



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA**

**INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGÍA Y NEUROCIRUGIA
MANUEL VELASCO SUAREZ**

**Embolización de malformaciones arteriovenosas
intracraneales: Manejo actual en México**

TESIS

**PARA OBTENER EL TITULO DE ESPECIALISTA
EN TERAPIA ENDOVASCULAR NEUROLÓGICA**

PRESENTA

DR. MALLYOLO ELIEZER PELAYO SALAZAR

TUTOR DE TESIS

DR. JORGE LUIS BALDERRAMA BAÑARES

Ciudad de México, OCTUBRE 2021





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.





DRA. SONIA ILIANA MEJIA PEREZ
DIRECTORA DE ENSEÑANZA

**INSTITUTO NACIONAL
DE NEUROLOGIA Y
NEUROCIROLOGIA
DIRECCION DE ENSEÑANZA**



DR. JORGE LUIS BALDERRAMA BAÑARES

PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE TERAPIA ENDOVASCULAR NEUROLÓGICA



DR. JORGE LUIS BALDERRAMA BAÑARES

TUTOR DE TESIS



DR. HECTOR ALFREDO MONTENEGRO ROSALES

ASESOR DE TESIS

Agradecimientos y Dedicatoria

La vida me ha puesto en el lugar y rumbo correcto porque después de tantos años emprendidos al salir de casa para comenzar esta aventura de la medicina cada escalón en este recorrido emocionante me ha llevado a una etapa más alta de mayor complejidad y con satisfacción enorme. Muchas personas me han apoyado en esta recorrido incansable y quisiera empezar por los primeros desde el día en que me vieron nacer mi amado padre Abelardo y a mi madre bellísima Guadalupe (que en paz descanse) que de cada uno aprendí el valor de las cosas y el fruto de los esfuerzos, que los trabajos bien hechos se hacen si no, no se hacen.

Quiero agradecer a mis hermanos que a pesar de la distancia me apoyan en mente y corazón Roger, Marco y Paul, así como a Jorge Eli y Danna.

No se puede vivir sin emoción y mucho menos sin pasión por lo que agradezco infinitamente a mi esposa Angélica que nunca ha perdido la fé y siempre busca una palabra de aliento, ambos hemos pasado por momentos difíciles pero al fin juntos y eso da más poder que cualquier cosa, que por oscuro llegó a estar el camino siempre se vislumbra con gran luminosidad la salida al siguiente reto. Este trabajo va dedicado también a mi hijo Liam que me motiva todos los días y me da fortaleza con sólo saber de sus hazañas diariamente, su inocencia es lo más puro que conozco en este mundo.

A mis maestros quienes me han depositado su confianza al 100%: mi profesor Jorge Balderrama y Alfredo Montenegro a quienes respeto infinitamente y a quienes admiro cada día más, me han enseñado el camino de la Terapia Endovascular. También quiero agradecer de manera especial a la Dra. Yolanda Aburto y a la Dra. Liliana Escobar.

A mis compañeros, amigos y fieles guerreros en este camino Carmen, Juan José, Cindy y Karen quienes me han mostrado el valor de la amistad en sus máximos niveles, agradezco enormemente la paciencia y sus enseñanzas.

Agradezco al Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Dr Manuel Velasco Suárez” por la oportunidad de formarme en tan prestigiada escuela.

(...)

Porque la vida es tuya y tuyo también el deseo
Porque lo has querido y porque te quiero
Porque existe el vino y el amor, es cierto.
Porque no hay heridas que no cure el tiempo.

Abrir las puertas,
Quitar los cerrojos,
Abandonar las murallas que te protegieron,
Vivir la vida y aceptar el reto,
Recuperar la risa,
Ensayar un canto,
Bajar la guardia y extender las manos

Desplegar las alas
E intentar de nuevo,
Celebrar la vida y retomar los cielos
esa, a la que yo quiero

(...)

“No te rindas” – Mario Benedetti

CONTENIDO

1. MARCO TEÓRICO	6
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
3. HIPÓTESIS.....	10
a. Hipótesis de trabajo	10
b. Hipótesis estadística.....	10
4. OBJETIVOS.....	11
a. Objetivo principal	11
b. Objetivos secundarios/específicos (opcionales).....	11
5. JUSTIFICACIÓN	12
6. DISEÑO DEL ESTUDIO	13
a. Población de estudio.....	13
b. Criterios de selección.....	14
7. Variables.....	15
8. PLAN ESTADÍSTICO.....	18
a. Descriptivo.....	18
b. Analítico (inferencial).....	18
c. Paquetería utilizada.....	18
9. METODOLOGÍA.....	19
10. RESULTADOS.....	20
11. DISCUSIÓN.....	25
12. CASOS CLÍNICOS	26
13. CONCLUSIONES.....	27
REFERENCIAS.....	28
ANEXOS	33

1. MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

Las malformaciones arteriovenosas (MAVs) intracraneales son lesiones compuestas de arterias y venas sin intervención de lechos capilares, es decir, conllevan ramas aferentes que alimentan a un nido malformativo que se compone de un enmarañado de vasos sin intervención de capilares, característicamente se entremezcla con el parénquima cerebral, además de ramas eferentes que drenan la sangre que lo alimenta. Por lo que se define como el conjunto de arterias dilatadas que se conectan a un nido que es drenado por venas arterializadas formando un cortocircuito de alto flujo y baja resistencia entre el sistema arterial y venoso(1-3).

PATOBIOLOGÍA

Se considera una patología benigna vascular y de manera dogmática de origen congénito que se desarrolla en el periodo prenatal, sin embargo, estudios actuales han demostrado que la inflamación esta asociada a la génesis de MAVs esporádica así como su crecimiento y ruptura, presentándose esto en el 95% de los casos (4). Las MAVs congénitas son asociadas con la telangiectasia hemorrágica hereditaria (THH), síndrome de Wyburn-Mason, enfermedad de Osler-Weber-Rendu y el síndrome de Sturge-Weber (5-7). Esto se da a la 3era semana de gestación secundario a una alteración en la embriogénesis (7).

El nido de la MAV en si puede provocar morbilidad neurológica desde sus efectos locoregionales en las regiones adyacentes del cerebro, esto es debido al alto flujo del cortocircuito arteriovenoso dentro del nido que puede desviar la sangre de la red capilar circundante del parénquima normal, desencadenando un estado de hipoperfusión para después conducir a la dilatación de la red capilar perinidal y al reclutamiento de colaterales leptomeníngicas (8). La congestión venosa e hipertensión endocraneal son consecuencia de 2 mecanismos: alto flujo del cortocircuito arteriovenoso o restricción en la salida debido a estenosis de las venas de drenaje y provocar sintomatología neurológica como epilepsia (9).

HISTORIA NATURAL

La prevalencia estimada de las MAVs es de 10-18 por 100 000 individuos y la tasa de incidencia de 1.1 – 1.4 por 100 000 personas-años (10). De manera interesante, estudios en autopsias han mostrado que solo el 12% de las MAVs se vuelven sintomáticas durante la vida (3).

La hemorragia intracraneal es la manifestación sintomática más común de una MAV. Sin embargo, el pronóstico de una hemorragia secundaria a MAV se asocia a mejor pronóstico que la de una hemorragia primaria espontánea. Se estima que el riesgo general de hemorragia de una MAV sin tratar y sin rotura es del 1% al 3% por año. Este riesgo es mayor entre las MAVs rotas que las no rotas, especialmente durante el primer año después de la hemorragia inicial (11-13). La hemorragia previa es el predictor más consistente de hemorragia subsiguiente.

DIAGNÓSTICO

La creciente facilidad de obtención de estudios de imagen de encéfalo, como la tomografía contrastada y angioresonancia ha dado la posibilidad de detectar cada vez más MAVs de forma incidental. Sin embargo, el estándar de oro para su estudio es la angiografía cerebral diagnóstica (14).

CLASIFICACIONES

Existen múltiples escalas que ayudan a la clasificación de las MAVs, sin embargo, la más usada y conocida es la de Spetzler y Martin (SM) (15). El sistema de calificación SM se basa en el tamaño, elocuencia y patrón de drenaje venoso (16). Esta clasificación de cinco niveles fue simplificada en un sistema de tres niveles en 2011 (17). Recomendándose para clase A (grados I y II) cirugía, multimodal para clase B (grado III) y observación para clase C (grados IV y V). Posteriormente, surge la escala suplementaria de Lawton & Young (LY), donde se considera edad, presentación hemorrágica y morfología difusa (18) y se ha encontrado esta escala es un mejor método para estimar los resultados neurológicos (19).

Pollock & Flickinger propusieron un sistema de clasificación que se correlacionó con los resultados clínicos después de sesión única con radiocirugía (20,21).

Dumont et al propusieron un sistema basado en los riesgos observados con el tratamiento endovascular de las MAV donde se suman las puntuaciones individuales del número de pedículos arteriales, el diámetro del pedículo arterial y el involucro o no de área elocuente (22).

TRATAMIENTO

La meta de tratamiento de las MAVs debe ser la completa obliteración del nido y de todos los cortocircuitos arteriovenosos debido a que existe un consenso de que una obliteración parcial en MAVs no disminuye el riesgo de hemorragia (23). Por lo que existen 3 modalidades de tratamiento de las MAVs: resección por microcirugía, radiocirugía estereotáxica y embolización por endovascular.

La microcirugía se ha asociado altos niveles de obliteración por lo que es comúnmente usado como tratamiento primario y existen anexos a la cirugía que mejoran su rendimiento como la neuroimagen preoperatoria avanzada, embolización preoperatoria, neuronavegación estereotáctica sin marco, e imágenes vasculares intraoperatorias (por ejemplo, angiografía por sustracción digital, videoangiografía con verde indocianina y videoangiografía con fluoresceína), monitoreo y mapeo electrofisiológico intraoperatorio (19,24–26).

La radiocirugía estereotáxica induce daño vascular que provoca esclerosis de los vasos sanguíneos de manera gradual y eventual obliteración de la MAV durante un período de 2 a 3 años en promedio. Su uso es más adecuado para MAV de tamaño pequeño o mediano (volumen <12 cm³ o diámetro ≤ 3 cm) ubicadas en regiones cerebrales profundas o elocuentes (27–29).

La embolización endovascular se realiza usualmente como una terapia de soporte antes de la resección microquirúrgica o la radiocirugía como parte del manejo multimodal de las MAVs. Se puede realizar incluso embolización dirigida de aneurismas intranidales o aquellos relacionados con el flujo (30,31). Además, se utiliza como tratamiento paliativo en el que se reduce el flujo para disminuir los síntomas potencialmente causados por hipertensión venosa local o robo vascular (32,33).

La embolización sola se puede realizar como terapia curativa. Algunos estudios de un solo centro con pacientes seleccionados con MAVs mostraron una tasa de obliteración más alta con esta modalidad (34,35). Generalmente, las MAVs con un nido pequeño y menos aferentes son posibles candidatos para embolización curativa (22,36).

Recientemente, se ha hecho uso de embolización transvenosa en casos de MAVs seleccionadas (37). Los candidatos adecuados para este método son aquellos con un nido pequeño y compacto, ubicación profunda, presentación hemorrágica, vena de drenaje única, falta de un pedículo arterial accesible, irrigación arterial exclusivamente de perforantes y arterias de alimentación que cruzan 38. Varios estudios han informado altas tasas de obliteración completa, aunque estos estudios fueron pequeños en series con un número limitado de pacientes (39,40). Por lo que es necesario más estudios en el ámbito de embolización de MAVs siendo el principal objetivo de este trabajo de realizar un análisis de estos pacientes en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las malformaciones arteriovenosas intracraneales (MAVs) son lesiones vasculares complejas y raras con una prevalencia e incidencias bajas que puede variar de acuerdo a su población. Es de importancia resaltar que a pesar de ser rara tiene una importante morbimortalidad al presentarse con sintomatología que va desde cefalea, epilepsia, déficit neurológico focal o alteraciones secundarias a hemorragia. Se considera de importancia estudiar el comportamiento de dicha patología en nuestra población mexicana ya que no se cuenta con dicha información en la literatura médica mundial desde predilección de edad, localización, presentación más frecuentemente, así como otras alteraciones vasculares asociadas. Más aún es de interés en el área de terapia endovascular neurológica conocer aquellas características que se relacionen a un mejor pronóstico en la embolización ya sea abordaje transarterial, transvenoso, así como el uso de diferentes materiales embolizantes que han surgido en los últimos años, no solamente los clásicamente conocidos como el Onyx y N-butil-cianocrilato (NBCA), sino también Squid y PHIL por sus siglas en inglés (precipitating hydrophobic injectable liquid), entre otros. Se cuenta con la ventaja de encontrarnos en un hospital de referencia nacional por lo que la población analizada en nuestra institución puede representar en buena parte a los pacientes con esta patología y dar pie a la importancia que requieren las MAVs incluso para la toma de decisiones donde involucra un equipo multidisciplinario conformado por neurocirujano vascular, terapeuta endovascular y radioneurocirujano para optar por la conducta a seguir óptima en cada caso particular. Es importante hacer notar como uno de los objetivos de este trabajo la necesidad de cada vez más el manejo endovascular no sólo como tratamiento anexo sino definitivo para un mejor pronóstico del paciente.

3. HIPÓTESIS

a. Hipótesis de trabajo

Las características anatómicas de las malformaciones arteriovenosas intracraneales en la población mexicana son parecidas a las reportadas en la literatura mundial.
Los factores que favorecen el tratamiento endovascular en nuestro medio son los mismos que los reportados en diversos estudios.
El manejo endovascular puede asociarse a un mejor pronóstico en el paciente con malformación arteriovenosa intracraneal.

b. Hipótesis estadística

I. Nula

No existe relación del manejo endovascular con el pronóstico del paciente con malformación arteriovenosa intracraneal embolizado.

II. Alterna

El pronóstico del paciente con malformación arteriovenosa intracraneal embolizado es mejor que aquel que no se le realiza dicho procedimiento.

4. OBJETIVOS

a. Objetivo principal

Descripción analítica de la población con malformaciones arteriovenosas intracraneales embolizadas en el servicio de Terapia Endovascular Neurológica en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía

b. Objetivos secundarios/específicos (opcionales)

Definir características anatómicas y clasificación de las malformaciones arteriovenosas intracraneales de los pacientes sometidos a embolización. Conocer las características neuroanatómicas de las MAVs así como sus divisiones de acuerdo a las clasificaciones actuales.

Definir el tipo de material que se utiliza para embolización y su frecuencia en esta población.

Conocer los factores que favorecen el tratamiento endovascular de estas malformaciones arteriovenosas intracraneales.

Determinar las complicaciones asociadas a la embolización de esta patología.

Conocer el porcentaje de pacientes sometidos a embolización curados vs tratados.

Definir el tipo de manejo endovascular (transarterial vs transvenoso) asociado con mejores resultados en los pacientes embolizados.

Conocer los retos en tratamiento de malformaciones arteriovenosas intracraneales pendientes de intervención.

5. JUSTIFICACIÓN

Las malformaciones arteriovenosas intracraneales (MAVs) por ser una patología rara, se requiere de un estudio analítico de la población en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía que se considera un centro de concentración y de relevancia a nivel no solo nacional sino Latinoamérica, siendo el lugar idóneo para realizar este tipo de trabajo debido a la gran cantidad de pacientes a quien se le solicita angiografía cerebral diagnóstica por ser el estándar de oro para el diagnóstico sino también para procedimientos terapéuticos vía endovascular.

Debido a que este tipo de pacientes requieren un manejo multidisciplinario (neurocirugía, radioneurocirugía y terapia endovascular) es importante estudiar las diferentes características asociadas a las MAVs tanto clínica como socio-cultural y así individualizar cada caso, de esta manera marcar la pauta para el mejor manejo de acuerdo a su clasificación y el resto del contexto del paciente.

Con el advenimiento de nuevas tecnologías en terapia endovascular como los catéteres, guías, dispositivos y otros materiales para tratamiento no sólo en áreas de patologías vasculares fuera de las MAVs (evento vascular cerebral, aneurismas intracraneales, enfermedad carotídea, entre otros) han sido de utilidad estos mismos materiales para el tratamiento cada vez con mejores resultados con el uso de: PHIL, coils, squid, onyx y NBCA así como asistencia con balón intravasculares y los distintos abordajes (transarterial vs transvenoso) que han aumentado el porcentaje de obliteración en las MAVs de 93 – 97% en casos seleccionados incluso en aquellos con Spetzler-Martin grado III.

Esto ha dado auge a que el terreno a tratar de los pacientes con MAVs sea cada vez mayor para la embolización endovascular y así virar la perspectiva de en vez de ser un procedimiento adyuvante a la cirugía o radiocirugía en el manejo multimodal, se pueda utilizar como un tratamiento de primera elección en casos específicos por lo que se realizará el estudio exhaustivo de los pacientes con MAVs tratados con embolización y conocer así su pronóstico o desenlace clínico, el cual se espera bueno. Esto con el fin de justificar la cada vez más insistencia de tratar dichos pacientes y facilitar así a las autoridades responsables la validez del costo-beneficio y permitir el alcance a cada vez más personas de estos materiales costosos que es muy limitante en la población mexicana.

6. DISEÑO DEL ESTUDIO

Estudio descriptivo, observacional, longitudinal y retrospectivo

a. Población de estudio

I. Población blanco:

Pacientes con Malformación Arteriovenosa Intracraneal con embolización endovascular.

II. Población elegible:

Pacientes con Malformación Arteriovenosa Intracraneal tratados con embolización del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía.

III. Población de estudio

Pacientes con Malformación Arteriovenosa Intracraneal tratados con embolización en el servicio de Terapia Endovascular Neurológica del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía entre los años 2015 al 2021.

IV. Método de muestreo

Se hizo búsqueda de los pacientes con diagnóstico de malformación arteriovenosa intracraneal a quienes se les realizó angiografía cerebral y/o embolización en las bases de datos del servicio de Terapia Endovascular Neurológica específicamente entre los años 2016 al 2021.

V. Tamaño de muestra

541 pacientes con diagnóstico de malformación arteriovenosa intracraneal

VI. Número total de sujetos

56 pacientes con diagnóstico de malformación arteriovenosa intracraneal con embolización endovascular

VII. Tamaño de efecto

0.01

VIII. Nivel de confianza

Alfa 0.05

IX. Poder estadístico

Beta 0.10

b. Criterios de selección

I. Inclusión

Pacientes que presentaron malformación arteriovenosa intracraneal incidental o hemorragia intracraneana secundaria a ruptura de la malformación arteriovenosa.

Pacientes ingresados a hospitalización que fueron sometidos a embolización de malformación arteriovenosa intracraneal.

Carta de consentimiento informado aceptando ser el tratamiento con embolización de la malformación arteriovenosa intracraneal.

Pacientes sin contraindicación para realizarse embolización.

II. Exclusión

Pacientes que presentaron malformación arteriovenosa intracraneal y que hayan sido sometidos a resección microquirúrgica o radioneurocirugía sin embolización.

Pacientes que no tengan registro en el expediente electrónico institucional.

Pacientes que no hayan aceptado la embolización como tratamiento.

Pacientes con alguna contraindicación para el procedimiento de embolización.

Pacientes con diagnóstico de fistula dural, angioma cavernoso y/o malformaciones o anomalías del drenaje venoso.

III. Eliminación

Pacientes que no cuenten con estudios de imagen completos (resonancia magnética y angiografía cerebral diagnóstica).

7. Variables

Variable de desenlace (dependiente)				
Nombre	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Instrumento y unidad de medición
Edad	Dato cuantitativo continuo, determina el tiempo de vida	Años cumplidos	Cuantitativa	Expediente clínico electrónico y años
Registro	Registro de identificación	Número de registro	Cualitativa	Expediente clínico electrónico y número
Género	Hombre o mujer	Hombre o mujer	Cualitativa dicotómica	Expediente clínico electrónico y sexo
Localización	Localización	Cerebelo, frontal, frontoparietal, tallo encefálico, occipital, parietal, parieto-occipital, tálamo, temporal, temporo-occipital, temporo-parietal	Cualitativa	Expediente clínico electrónico, PACS, angiografo y localización
Spetzler-Martin	Clasificación de MAVs publicada en 1986	Grado I a V de acuerdo a tamaño, elocuencia y drenaje	Cualitativa	Expediente clínico electrónico, PACS, angiografo y

		profundo		grado
Lawton-Young	Clasificación de MAVs publicada en 2010	Grado I a V, escala suplementaria a Spetzler Martin, de acuerdo a edad, morfología difusa y presentación hemorrágica	Cualitativa	Expediente clínico electrónico, PACS, angiografo y grado
Buffalo	Clasificación de MAVs publicada en 2015	Grado I a V, de acuerdo a número de pedículos, diámetro del pedículo y elocuencia	Cualitativa	Expediente clínico electrónico, PACS, angiografo y grado
Hemorragia subaracnoidea	Presencia de imagen hiperdensa en espacio subaracnoideo secundario a ruptura de MAV	Si o No	Cualitativa dicotómica	Expediente clínico electrónico, PACS, angiografo y presencia o no
Hemorragia intraventricular	Presencia de imagen hiperdensa en ventrículos secundario a ruptura de MAV	Si o No	Cualitativa dicotómica	Expediente clínico electrónico, PACS, angiografo y presencia o no
Hematoma parenquimatoso	Presencia de imagen hiperdensa rodeado de parénquima cerebral secundario a ruptura de MAV	Si o No	Cualitativa dicotómica	Expediente clínico electrónico, PACS, angiografo y presencia o no
Trombosis Venosa	Defecto de llenado en estudio de imagen contrastado de trayecto vascular en relación a una	Si o No	Cualitativa dicotómica	Expediente clínico electrónico, PACS, angiografo y presencia o no

	MAV			
Aneurisma intracraneal	Aneurisma incidental o asociado con MAV	Arterial o venoso	Cualitativa dicotómica	Expediente clínico electrónico, PACS, angiografo y tipo
Cefalea	Presencia o no de dolor a nivel de cráneo	Si o No	Cualitativa	Expediente clínico electrónico y presencia o no
Crisis convulsivas	Movimientos súbitos, descontrolados del cuerpo y cambios en el comportamiento que se presentan por una actividad eléctrica anormal en el cerebro.	Si o No	Cualitativa dicotómica	Expediente clínico electrónico y presencia o no
Déficit neurológico	Presencia de alteración neurológica agregada	Si o No	Cualitativa dicotómica	Expediente clínico electrónico y presencia o no
Rankin	Categoría de acuerdo a escala modificada de Rankin	Categoría de Rankin de 0 a 6	Cualitativa	Expediente clínico electrónico y categoría
Principales variables independientes, covariables y confusoras				
Nombre	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Instrumento y unidad de medición
Embolización	Uso de material embolizante ya sea sólido o líquido en MAV comprobado por estudio de imagen	Si o No	Cualitativa dicotómica	Expediente clínico electrónico, PACS, angiografo y presencia o no
Tipo de embolizante	Material embolizante sólido (coils) o líquido (Onyx,	Material usado para embolizar	Cualitativo	Expediente clínico electrónico, PACS,

	Squid, PHIL, (NBCA)			angiografo y embolizante
Abordaje utilizado	Acceso vascular arterial y/o venoso	1.Arterial, 2.Venoso, 3.Ambos	Cualitativo	Expediente clínico electrónico, PACS, angiografo y abordaje
Complicaciones	Complicación en el procedimiento de embolización endovascular	Complicación asociada a embolización	Cualitativo	Expediente clínico electrónico, PACS, angiografo y complicación
Defunción	Paciente que falleció	Si o No	Cualitativa	Expediente clínico electrónico
Causa de defunción	Razón del deceso	Defunción relacionada a embolización o no	Cualitativa	Expediente clínico electrónico y asociada o no embolización

8. PLAN ESTADÍSTICO

a. Descriptivo

Se realizó estadística descriptiva en términos de media, mediana y desviación estándar para las variables cuantitativas, así como, porcentajes para las variables cualitativas. Se realizará prueba de Kolmogorov-Smirnov para analizar la distribución de las variables numéricas.

b. Analítico (inferencial)

Se usaron pruebas de Chi-cuadrada, prueba exacta de Fisher, t de student o U de Mann-Whitney para la comparación de variables numéricas. Teniendo como valor de $p = < 0.05$, con significancia estadística.

c. Paquetería utilizada

SPSS Statistics versión 25 para macOS.

9. METODOLOGÍA

Se realizó la recolección de datos en hoja de Excel desde la base de datos del servicio de Terapia Endovascular Neurológica con fecha del 2016 al 2021 y se seleccionaron aquellos de interés descritos en la sección de variables, para aquellos datos faltantes se requirió de las libretas de cada una de las salas de hemodinamia (biplano y Zeego), además del uso del expediente clínico electrónico institucional y el programa de visualización de imágenes Carestream para revisar los estudios del paciente de esta manera se determinaron los valores de interés a capturar, así como revisión de expedientes físicos obtenidos del archivo clínico en los casos necesarios. Ya una vez contando con los datos de pacientes con diagnóstico de malformación arteriovenosa intracraneal se hizo búsqueda en este mismo grupo de aquellos que fueron sometidos a procedimiento de embolización endovascular y así se determinó que tipo de malformación arteriovenosa intracraneal se trato como grado de Spetzler-Martin, tipo de embolizante usado, complicaciones asociadas, Rankin, defunción, entre otros.

10. RESULTADOS

En el periodo de tiempo que abarcó del 15 de Enero del 2016 al 19 de Octubre del 2021 en el Departamento de Terapia Endovascular Neurológica del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Dr. Manuel Velasco Suárez” se llegaron a realizar 541 procedimientos (diagnósticos y terapéuticos) en pacientes con el diagnóstico de malformación arteriovenosa intracraneal (MAV) de los cuales se identificaron 90 procedimientos en 56 pacientes que involucraron embolización por vía endovascular.

Se dividieron por género en 24 (42.9%) mujeres y 32 (57.1%) hombres con edad promedio de 35 años (13-78). La mayoría de la población no tenía comorbilidades en 48 (85.7%) casos y sólo se encontraron 8 (14.2%) con algún padecimiento agregado de los cuales destacan los siguientes: Hipertensión arterial sistémica, diabetes mellitus tipo 2, hipertrofia prostática benigna, artritis reumatoide, depresión mayor, neuralgia del trigémino y espasmo hemifacial, estos últimos dos en concordancia con una MAV Cerebelosa Hemisférica ipsilateral.

Se evidenció por lateralidad 30 MAVs(53.6%) correspondientes al lado derecho, 22 (39.3%) al izquierdo y 4 (7.1%) a línea media. Por localización predominó el frontal con 16 casos (28.6%) siguiendo en frecuencia parietal con 6 (10.7%), parieto-occipital, temporal, tálamo y cerebelo se presentaron en 5 (8.9%) pacientes cada uno, fronto-parietal y temporo-occipital en 4 (7.1%) pacientes cada uno, tallo encefálico en 2 (3.6%) y finalmente temporo-parietal en 1 (1.8%) paciente (Figura 1).

Estos pacientes se dividieron de acuerdo a la clasificación de MAVs de Spetzler Martin de la siguiente manera: Grado II con 11 casos (19.6%), grado III con 26 (46.4%), grado IV con 16 (28.6%) y grado V con 3 (5.4%), ningún paciente con grado I se registro en esta muestra. Al aplicar la escala suplementaria de Lawton-Young se distribuyeron de la siguiente manera: con un punto 3 pacientes (5.4%), dos puntos en 5 (8.9%), tres puntos en 24 (42.9%), cuatro puntos en 17 (30.4%) y cinco puntos en 7 (12.5%). Con la escala de Buffalo se catalogaron de la siguiente manera: 1 punto para 7 paciente (12.5%), 2 puntos para 15 (26.8%), 3 y 4 puntos para 13 (23.2%) cada uno y 5 puntos para 8 (14.3%) pacientes.

La sintomatología asociada a la MAV *per se* fue dividida de la siguiente manera: crisis convulsivas en 35 pacientes, cefalea en 25 pacientes y déficit neurológico (alteración en nervio craneal, sistema motor y/o sensitivo) en 35 pacientes (Figura 2, 3 y 4).

Se registró el diámetro mayor del nido malformativo con un valor que oscila entre 12 a 65 mm (promedio de 36.3 mm). Se encontraron 14 casos con aneurisma intracraneal de los cuales 7 fueron venosos (todos posnadales) y 7 arteriales, en estos últimos 4 fueron incidentales (eje vascular independiente a la lesión) y 3 se catalogaron de hiperflujo por encontrarse en el mismo eje que aporta aferencias al nido de los cuales en 2 casos se realizó embolización del aneurisma con coils. Además se encontraron en 5 casos asociación con fístula dural siendo el más frecuente el tipo tentorial.

De los abordajes realizados para embolización hubo preferencia por la transarterial en 53 (94.6%) de los casos y en el resto fue transvenoso (5.3%). Usándose los siguientes materiales embolizantes: el Etileno-Vinil-Alcohol abreviado EVOH por sus siglas en inglés y conocido comúnmente como Onyx® (Medtronic, Irvine, CA, EEUU) en su presentación 18 se uso en 44.3% de los casos, N-butil-cianocrilato (NBCA) con el nombre comercial Histoacryl® (Bbraun, Melsnagen, Alemania) en 51.8% de los casos, además de Squid 12 y 18 (Balt, Mont-morency, Francia) usándose en 2 (3.6%) y 3 (5.4%) casos, respectivamente. Se usó también PHIL (*precipitating hydrophobic injectable liquid*) al 30% (MicroVention, Aliso Viejo, EEUU) en 2 (2.9%) pacientes y Coils en 3 (4.3%), es importante resaltar que en todos los casos de éste último se uso en conjunto con NBCA para la técnica de “olla de presión” descrita por Chapot et al en 2014. En la mayoría de las veces (83.9%) se utilizó sólo 1 embolizante (de mayor a menor frecuencia Onyx 18, NBCA o PHIL 30%). En segundo lugar se utilizaron combinaciones de 2 embolizantes encontrándose en 6 casos (4 con NBCA/Onyx18, 1 con NBCA/Squid 18 y 1 con Squid 12/PHIL 30%). En 1 caso se requirió de 3 materiales (NBCA, Coils y Onyx 18) y en 2 casos 4 materiales (NBCA/Coils/Onyx 18/Squid 18 y NBCA/Coils/Squid 12/Squid 18)(Tabla 1).

Dentro de los pacientes sometidos a tratamiento multimodal: 11 fueron mediante resección microquirúrgica y 19 a radioneurocirugía. Cabe destacar que la decisión del tratamiento para este tipo de pacientes es sometido a comité de MAVs de manera mensual sometido a decisión unánime de los 3 servicios participantes (Neurocirugía Vascul, Terapia Endovascular Neurológica y Radioneurocirugía).

Del total de población analizada se evaluó la hemorragia intracraneal considerando si se presentó hemorragia subaracnoidea, hemorragia intraventricular y/o hematoma parenquimatoso encontrándose 16 (28.5%) pacientes de los cuales 7 pacientes se les demostró aneurisma intracraneal y no se encontró relación estadísticamente significativa ($p=0.615$). Sólo en 3 casos se documentó trombosis venosa intracraneal y en 14 infarto en territorio arterial. Es relevante mencionar que 4 pacientes eran usuarios de droga (mariguana, metanfetaminas, cocaína, entre otros estimulantes) y en tres de ellos se asoció a hemorragia intracraneal e infarto.

Se subdividieron los pacientes de hemorragia intracraneal de acuerdo a Spetzler-Martin (SM) de la siguiente manera: I (4), II (8), IV (10), V (1), encontrándose una preferencia de sangrado en aquellos con un grado IV. Además de la asociación de SM con presencia de crisis convulsivas: II (9), III (20), IV (6) y V (0), evidenciándose preferencia por las grado III. Además de déficit neurológico: II (2), III (19), IV (11) y V (3), encontrándose tendencia nuevamente en las grado III.

Los pacientes con padecimiento con crisis convulsivas son manejados en su mayoría por la clínica de epilepsia en nuestra institución, los medicamentos que se utilizan para el control de las mismas son los siguientes de mayor a menor frecuencia: Levetiracetam, fenitoína, carbamazepina, ácido valproico, lacosamida, oxcarbamazepina, topiramato y amitriptilina.

De los pacientes sometidos a embolización se llegó a requerir hasta en 6 casos craneotomía descompresiva y sólo en un caso craneotomía para drenaje de hematoma parenquimatoso,

en 8 ocasiones se requirió ventriculostomía por hemorragia intraventricular de los cuales 5 se volvieron usuarios de derivación ventrículo-peritoneal.

La escala funcional postembolización que se utilizó en estos pacientes fue el Rankin modificado (mRS) siendo en todos los casos mayor a 6 meses catalogándose como satisfactorio los que se encontraban entre 0 y 2 siendo más frecuente en aquellos con SM grado III con 20 (35%) pacientes y Buffalo de 2 puntos con 14 (25%) pacientes.

Los pacientes resueltos se definieron de acuerdo al último estudio de imagen con el que contara ya sea con angiografía cerebral con sustracción digital o resonancia magnética de encéfalo con contraste catalogándose así 19 (33%) casos curados. Se censaron 6 defunciones de los cuales a 4 se les atribuyó como causa indirecta el tratamiento endovascular con una mortalidad del 7.1%. Es importante destacar que 3 de estos paciente fueron sometidos a craniectomía descompresiva. Divididos por SM: 3 grado III, 2 con IV y 1 con V.

Los pacientes curados de acuerdo al SM se dividieron de la siguiente manera: 11 paciente con grado II, 6 con III y 2 con IV. Por Buffalo se dividieron en: 6 pacientes con 1 punto, 8 con 2 puntos, 3 con 3 puntos y 4 con 2 puntos.

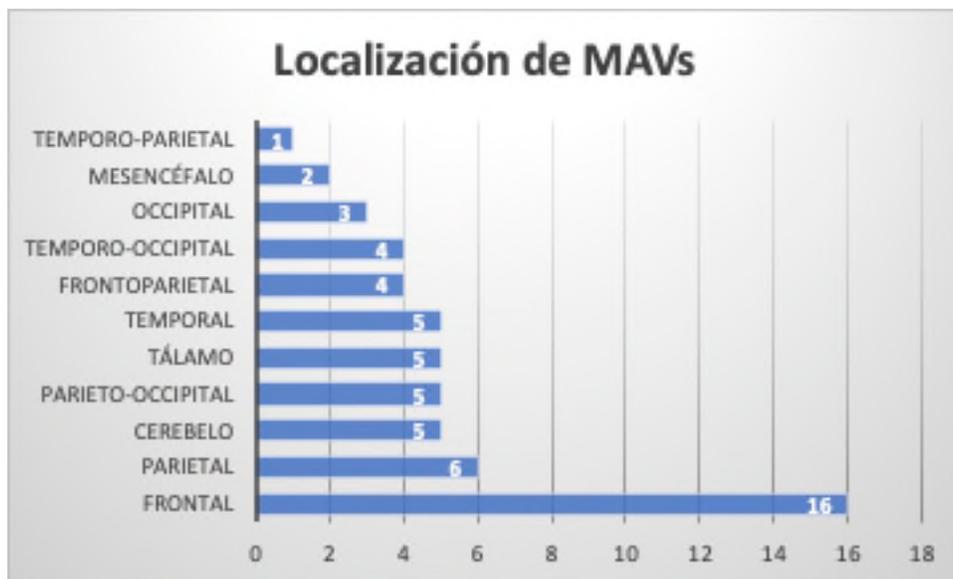


Figura 1. Distribución de la localización anatómica de los pacientes con malformación arteriovenosa intracraneal.

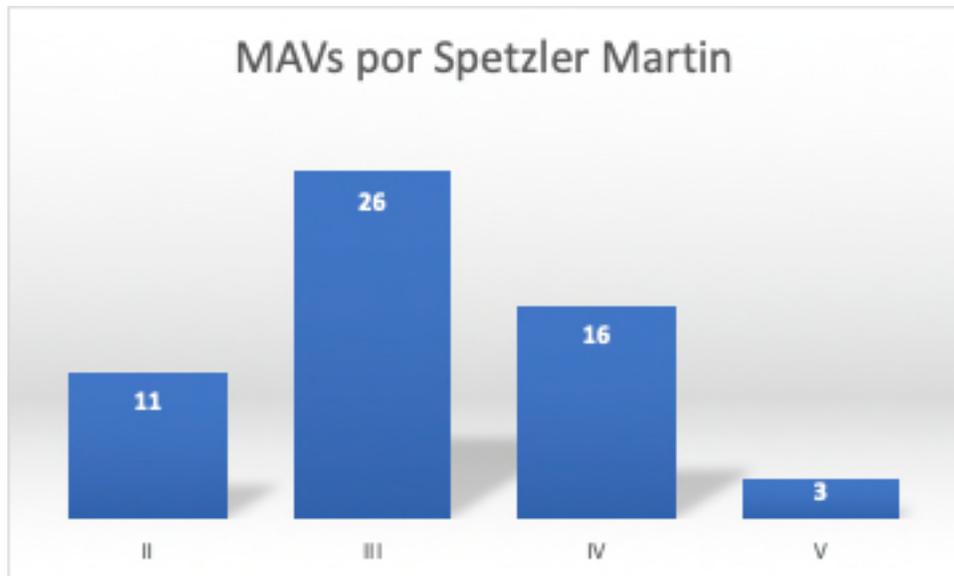


Figura 2. Distribución de los pacientes con malformación arteriovenosa intracraneal de acuerdo a la clasificación de Spetzler-Martin.

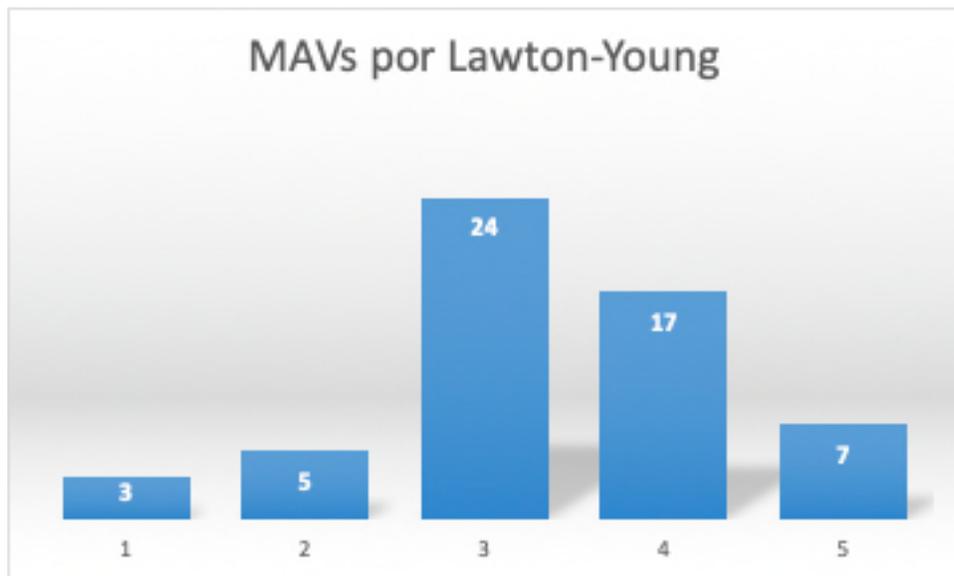


Figura 3. Distribución de los pacientes con malformación arteriovenosa intracraneal de acuerdo a la Escala Suplementaria de Lawton-Young.

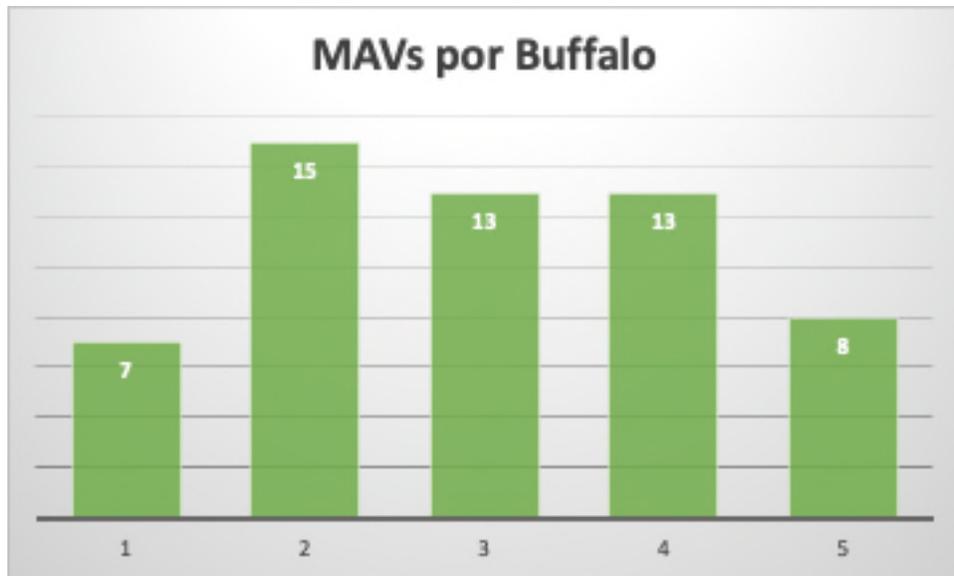


Figura 4. Distribución de los pacientes con malformación arteriovenosa intracraneal de acuerdo a la Escala de Buffalo.

		Ocasiones usados	Porcentaje
Materiales utilizados	NBCA	29	41.4%
	Coils	3	4.3%
	Onyx18	31	44.3%
	Squid12	2	2.9%
	Squid18	3	4.3%
	Phill30	2	2.9%
Total		70	100.0%

Tabla 1. Materiales usados en los procedimientos de embolización con predominio de Onyx 18 y NBCA.

11. DISCUSIÓN

Los pacientes con MAVs se consideran poco común debido a que tienen una prevalencia de 50 casos por cada 100,000 (IC 95% 10-100) e incidencia estimada de 1.3 por cada 100,000 pacientes año que se ha facilitado cada vez más debido al uso de la resonancia magnética (41). En nuestro estudio se realizaron 541 procedimientos independientemente de que se tratara de angiografía diagnóstica o terapéutica de un total de 2947 estudios angiográficos realizados desde Enero 2016 hasta Octubre 2021, es decir, por cada 5.4 angiografías se considera que pueda existir una con malformación arteriovenosa intracraneal. Por lo que el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía es un centro de gran relevancia de dicha patología. Es importante resaltar que la frecuencia de comorbilidades en nuestra población estudiada fue de 17% (10/56).

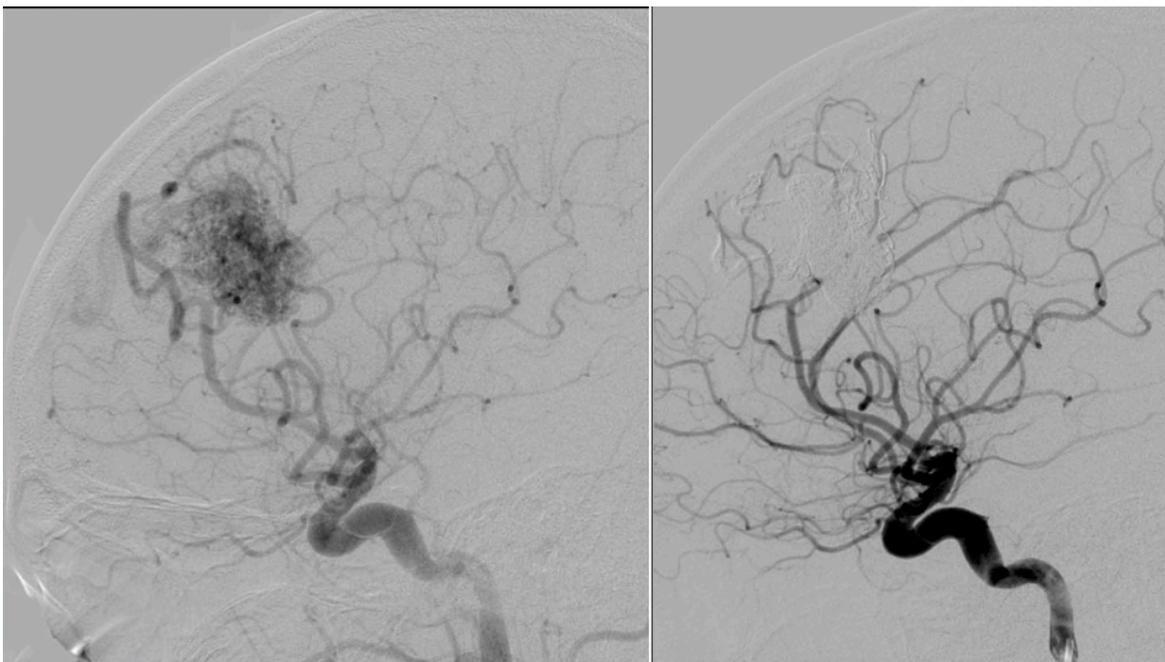
La edad promedio fue menor a la encontrada en otros estudios similares con MAVs embolizadas como describe Pulli et al de 43.2 años o Lopes et al con 44.1 años, muy por arriba de lo encontrado en nuestro estudio que alrededor de los 35 años de edad. (42,43).

Aunque no se cuente con el número tan alto como otras series reportadas de MAVs embolizadas como Saatci et al y Beharvahdat et al con 350 y 408 pacientes, respectivamente, esto puede ser explicado por el periodo analizado que fue de 6 años en nuestro estudio vs 9-12 años de dichos autores. Sin embargo, se puede considerar la mayor serie de casos tratados por vía endovascular hasta el momento en población mexicana (35,44).

Se puede demostrar que hay una predilección por los pegamentos como el cianocrilato (NBCA) y el líquido embolizante no cohesivos como el Onyx para realizar embolización de MAVs así como un aumento en los últimos años por preferencia de uso del abordaje transvenoso vs transarterial (43, 45).

Nuestros resultados han mostrado un porcentaje de curación de hasta 33%, considerando que de los 19 pacientes curados fueron sometidos a resección microquirúrgica 5 casos y a radioneurocirugía otros 7 casos, con un final de 7 pacientes curados únicamente por vía endovascular que si bien se puede considerar un número bajo de oclusiones con respecto a series mundiales, por otro lado, la mortalidad es mucho menor con respecto a la literatura que ronda alrededor del 10% (45).

12. CASOS CLÍNICOS



Caso 1. Masculino de 25 años de edad con diagnóstico de MAV Frontal Derecha SM II, Buffalo 1, quien se embolizó en una sesión con Onyx 18 únicamente, mRS 0.



Caso 2. Femenino de 21 años de edad con diagnóstico de MAV Occipital Izquierda SM2, Buffalo 2, quien se embolizó en una sesión con NBCA únicamente, mRS 0.

13. CONCLUSIONES

El tratamiento multidisciplinario de las MAVs por las tres técnicas pilares: resección microquirúrgica, embolización y radioneurocirugía, es de suma importancia para tomar una decisión adecuada, enfocada en lograr mejores desenlaces funcionales para el paciente, sobretodo en instituciones como la nuestra, donde hay una concentración importante de dicha patología.

Aunque la terapia endovascular neurológica en un principio se manejó como un tratamiento adyuvante a la neurocirugía y radioneurocirugía cada vez ha tenido mayor peso para el manejo de este tipos de pacientes con vía hacia la curación, existen factores que pueden orientar a una mayor tasa de oclusión como un Spetzler-Martin II, Buffalo <2, menores de 30 años de edad así como el uso de NBCA y Onyx.

La morbimortalidad en estos pacientes sobretodo si se acompaña de hemorragia intracraneal puede ser alta y provocar secuelas como déficit neurológico importante, cefalea o epilepsia. Se debe hacer hincapié en la detección oportuna así como el manejo consensado de la misma.

Aún falta mucho por hacer en este tipo de pacientes así como el uso de nuevas tecnologías como microcatéteres, embolizantes, entre otros para aumentar la posibilidad de curación además es de suma importancia entender la anatomía de estas lesiones como lo son sus aferentes, eferentes y alteraciones vasculares asociadas.

REFERENCIAS

1. Sugiyama T, Grasso G, Torregrossa F, Fujimura M. Current concepts and perspectives on brain arteriovenous malformations: A review of pathogenesis and multidisciplinary treatment. *World Neurosurg* [Internet]. 2021; Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1878875021011153>
2. Unnithan AKA. Overview of the current concepts in the management of arteriovenous malformations of the brain. Vol. 96, *Postgraduate Medical Journal*. 2020. p. 212–20.
3. Ajiboye N, Chalouhi N, Starke RM, Zanaty M, Bell R. Cerebral arteriovenous malformations: Evaluation and management. Vol. 2014, *Scientific World Journal*. 2014.
4. Morales-Valero SF, Bortolotti C, Sturiale CL, Lanzino G. Are parenchymal AVMs congenital lesions? *Neurosurg Focus*. 2014;37(3).
5. Komiyama M. Pathogenesis of brain arteriovenous malformations. Vol. 56, *Neurologia Medico-Chirurgica*. 2016. p. 317–25.
6. Thomas JM, Surendran S, Abraham M, Rajavelu A, Kartha CC. Genetic and epigenetic mechanisms in the development of arteriovenous malformations in the brain [Internet]. Vol. 8, *Clinical Epigenetics*. *Clinical Epigenetics*; 2016. p. 1–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s13148-016-0248-8>
7. Chen W, Choi EJ, McDougall CM, Su H. Brain Arteriovenous Malformation Modeling, Pathogenesis, and Novel Therapeutic Targets. *Transl Stroke Res*. 2014;5(3):316–29.
8. Lawton MT, Rutledge WC, Kim H, Stapf C, Whitehead KJ, Li DY, et al. Brain arteriovenous malformations. *Nat Rev Dis Prim* [Internet]. 2015;1(Table 1):1–21. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/nrdp.2015.8>
9. Chen CJ, Shabo LM, Ding D, Ironside N, Kano H, Mathieu D, et al. Seizure Presentation in Patients with Brain Arteriovenous Malformations Treated with Stereotactic Radiosurgery: A Multicenter Study. *World Neurosurg* [Internet]. 2019;126:e634–40. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.02.104>

10. Chen CJ, Ding D, Derdeyn CP, Lanzino G, Friedlander RM, Southerland AM, et al. Brain arteriovenous malformations: A review of natural history, pathobiology, and interventions. *Neurology*. 2020;95(20):917–27.
11. Costa L, Wallace MC, Brugge KG, Kelly CO, Willinsky RA, Tymianski M. From Brain Arteriovenous Malformations. 2008;100–5.
12. Mast H, Young WL, Koennecke H, Sciacca RR, Osipov A, Pile-spellman J, et al. Risk of spontaneous haemorrhage after diagnosis of cerebral arteriovenous malformation. 1997;350:1065–8.
13. Hernesniemi JA, Ph D. Natural History of Brain Arteriovenous Malformations: A long-term follow-up. 2008;63(5):6–9.
14. Tranvinh E, Heit JJ, Hacein-Bey L, Provenzale J, Wintermark M. Contemporary imaging of cerebral arteriovenous malformations. Vol. 208, *American Journal of Roentgenology*. 2017. p. 1320–30.
15. Conger A, Kulwin C, Lawton MT, Cohen-Gadol AA. Diagnosis and evaluation of intracranial arteriovenous malformations. *Surg Neurol Int*. 2015;6(1).
16. Spetzler RF, Martin NA. A proposed grading system for arteriovenous malformations. *J Neurosurg*. 1986;65:476–83.
17. Spetzler RF, Ponce FA. A 3-tier classification of cerebral arteriovenous malformations. *J Neurosurg*. 2011;114(3):842–9.
18. Lawton MT, Kim H, McCulloch CE, Mikhak B, Young WL. A supplementary grading scale for selecting patients with brain arteriovenous malformations for surgery. *Neurosurgery*. 2010;66(4):702–13.
19. Kim H, Ablal AA, Nelson J, McCulloch CE, Bervini D, Morgan MK, et al. Validation of the supplemented Spetzler-martin grading system for brain Arteriovenous malformations in a Multicenter cohort of 1009 surgical patients. *Neurosurgery*. 2015;76(1):25–31.
20. Pollock BE, Flickinger JC. A proposed radiosurgery-based grading system for arteriovenous malformations. *J Neurosurg*. 2002;96(1):79–85.
21. Pollock BE, Flickinger JC. Modification of the radiosurgery-based arteriovenous malformation grading system. *Neurosurgery*. 2008;63(2):239–43.

22. Dumont TM, Kan P, Snyder K V., Hopkins LN, Siddiqui AH, Levy EI. A proposed grading system for endovascular treatment of cerebral arteriovenous malformations: Buffalo score. *Surg Neurol Int.* 2015;6(1).
23. Lv X, Wu Z, Li Y, Yang X, Jiang C. Hemorrhage risk after partial endovascular NBCA and ONYX embolization for brain arteriovenous malformation. *Neurol Res.* 2012;34(6):552–6.
24. Hartmann A, Stapf C, Hofmeister C, Mohr JP, R.R. S, Stein BM, et al. Brain Arteriovenous Malformation. *Stroke.* 2000;31:2361–4.
25. Davidson AS, Morgan MK. Surgery ? A Prospective , Observational Study of Surgery As First-Line Treatment for Brain. *Neurosurgery.* 2010;66(3):498–505.
26. Schramm J, Schaller K, Esche J, Boström A. Microsurgery for cerebral arteriovenous malformations: Subgroup outcomes in a consecutive series of 288 cases. *J Neurosurg.* 2017;126(4):1056–63.
27. Starke RM, Kano H, Ding D, Lee JYK, Mathieu D, Whitesell J, et al. Stereotactic radiosurgery for cerebral arteriovenous malformations: Evaluation of long-term outcomes in a multicenter cohort. *J Neurosurg.* 2017;126(1):36–44.
28. Pollock BE, Link MJ, Stafford SL, Garces YI, Foote RL. Stereotactic radiosurgery for arteriovenous malformations: The effect of treatment period on patient outcomes. *Neurosurgery.* 2016;78(4):499–508.
29. Paúl L, Casasco A, Kusak ME, Martinez N, Rey G, Martinez R. Results for a Series of 697 Arteriovenous Malformations Treated by Gamma Knife: Influence of Angiographic Features on the Obliteration Rate ´. *Neurosurgery.* 2014;75(5):568–83.
30. Flores BC, Klinger DR, Rickert KL, Barnett SL, Welch BG, White JA, et al. Management of intracranial aneurysms associated with arteriovenous malformations. *Neurosurg Focus.* 2014;37(3).
31. Endo H, Osawa S ichiro, Matsumoto Y, Endo T, Sato K, Niizuma K, et al. Embolization of ruptured arteriovenous malformations in the cerebellopontine angle cistern. *Neurosurg Rev.* 2018;41(1):173–82.
32. Krings T, Hans FJ, Geibprasert S, Terbrugge K. Partial “targeted” embolisation of brain arteriovenous malformations. *Eur Radiol.* 2010;20(11):2723–31.

33. Han PP, Ponce FA, Spetzler RF. Intention-to-treat analysis of Spetzler-Martin grades IV and V arteriovenous malformations: Natural history and treatment paradigm. *J Neurosurg.* 2003;98(1 SUPPL.):3–7.
34. Van Rooij WJ, Jacobs S, Sluzewski M, Van Der Pol B, Beute GN, Sprengers ME. Curative embolization of brain arteriovenous malformations with onyx: Patient selection, embolization technique, and results. *Am J Neuroradiol.* 2012;33(7):1299–304.
35. Saatci I, Geyik S, Yavuz K, Cekirge HS. Endovascular treatment of brain arteriovenous malformations with prolonged intranidal Onyx injection technique: Long-term results in 350 consecutive patients with completed endovascular treatment course - Clinical article. *J Neurosurg.* 2011;115(1):78–88.
36. Pulli B, Stapleton CJ, Walcott BP, Koch MJ, Raymond SB, Leslie-Mazwi TM, et al. Comparison of predictive grading systems for procedural risk in endovascular treatment of brain arteriovenous malformations: analysis of 104 consecutive patients. *J Neurosurg.* 2020;133(2):342–50.
37. Lv X, Song C, He H, Jiang C, Li Y. Transvenous retrograde AVM embolization: Indications, techniques, complications and outcomes. *Interv Neuroradiol.* 2017;23(5):504–9.
38. Chen CJ, Norat P, Ding D, Mendes GAC, Tvrdik P, Park MS, et al. Transvenous embolization of brain arteriovenous malformations: A review of techniques, indications, and outcomes. *Neurosurg Focus.* 2018;45(1):1–7.
39. Mendes GAC, Kalani MYS, Iosif C, Lucena AF, Carvalho R, Saleme S, et al. Transvenous Curative Embolization of Cerebral Arteriovenous Malformations: A Prospective Cohort Study. *Clin Neurosurg.* 2018;83(5):957–64.
40. Consoli A, Renieri L, Nappini S, Limbucci N, Mangiafico S. Endovascular treatment of deep hemorrhagic brain arteriovenous malformations with transvenous onyx embolization. *Am J Neuroradiol.* 2013;34(9):1805–1.
41. Lawton MT, Rutledge WC, Kim H, et al. Brain arteriovenous malformations. *Nat Rev Dis Prim.* 2015;1(Table 1):1–21. doi:10.1038/nrdp.2015.8.
42. Lopes DK, Moftakhar R, Straus D, Munich SA, Chaus F, Kaszuba MC. Arteriovenous malformation embocure score: AVMES. *J Neurointerv Surg.* 2016;8(7):685–691. doi:10.1136/neurintsurg-2015-011779.

43. Pulli B, Stapleton CJ, Walcott BP, et al. Comparison of predictive grading systems for procedural risk in endovascular treatment of brain.

44. Baharvahdat H, Blanc R, Termechi R, et al. Hemorrhagic complications after endovascular treatment of cerebral arteriovenous malformations. *Am J Neuroradiol*. 2014;39(5):978-983.
doi:10.3174/ajnr.A3906

45. Zaki Ghali MG, Kan P, Britz GW. Curative Embolization of Arteriovenous Malformations. *World Neurosurg*. 2019;129:467-486.
doi:10.1016/j.wneu.2019.01.166

ANEXOS

Variables	Puntuación
Tamaño	
<3 Cm	1
3-6 Cm	2
>6 Cm	3
Elocuencia	
Si	1
No	0
Drenaje venoso	
Superficial	1
Profundo	0
Grado: Tamaño+Elocuencia+Drenaje venoso	

Tabla 1. Clasificación de Spetzler Martin para MAVs donde se consideran tamaño, elocuencia y drenaje venoso.

Variables	Puntos
Edad (años)	
<20	1
20-40	2
>40	3
Hemorragia	
Si	0
No	1
Nido Difuso	
Si	1
No	0

Tabla 2. Clasificación de Spetzler Martin para MAVs donde se consideran edad, hemorragia y nido difuso.

Graded feature	Points assigned
Number of arterial pedicles	
1 or 2	1
3 or 4	2
5 or more	3
Diameter of arterial pedicles	
Most > 1 mm	0
Most ≤ 1 mm	1
Nidus location	
Noneloquent	0
Eloquent	1

$AVM\ grade = [number] + [diameter] + [nidus\ location]$

Tabla 3. Escala de buffalo para MAVs donde se considera el número de pedículos arteriales, diámetro de dichos pedículos y localización elocuente.

0	Sin síntomas	
1	Sin incapacidad importante	Capaz de realizar sus actividades y obligaciones habituales
2	Incapacidad leve	Incapacidad de realizar algunas de sus actividades previas, pero capaz de velar por sus intereses y asuntos sin ayuda
3	Incapacidad moderada	Síntomas que restringen significativamente su estilo e vida o impiden su subsistencia totalmente autónoma (p. ej. necesitando alguna ayuda)
4	Incapacidad moderadamente severa	Síntomas que impiden claramente su subsistencia independiente aunque sin necesidad de atención continua (p. ej. incapaz para atender sus necesidades personales sin asistencia)
5	Incapacidad severa	Totalmente dependiente, necesitando asistencia constante día y noche
6	Muerte	

Tabla 4. Escala de Rankin modificada.