hubo casos de aneurisma cerebral. De 11-20 años obtuvimos 1 caso de aneurisma cerebral y 2 de MAV. De 21-30 años obtuvimos 2 casos de MAV y 0 de aneurisma cerebral. De 31-40 años obtuvimos 2 casos de aneurisma cerebral y 0 de MAV. De 51-60 años, obtuvimos 4 casos de aneurisma cerebral y 0 de MAV; y >60 años obtuvimos 11 casos de aneurisma cerebral.

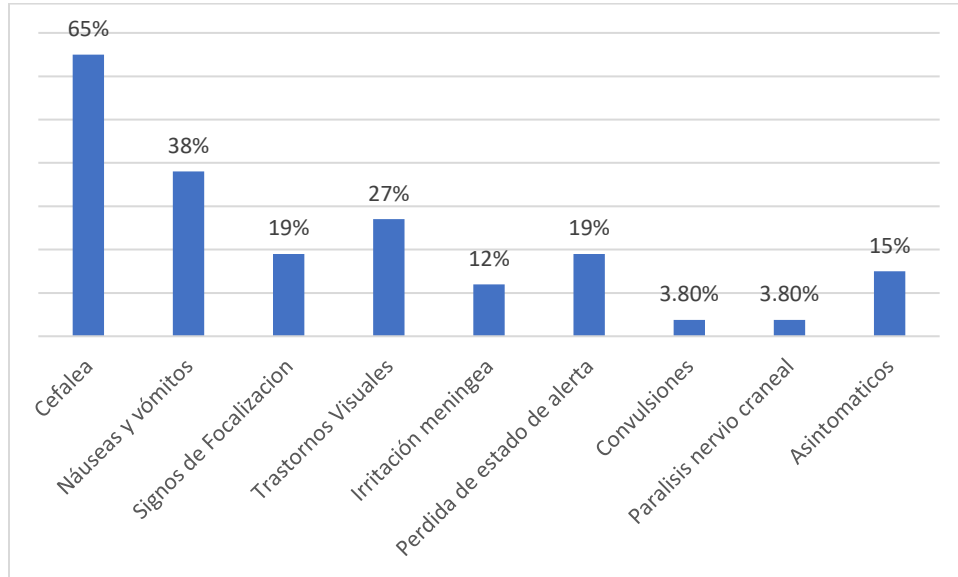
Gráfico #5: Factores de riesgo en pacientes diagnosticados con aneurisma cerebral en el Hospital General de la Plaza de la Salud en el período de febrero 2021-febrero 2023. **n=19**



Fuente: Tabla No. 10

Comentarios: Observamos los factores de riesgo de pacientes con diagnóstico de aneurisma cerebral donde obtuvimos 1 caso con historia familiar de aneurisma cerebral, para un 5%; 11 casos de hipertensión arterial para un 58%; 4 casos de diabetes mellitus tipo 2 para un 21%; y, 3 casos de tabaquismo para un 16%.

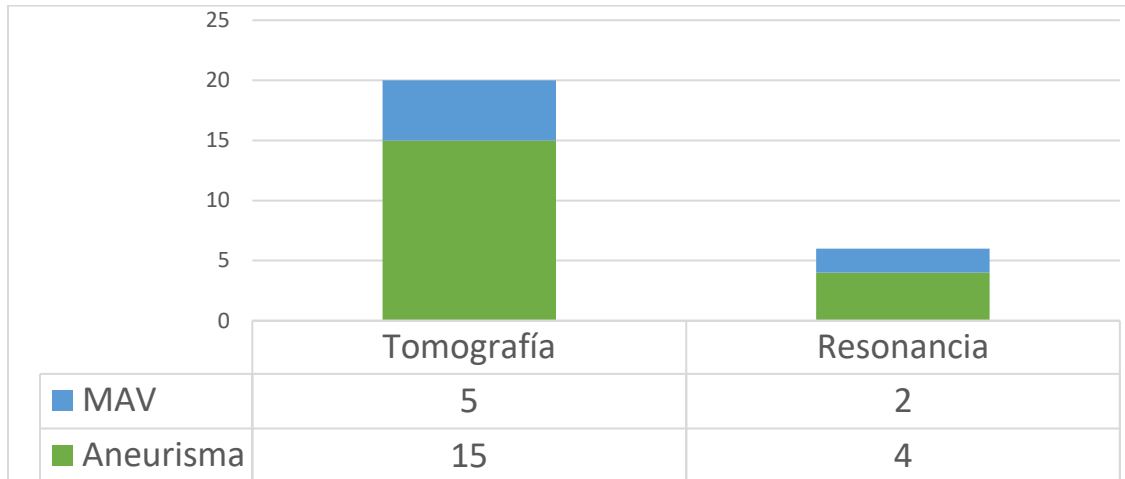
Gráfico #6: Síntomas iniciales en pacientes diagnosticados con aneurisma cerebral y malformación arteriovenosa en el Hospital General de la Plaza de la Salud en el período de febrero 2021-febrero 2023. **n=26**



Fuente: Tabla No. 11

Comentarios: Cefalea evidenciada en 17 casos para un 65%; las náuseas y vómitos en 10 casos para un 38%; signos de focalización en 5 casos para un 19%; trastornos visuales en 7 casos para un 27%; signos de irritación meníngea en 3 casos para un 12%; pérdida de estado de alerta en 5 casos para un 19%; convulsiones en 1 caso para un 3.8%; parálisis de nervio craneal en 1 caso para un 3.8%; y asintomáticos en 4 casos para un 15%.

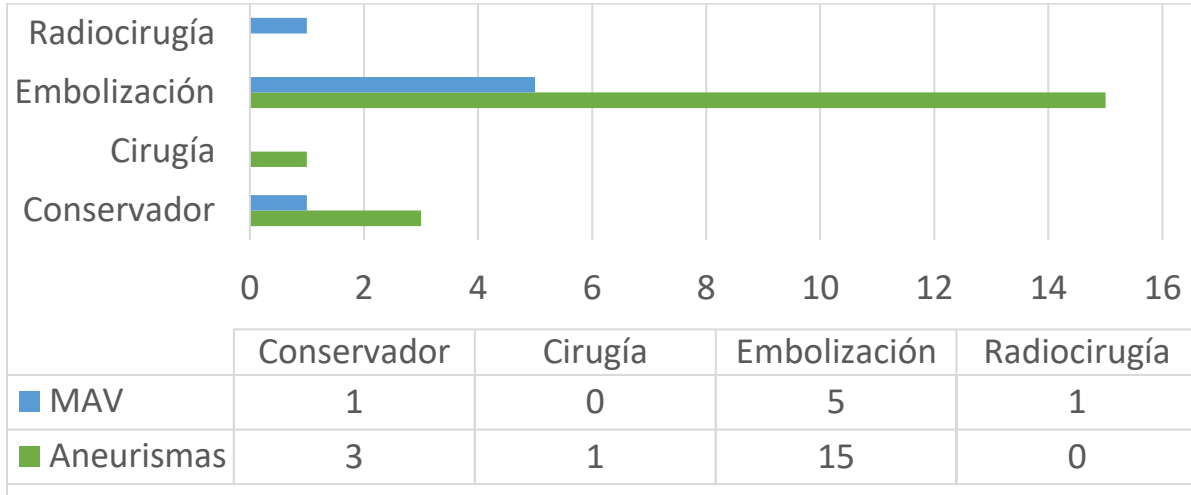
Gráfico #7: Primer estudio radiológico de antesala en el diagnóstico de aneurisma cerebral y/o MAV en el Hospital General de la Plaza de la Salud en el período de febrero 2021- febrero 2023. **n=26**



Fuente: Tabla No. 12

Comentario: Observamos que fueron indicados 20 estudios de tomografía que luego se diagnosticaron en 15 ocasiones como aneurisma cerebral y en 5 ocasiones como MAV.

Gráfico #8: Terapéutica indicada para tratamiento de aneurisma cerebral y malformación arteriovenosa en el Hospital General de la Plaza de la Salud en el período de febrero 2021-febrero 2023. n=26



Fuente: Tabla No.14 y No.15

Comentarios: En este gráfico vemos la terapéutica implementada luego del diagnóstico radiológico de aneurisma cerebral y MAV, donde el tratamiento conservador se dio en 4 casos; 3 de estos de aneurisma cerebral y 1 de MAV; 1 caso de aneurisma fue tratado por cirugía; 20 casos por embolización; 15 de estos aneurismas cerebrales y 5 de estos fueron MAV y solo un caso de MAV por radiocirugía.

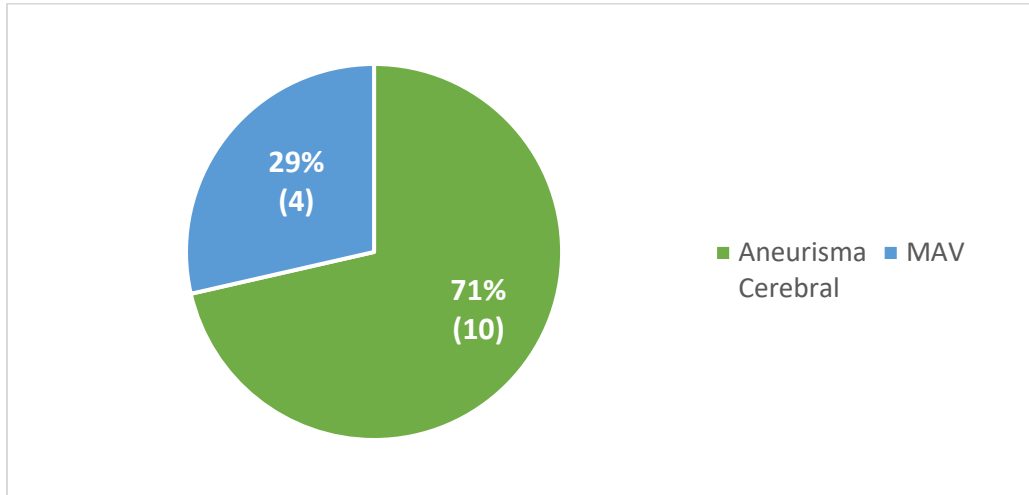
Gráfico #9: Primer estudio control post tratamiento en Hospital General de la Plaza de la Salud en el período de febrero 2021- febrero 2023. **n=26**



Fuente: Tabla No. 13

Comentarios: En este grafico se estudiaron los casos de inmediato seguimiento luego de haber sido tratadas de las diferentes maneras. Donde el estudio más indicado fue la tomografía en 20 casos para un 77%; en 5 casos para un 19% no se le realizo estudio control; y un 1 caso para un 4% se le indico angio tomografía.

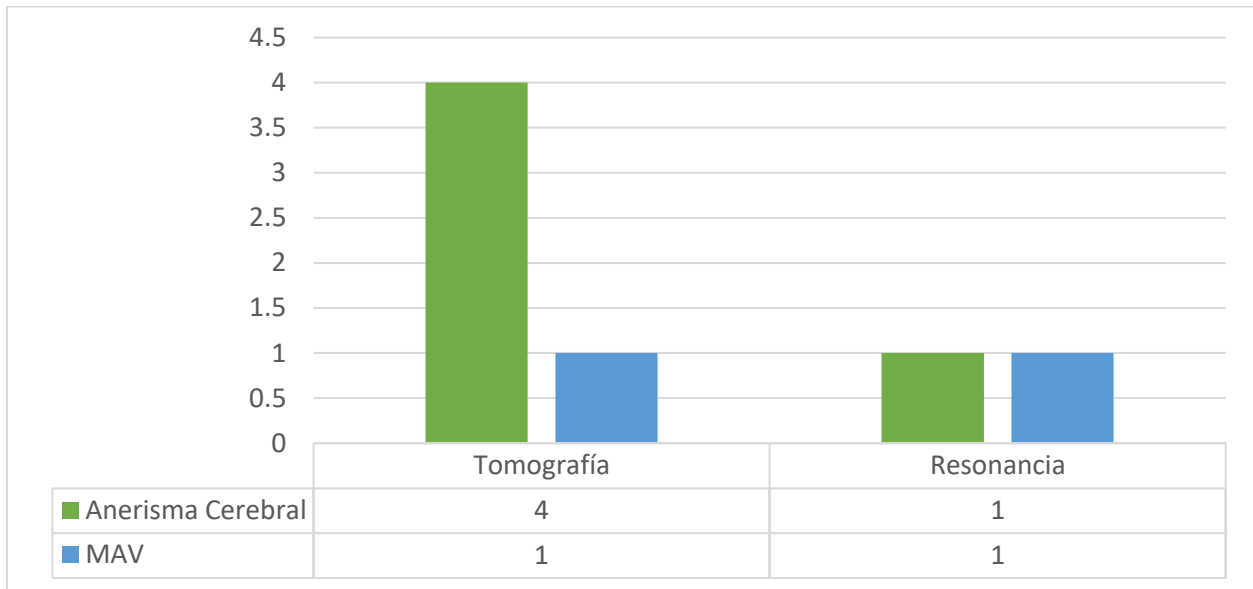
Gráfico #10: Evidencia de hemorragia subaracnoidea y/o parenquimatosa en CT que luego se diagnosticaron con Aneurisma Cerebral o MAV en el Hospital General de la Plaza de la Salud en el período de febrero 2021- febrero 2023. **n= 14**



Fuente: Tabla No. 16

Comentarios: Observamos que luego del diagnóstico de hemorragia subaracnoidea y/o parenquimatosa en CT diagnosticamos 10 casos de aneurisma cerebral para un 71%; y en 4 casos de MAV para un 29%.

Gráfico #11: Indicación directa de arteriografía cerebral de 4 Vasos luego de CT o MR en el Hospital General de la Plaza de la Salud en el período de febrero 2021- febrero 2023. **n=7**



Fuente: Tabla No. 17

Comentarios: Observamos la indicación directa de arteriografía cerebral de 4 vasos luego de CT o MR en donde se realizaron 5 tomografías de las cuales se diagnosticaron 4 aneurismas cerebrales y 1 MAV; del mismo modo se realizaron 2 resonancias que luego se diagnosticó 1 caso para cada patología.

Capítulo 5: Discusión y Conclusión

5.1 Discusión

De los 26 pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión, el estudio más utilizado para el diagnóstico y la subsecuente terapéutica de aneurismas y malformaciones arteriovenosas cerebrales fue la angiografía por tomografía (CTA). Ésta fue practicada en 14 pacientes (54%), de los cuales 11 pacientes fueron diagnosticados con aneurisma cerebral y los demás pacientes se diagnosticaron con MAV. El segundo más utilizado fue la arteriografía cerebral, practicada en 7 pacientes (27%), donde se diagnosticaron con aneurisma cerebral 5 pacientes y de MAV 2 pacientes. El estudio menos indicado fue la angiografía por resonancia (MRA) que solo alcanzó a 5 pacientes (19%), y resultó en el diagnóstico de aneurisma cerebral en 3 pacientes, mientras que en 2 pacientes fue usada para diagnosticar MAV. Es evidente como ha aumentado el uso de la CTA, hecho evidenciado en el metaanálisis publicado por J.S. McDonald y colaboradores, en el año 2013. Éste muestra un incremento del uso de CTA desde el 2006, aumentando de un 20% a un 44% en 2011 como método de estudio de pretratamiento. Y que al pasar de los años ha pasado a convertirse en el estudio de primera línea en investigación de lesiones vasculares cerebrales. (8)

De los casos estudiados, como segundo estudio confirmatorio y método gold estándar, se realizó la arteriografía cerebral a 17 pacientes. Esto nos permitió determinar la sensibilidad de la CTA en 12 pacientes y la MRA en 5 pacientes y así elaborar el plan quirúrgico adecuado para los mismos. De las 12 CTA realizadas, en 10 pacientes se diagnosticaron aneurisma cerebral que luego con la arteriografía cerebral se confirmó en 9 pacientes obteniendo una sensibilidad de 90%. Datos similares a los establecidos en las guías de tratamiento de aneurisma intracraneal no roto y de hemorragia subaracnoidea por aneurisma cerebral que establecen una sensibilidad de 95%. Las 2 CTA restantes dieron como diagnóstico MAV que al realizar la arteriografía cerebral confirmó 1 caso, obteniendo una sensibilidad de 50%. Realmente baja, si la comparamos con estudios anteriores, pero esto es debido a la limitada población en el presente estudio. Posiblemente una ampliación de la población en estudios posteriores aumentaría la sensibilidad y coincidiría con los datos estadísticos internacionales. (1)(5)

De los 5 estudios de MRA realizados, 3 casos dieron como diagnóstico aneurisma cerebral que, en comparación con la arteriografía cerebral, confirmó 1 caso, dando una sensibilidad de 33%. Otros 2 casos de MRA diagnosticaron MAV que al comparar con el gold estándar confirma la totalidad

de los casos para una sensibilidad del 100%. En el metaanálisis de Josephson et al, los datos de 401 pacientes que se sometieron a MRA en el contexto de una hemorragia intraparenquimatosa arrojaron una sensibilidad de 98% (2). Aunque la población es reducida, ésta es precisa y muy acercada a los datos bibliográficos. (6)

De los casos estudiados obtuvimos 19 aneurismas cerebrales y 7 malformaciones arteriovenosa.

En los pacientes del sexo masculino afectados con aneurisma cerebral, obtuvimos 5 casos para un 26.3% y en el sexo femenino obtuvimos 14 casos para un 73.6 %. En los pacientes de sexo masculino diagnosticados con MAV obtuvimos 2 pacientes para un 28.5% y en el sexo femenino obtuvimos 5 pacientes para un 71.4%. Quedando demostrado que el género más afectado es el femenino en las dos patologías investigadas. Esto concuerda con datos bibliográficos de las guías de tratamiento de estas patologías. (1)(5)(6)

Al establecer una relación entre edad y las patologías estudiadas. Obtuvimos 2 casos de MAV en pacientes < 10 años, al igual que en las edades entre 11-20 años y 21-30 años obteniendo 2 casos respectivamente; entre las edades de 31-40 años obtuvimos 1 caso de MAV, abarcando la totalidad de los casos en pacientes menores de 40 años. Por lo que evidenciamos que las MAV se diagnostican en edades más tempranas. En cuanto a los aneurismas, su diagnóstico se da en edades más avanzadas, viendo solo 1 caso en edades de 11-20 años y 1 caso de 31-40 años y aumentando la cantidad de casos a medida que aumentan las edades, como en 41-50 años 2 casos diagnosticados, de 51-60 años 4 casos diagnosticados y 11 casos en >60 años. Evidenciando que la presentación de aneurisma va en ascenso con la edad. En la guía de tratamiento de aneurisma intracraneal no roto expresa que el pico de presentación es la 5ta y 6ta década de la vida. En nuestra investigación tuvimos el pico en la 6ta década y una cantidad de casos importantes a la 5ta década. (5)(6)

De los factores de riesgos estudiados, solo los pacientes con diagnóstico de aneurismas cerebrales (19 casos), resultaron positivos con evidencia de 0 casos de factores de riesgos en los expedientes clínicos de los pacientes con MAV. Según artículos revisados, los factores de riesgos de la MAV se relacionan con características morfológicas de la misma, los cuales no estudiamos en la presente investigación. De los factores de riesgo para aneurisma cerebral, obtuvimos 1 caso con historia familiar de aneurisma y/o MAV para un 5%, en 11 casos con hipertensión arterial para un 57.8%,

en 4 casos diabetes mellitus tipo 2 para un 21% y el tabaquismo fue practicado en 3 para un 15.7%. Quedando demostrado al igual que otros artículos que el tabaquismo y la hipertensión arterial son factores de riesgo importantes para el desarrollo de aneurisma y para la ruptura de estos. Es por eso por lo que en la guía de tratamiento se recomienda dejar de fumar y tener un control estricto de la presión arterial. (3)(5)

El síntoma más frecuente de inicio o de debut de aneurisma cerebral y MAV fue la cefalea evidenciada en 17 casos para un 65%, el cual en la guía de aneurismas no roto está presente en 23,7 %, siendo menor con relación a este estudio; pero a la vez un síntoma cardinal que hay que tomar en cuenta, al igual que la parálisis de nervio craneal y la convulsiones que el presente estudio tuvieron un 3.8% respectivamente y que en la misma guía reporta un 8% y 2.9% respectivamente, porcentajes similares y de importancia. Un dato de interés es la presentación con trastornos visuales, vistos en 7 casos para un 27%, posiblemente debido a las relaciones anatómicas con estructuras vasculares. Los signos de focalización estuvieron presentes en 5 casos para un 19%, presencia de signos de irritación meníngea en 3 casos para un 12%, la pérdida de estado de alerta en 5 casos para un 19% y, 4 de los casos estudiados fueron asintomáticos. (6)

El estudio de antesala para el diagnóstico de aneurisma cerebral y MAV más utilizado fue la tomografía en 20 pacientes, que luego se diagnosticaron con aneurismas en 15 casos y en MAV en 5 casos. En los 6 casos restantes se utilizó la resonancia magnética que luego se diagnosticaron con aneurisma en 4 casos y en MAV en 2 casos.

Por la alta sensibilidad descrita en la bibliografía de la tomografía (>90%) en la detección de sangre; y siendo la hemorragia subaracnoidea (HSA) secundaria a ruptura de aneurisma en un 85% de los casos, así como presencia de hematomas intraparenquimatoso luego de una ruptura de una MAV. Documentamos en estudios de tomografía 14 pacientes con HSA y/o hematoma parenquimatoso, 10 casos por ruptura de aneurisma y 4 por ruptura de MAV. Quedando demostrado en nuestra investigación una prevalencia 53% del total de los casos con esta entidad (HSA). Con esto confirmamos el sangrado intracraneal como presentación clínica en las patologías vasculares en más de la mitad de la población estudiada. (3)(5)

En cuanto a la terapéutica implementada a los 26 pacientes, el método más utilizado fue la embolización para un total de 20 casos, tratando 15 aneurismas y 5 MAV, obteniendo buenos

resultados en estudios control subsecuente; en 1 caso se realizó cirugía en el período estudiado y 1 caso tratado por radiocirugía externa a MAV. De manera conservadora tenemos 4 casos, dentro de estos, 3 aneurismas y 1 MAV, a los cuales se les dio seguimiento con estudios diagnósticos y evaluación clínica.

Se realizaron 20 estudios de tomografía computarizada como primer estudio control, 19 de estos embolizados y uno de manejo conservador. Por las ventajas que amerita la tomografía computarizada es una opción acertada permitiéndonos evidenciar complicaciones agudas y dar un manejo oportuno. Además, se realizó un estudio control de CTA que sirve para caracterizar si existe alguna variación en la lesión vascular diagnosticada y así poder modificar el manejo implementado. También hubo 5 casos a los cuales no se necesitó estudio control siendo el manejo conservador para 3 de ellos, uno tratado por radiocirugía y otro por embolización, los cuales por criterio clínico fueron evaluados y no necesitaron realización de estudios radiológicos.

En los casos que se tuvo alta sospecha de patología vascular se indicó directamente el estudio de angiografía cerebral en 7 casos. Luego de una tomografía en 5 ocasiones para diagnosticar 4 aneurismas y 1 MAV y luego de la MRI para diagnosticar 1 aneurisma y 1 MAV. Aunque es un método diagnóstico de segunda línea, en algunos casos su indicación directa es valorada para tomar decisiones rápidas y oportunas. (8)

5.2 Conclusión

La patología aneurismática y las malformaciones arteriovenosa cerebrales están presentes en la población dominicana. Estas pueden ser diagnosticadas de manera oportuna mediante CTA, MRA y arteriografía cerebral. Su alta morbimortalidad implica un grado de importancia y de actuación temprana, para poder implementar la terapéutica adecuada. (1)(5)

Quedo demostrado que el CTA fue el método radiológico más utilizado en un 54% y confirmamos su uso como un método confiable, rápido y preciso para el diagnóstico de aneurismas cerebrales definiendo características morfológicas y localización exacta y por lo tanto establecido como un método diagnóstico de pretratamiento. De igual manera la MRA con una inmejorable identificación de las malformaciones arteriovenosas nos permite implementar un plan óptimo de tratamiento. Esto estuvo confirmado por la alta sensibilidad de aneurismas cerebrales en CTA (90%) y de MAV en MRA (100%). La angiografía cerebral continúa siendo el gold estándar y brindando información en cuanto a las características morfológicas de las lesiones vasculares, y permitiendo el abordaje endovascular como técnica terapéutica.

El sexo femenino fue el más afectado en 73% de los casos de Aneurisma y 71% de los casos de MAV. Las MAV tuvieron una presentación en edades más tempranas y los aneurismas en edades avanzadas. Los factores de riesgo como la hipertensión arterial, la diabetes mellitus tipo 2 y el tabaquismo juegan un rol importante en el desarrollo de la patología aneurismática, no así en las malformaciones arteriovenosas.

La cefalea, acompañada de parálisis de nervio craneal y/o trastornos visuales es una sintomatología para tomar en cuenta al momento de diagnosticar una lesión aneurismática o malformación arteriovenosa.

La tomografía continúa siendo el estudio apropiado para evidenciar sangrado cerebral por lo que brinda un mayor soporte antes de realizar un examen de mayor nivel. Asimismo, su uso en el control posoperatorio inmediato permite visualizar cualquier complicación siendo de gran ayuda diagnóstica.

La terapia endovascular neurológica para el tratamiento de aneurismas y MAV es una de las alternativas más aceptadas.

Capítulo 6: Recomendaciones

6.1 Recomendaciones

- Ante sospecha de lesión aneurismática la realización de una CTA es oportuna, permitiendo visualizar características morfológicas y de localización con sumo detalle.
- Ante sospecha de MAV es pertinente la indicación de la MRA, la cual permite visualizar de una manera certera la arteria nutricia y la vena de drenaje permitiendo hacer un plan terapéutico adecuado.
- Ante duda diagnóstica, luego de CTA y/o MRA la arteriografía cerebral es el próximo paso diagnóstico y que permite el uso de las nuevas técnicas de tratamiento de terapia endovascular las cuales han sido utilizada en nuestro centro. Demostrando el buen uso de los nuestros recursos, por lo tanto, continuar con estas prácticas será beneficioso para nuestro centro y la nación.
- Realizar investigaciones sobre los métodos diagnósticos por imágenes de la patología aneurismática y las malformaciones arteriovenosas, así como investigaciones clínicas y terapéuticas en el HGPS que sirvan de evidencia para la toma de decisiones, agregando que podemos tomar esta investigación como punto de referencia en nuestro centro. Aumentar la población de estudio y extender el periodo de corte que nos permita corroborar con investigaciones internacionales. Además, de compartir la data con países de la región para poder realizar investigaciones cruzadas y metaanálisis.
- Fomentar la preparación y el perfeccionamiento de recursos humanos nacional en el diagnóstico de la patología neurológica, estableciendo vínculos internacionales con especialistas en el área y con instituciones especializadas que deseen colaborar con el estado para mejoría de este.
- Organizar juntas médicas y sesiones académicas sobre patología neurológica y fomentar una mayor integración de los servicios de radiología, neurología y neurocirugía incluyendo residentes y especialistas del área, donde se presenten los casos de interés, con lo que podrían lograr mejores diagnósticos y un plan terapéutico óptimo.
- Renovar los protocolos de actuación radiológica de las patologías neurológicas, tomando modelos internacionales y adaptándolos a las características y necesidades de nuestros pacientes.

Referencias bibliográficas y anexos

Referencias bibliográficas

1. Maher M, Schweizer TA, Macdonald RL. Treatment of Spontaneous Subarachnoid Hemorrhage. *Stroke*. 2020 Apr;51(4):1326–32.
2. Macdonald RL, Schweizer TA. Spontaneous subarachnoid haemorrhage. *The Lancet* [Internet]. 2017 Feb 389(10069):655–66. Available from: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(16\)30668-7/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(16)30668-7/fulltext)
3. Connolly ES Jr, Rabinstein AA, Carhuapoma JR, Derdeyn CP, Dion J, Higashida RT, et al. Guidelines for the management of aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association: A guideline for healthcare professionals from the American heart association/American stroke association. *Stroke*. 2012;43(6):1711–37.
4. Brisman JL, Song JK, Newell DW. Cerebral Aneurysms. *New England Journal of Medicine*. 2006 Aug 31;355(9):928–39.
5. Thompson BG, Brown RD, Amin-Hanjani S, Broderick JP, Cockroft KM, Connolly ES, et al. Guidelines for the Management of Patients with Unruptured Intracranial Aneurysms. *Stroke*. 2015 Aug;46(8):2368–400.
6. Derdeyn CP, Zipfel GJ, Albuquerque FC, Cooke DL, Feldmann E, Sheehan JP, et al. Management of Brain Arteriovenous Malformations: A Scientific Statement for Healthcare Professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2017 Aug;48(8).
7. Wang X, Benson J, Jagadeesan B, McKinney A. Giant Cerebral Aneurysms: Comparing CTA, MRA, and Digital Subtraction Angiography Assessments. *Journal of Neuroimaging*. 2020 Apr 23;30(3):335–41.
8. McDonald JS, Kallmes DF, Lanzino G, Cloft HJ. Use of CT Angiography and Digital Subtraction Angiography in Patients with Ruptured Cerebral Aneurysm: Evaluation of a Large Multihospital Data Base. *American Journal of Neuroradiology*. 2013 Apr 11;34(9):1774–7.
9. Kouskouras C, Charitanti A, Giavroglou C, Foroglou N, Selviaridis P, Kontopoulos V, et al. Intracranial aneurysms: evaluation using CTA and MRA. Correlation with DSA and intraoperative findings. *Neuroradiology* [Internet]. 2004;46(10):842–50.
10. Chen J, Feng X, Peng F, Tong X, Niu H, Liu A. Cost-effective analysis of different diagnostic strategies in screening for aneurysms after spontaneous subarachnoid hemorrhage. *Acad Radiol* [Internet]. 2022;29 Suppl 3: S36–43.
11. Sailer AMH, Grutters JP, Wildberger JE, Hofman PA, Wilmink JT, van Zwam WH. Cost-effectiveness of CTA, MRA and DSA in patients with non-traumatic subarachnoid haemorrhage. *Insights Imaging* [Internet]. 2013;4(4):499–507.
12. Osborn AG, Salzman KL, Jhaveri MD, A. James Barkovich. *Diagnostic Imaging: Brain E-Book*. Elsevier Health Sciences; 2015.
13. Texakalidis P, Sweid A, Mouchtouris N, Peterson EC, Sioka C, Rangel-Castilla L, et al. Aneurysm Formation, Growth, and Rupture: The Biology and Physics of Cerebral

- Aneurysms. *World Neurosurgery* [Internet]. 2019 Oct 1; 130:277–84. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878875019319990>
14. Nyree Griffin, Lee Alexander Grant, Grainger RG. *Grainger & Allison's diagnostic radiology essentials*. Amsterdam: Elsevier; 2019
 15. Harrigan MR. *Handbook of cerebrovascular disease and neurointerventional technique*. Cham: Humana Press, Springer International Publishing; 2018.
 16. Frederik Barkhof, Jäger R, Majda Thurnher, Rovira A. *Clinical Neuroradiology*. Springer; 2019.
 17. Serafin Z, Strześniewski P, Lasek W, Beuth W. Follow-up after embolization of ruptured intracranial aneurysms: A prospective comparison of two-dimensional digital subtraction angiography, three-dimensional digital subtraction angiography, and time-of-flight magnetic resonance angiography. *Neuroradiology*. 2012 Apr 10;54(11):1253–60.
 18. Uricchio M, Gupta S, Jakowenko N, Levito M, Vu N, Doucette J, et al. Computed Tomography Angiography Versus Digital Subtraction Angiography for Postclipping Aneurysm Obliteration Detection. *Stroke*. 2019 Feb;50(2):381–8
 19. Geibprasert S, Pongpech S, Jiarakongmun P, Shroff MM, Armstrong DC, Krings T. Radiologic Assessment of Brain Arteriovenous Malformations: What Clinicians Need to Know. *RadioGraphics*. 2010 Mar;30(2):483–501.
 20. HGPS – Hospital General de la Plaza de la Salud [Internet]. HGPS. Available from: <https://hgps.org.do/es/>

Anexo I

Instrumentos de Recolección de Datos

Cuestionario

Número de expediente SAP o LOLCLIC: _____ **Edad:** _____ **Fecha:** _____

Género: Femenino ____ Masculino ____.

Nacionalidad: Dominicano ____ Haitiano ____ Afroamericano ____ Europeo ____ Otros _____.

Factores de Riesgo: Familiar de primera línea _____ Hipertensión _____ Diabetes _____.
Fumador _____ Alcohol _____ Drogas _____, enfermedades sistémicas _____ Otros _____.

Patología: Aneurisma Cerebral ____ Malformación Arteriovenosa Cerebral _____.

Estudio radiológico de antesala para el diagnóstico de patología cerebrovascular:

Tomografía Computarizada _____ Resonancia magnética _____.

Estudio radiológico de alta especificidad usado:

CTA ____ MRA ____ DSA _____.

Uso de 2do estudio radiológico de alta especificidad:

CTA ____ MRA ____ DSA _____.

Terapéutica implementada:

Manejo Conservador ____ Cirugía ____ Embolización ____ Radiocirugía (Externa) _____.

Múltiples patologías cerebrovasculares:

Aneurisma Cerebral _____ Malformación Arteriovenosa Cerebral _____.

Terapia Combinada: 1era, 2da y 3era

Cirugía ____ Embolización _____ Radioterapia (Externa) _____.

Presentación de signos y síntomas

____ asintomática ____ cefalea ____ rigidez de nuca (signos de irritación meníngea ____ déficit focal ____ parálisis de nervio craneal

Estado de Consciencia

____ Alerta ____ Somnolencia ____ Estuporoso ____ Coma (perdida de estado de alerta)

Evaluación psicológica ____ Si ____ No

Anexo II



CERTIFICACIÓN EN ÉTICA DE INVESTIGACIÓN

Nombre Completo	Rafael Mercedes Terrero
Matrícula o código institucional	191060
Carrera/Posición	Postgrado en Medicina
Estado del examen	Aprobado
Número de Certificación:	DIAIRB2023-0032
Fecha:	Wednesday, February 22, 2023

Michael A. Alcántara-Minaya, MD
Coordinador Comité de Ética
Vicerrectoría de Investigación e Innovación
Universidad Iberoamericana (UNIBE)



Anexo III



Aplicación Completa para Estudiantes

Código de Aplicación	ACECEI2023-69
Nombre del Estudiante #1	Rafael Mercedes Terrero
Matrícula del Estudiante #1	191060
Nombre del Proyecto de Investigación	Evaluación de métodos radiológicos de alta especificidad utilizados para implementar planteamiento terapéutico de aneurismas y malformaciones cerebrales, y su correlación con hallazgos intraoperatorios en el Hospital General de la Plaza de la Salud, en el periodo febrero 2021-febrero 2023
CAMBIOS APROBADOS DÍA	Wednesday, May 10, 2023
ESTADO DE LA APLICACIÓN	APROBADO

Anexo IV: Tablas Estadísticas

Tabla No. 1. Métodos radiológicos iniciales utilizados para el diagnóstico y subsecuente tratamiento de aneurismas cerebrales y malformaciones arteriovenosas (MAV)

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
angiografía por Tomografía	14	53.8	53.8	53.8
angiografía por Resonancia	5	19.2	19.2	73.1
arteriografía Cerebral	7	26.9	26.9	100.0
Total	26	100.0	100.0	

Tabla No. 2 Patología Diagnosticada por CTA, MRA o arteriografía Cerebral

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Aneurisma Cerebral	19	73.1	73.1	73.1
malformación Arteriovenosa Cerebral	7	26.9	26.9	100.0
Total	26	100.0	100.0	

Tabla No. 3

Métodos Diagnósticos	Aneurisma Cerebral	MAV
angiografía por tomografía	11	3
angiografía por Resonancia	3	2
arteriografía cerebral	5	2

Tabla: No. 4 Sensibilidad de **Angiografía por tomografía (CTA)** para el diagnóstico de Aneurisma Cerebral

	angiografía por Tomografía
Aneurismas +	9
Total, de Aneurismas	10
Sensibilidad	90%

Tabla: No.5 Sensibilidad de **Angiografía por tomografía (CTA)** para el diagnóstico de MAV

	angiografía por Tomografía
MAV +	1
Total de MAV	2
Sensibilidad	50%

Tabla: No. 6 Sensibilidad de **Angiografía por tomografía (CTA)** para el diagnóstico de Aneurisma Cerebral

	angiografía por Resonancia
Aneurisma Cerebral +	1
Total de Aneurismas Cerebral	3
Sensibilidad	33%

Tabla: No. 7 Sensibilidad de **Angiografía por resonancia (MRA)** para el diagnóstico de MAV

	angiografía por Resonancia
MAV +	2
Total de MAV	2
Sensibilidad	100%

Tabla: No. 8 Patologías detectadas y su relación con el sexo

Patologías Detectadas	Aneurisma Cerebral	MAV	Total
Masculino	5	2	7
Femenino	14	5	19

Tabla: No. 9 Escala de Edades con relación a presentación de patología aneurisma o malformación arteriovenosa

Edades de presentación	Aneurisma	MAV
< 10 años	0	2
11 - 20 años	1	2
21 - 30 años	0	2
31 - 40 años	1	1
41 - 50 años	2	0
51 - 60 años	4	0
> 60 años	11	0
Total de casos	19	7

Tabla No. 10 Factores de riesgo de pacientes diagnosticados con aneurisma cerebral

Factores de Riesgo	N	%
Historia Familiar de Aneurisma Cerebral	1	5%
Hipertensión	11	58%
Diabetes Mellitus Tipo 2	4	21%
Tabaquismo	3	16%

Tabla No. 11 Síntomas de presentación de patología aneurisma o malformación arteriovenosa

Síntomas de presentación	N	%
Cefalea	17	65%
Náuseas y vómitos	10	38%
Signos de focalización	5	19%
Trastornos Visuales	7	27%
Irritación meníngea	3	12%
Perdida de estado de alerta	5	19%
Convulsiones	1	3.80%
Parálisis nervio craneal	1	3.80%
Asintomáticos	4	15%

Tabla No. 12 Estudio de antesala al diagnóstico de aneurisma y malformación arteriovenosa (MAV)

	Tomografía	Resonancia
Aneurisma	15	4
MAV	5	2

Tabla No. 13 Estudio control luego de haber implementado al paciente.

1er Estudio Control	N
Tomografía	20
AngioTomografía	1
No se realizó	5

Tabla No. 14 Terapéutica Implementada

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Conservador	4	15.4	15.4	15.4
Cirugía	1	3.8	3.8	19.2
Embolización	20	76.9	76.9	96.2
Radiocirugía	1	3.8	3.8	100.0
Total	26	100.0	100.0	

Tabla No. 15 Terapéutica Implementada en relación con la patología aneurismática o malformación arteriovenosa (MAV)

Terapéutica implementada	Aneurismas	MAV
Conservador	3	1
Cirugía	1	0
Embolización	15	5
Radiocirugía	0	1

Tabla No. 16 Pacientes que debutaron con Hemorragia Subaracnoidea y/o Parenquimatosa

	Hemorragia Subaracnoideo y/o Parenquimatosa
Aneurisma Cerebral	10
MAV	4
Total de casos	14

Tabla No. 17 Indicación directa de arteriografía cerebral o angiografía por sustracción digital (DSA)

DSA Directa	Aneurisma Cerebral	MAV
Tomografía	4	1
Resonancia	1	1