



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ

Estado clínico del paciente pediátrico
antes y después del tratamiento para
malformaciones arteriovenosas
cerebrales y epidemiología de 10
años.

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN :

NEUROCIROGÍA PEDIÁTRICA

P R E S E N T A :

Dra. Verónica Martínez Zerón

TUTOR:

Dr. Fernando Chico Ponce de León



CIUDAD DE MÉXICO

FEBRERO 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México



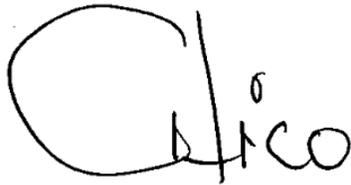
UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

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.

HOJA DE FIRMAS



DIRECTOR DE TESIS

DR. FERNANDO CHICO PONCE DE LEÓN

JEFE DE DEPARTAMENTO DEL SERVICIO DE NEUROCIRUGÍA PEDIÁTRICA

HOSPITAL INFANTIL FEDERICO GÓMEZ



ASESOR DE TESIS

DR. SAMUEL TORRES GARCÍA

MÉDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE NEUROCIRUGÍA PEDIÁTRICA

HOSPITAL INFANTIL FEDERICO GÓMEZ

INVESTIGADORES:

Director de Tesis:

Dr. Fernando Chico Ponce de León

Jefe De Departamento del Servicio de Neurocirugía Pediátrica

Hospital Infantil Federico Gómez

Asesor de Tesis:

Dr. Samuel Torres García

Médico Adscrito Al Servicio De Neurocirugía Pediátrica

Hospital Infantil Federico Gómez

Tesista:

Dra. Verónica Martínez Zerón

Residente de 2do grado de la Subespecialidad de Neurocirugía Pediátrica

Servicio de Neurocirugía Pediátrica del Hospital Infantil de México Federico Gómez

DEDICATORIAS:

Dedico el esfuerzo y satisfacción que me da el concluir con esta especialidad a mi madre Margarita, mi padre Víctor ya mis hermanas Alejandra y Elizabeth.

A mi abuelita, Dolores Fuentes porque a sus 91 años sigue cuidando de mí.

A mis maestros neurocirujanos pediatras: Dr. Miguel Ángel Vaca Ruiz, Dr. Fernando Chico Ponce de León, Dr. Luis Felipe Gordillo Domínguez, Dr. Vicente González Carranza, Dr. Samuel Torres García y Dr. Ricardo Adrián Cortés Monterrubio.

CONTENIDO

	IDENTIFICACIÓN DE LOS INVESTIGADORES	2
	DEDICATORIAS	3
	RESUMEN	5
1	ANTECEDENTES	6
2	MARCO TEÓRICO	9
3	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	23
4	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	24
5	JUSTIFICACIÓN	25
6	HIPÓTESIS	26
7	OBJETIVOS	27
8	MÉTODOS	28
9	PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO	30
10	DESCRIPCIÓN DE VARIABLES	31
11	RESULTADOS DEL ESTUDIO	36
12	DISCUSIÓN	55
13	CONCLUSIÓN	58
14	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	60
15	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
16	LIMITACIÓN DEL ESTUDIO	70
17	ANEXOS	71

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: Las malformaciones arteriovenosas cerebral son la primera causa de hemorragia endocraneana espontánea en pacientes pediátricos. Existen principalmente 3 modalidades de tratamiento los cuales se pueden combinar entre si dependiendo de las características anatómicas de la lesión y el estado general del paciente.

OBJETIVOS: Determinar la frecuencia de los tratamientos más usados para los pacientes con diagnóstico de malformación arteriovenosa cerebral en el Hospital Infantil de México Federico Gómez y comparar su estado funcional antes del tratamiento.

MATERIAL Y MÉTODOS: Estudio retrospectivo, descriptivo observacional

RESULTADOS: Los tratamientos que más frecuentemente se realizan son los de radiocirugía estereotáctica y resección microquirúrgica. No existe relación entre el estado funcional del paciente y el grado de malformación según Spetzler-Martin. Tampoco existe relación en el estado clínico posterior al tratamiento y el tipo de tratamiento.

CONCLUSIONES: La realización de panangiografía cerebral diagnóstica previa al tratamiento microquirúrgico se asoció a menor frecuencia de malformaciones residuales. Es necesario mejorar el registro de esta patología en los expedientes clínicos

PALABRAS CLAVE: MALFORMACIONES ARTERIOVENOSAS, PACIENTES PEDIÁTRICOS

1. ANTECEDENTES.

El tratamiento quirúrgico de los trastornos cerebrovasculares ha evolucionado significativamente desde mediados del siglo XX. Esta evolución ha sido impulsada por nuevos refinamientos microquirúrgicos, tecnología endovascular y endoscópica avanzada. Al igual que la neurocirugía en general, la cirugía cerebrovascular en particular está a la vanguardia de la era actual de la “medicina de precisión”. En esta era, la investigación se centra cada vez más en el perfil genético-molecular, óptica avanzada y técnicas de diagnóstico fisiológico, tratamiento multimodal y los métodos quirúrgicos mínimamente invasivos.

A Harvey Cushing y Walter Dandy se les atribuye la creación moderna de la conceptualización de las malformaciones cerebrovasculares, plasmados en sus informes en 1929 y 1928 respectivamente. Cushing, describió histológicamente la relación que tiene la vasculatura cerebral anómala con el parénquima cerebral y gran parte de su publicación sobre tumores que rodean los vasos sanguíneos cerebrales se centró en hemangioblastomas. ⁽¹⁾ Por su parte, Walter Dandy, publicó esquemas sobre la configuración anatómica de las malformaciones arteriovenosas cerebrales ⁽²⁾ (Figura 1)

Fue hasta 1966 que McCormick en 1966 describió los cuatro tipos de malformaciones vasculares y esto ahora se acepta como la nomenclatura actual, basado en hallazgos histológicos. ⁽³⁾ Laine en 1981 también hizo aportaciones en la descripción topográfica de las malformaciones arteriovenosas. ⁽⁴⁾

Yasargil reconoce los trabajos de Herbert Olivecrona como pionero de la radiocirugía neurológica a nivel mundial en el tratamiento de las malformaciones arteriovenosas. A su vez, el propio Yasargil publicó una serie de 60 casos de malformaciones arteriovenosas, en uno sus 4 libros de microcirugía donde habla de la anatomía, histología, embriología y técnicas microquirúrgicas como tratamiento de las malformaciones arteriovenosas. Este

libro, ha sido durante años un referente de la cirugía vascular neurológica a nivel internacional. ⁽⁵⁾

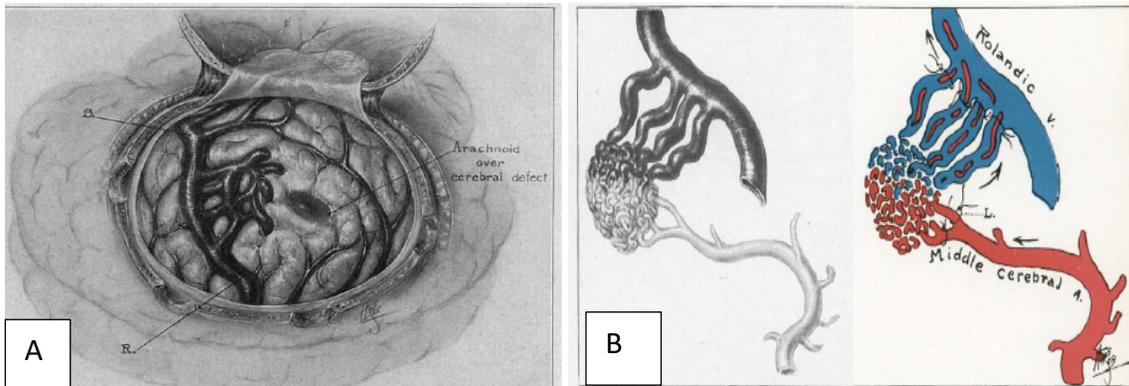


Figura 1.- Ilustraciones tomadas de la publicación original de Walter Dandy en 1928 ⁽⁷⁾ A) Esquema de una malformación arteriovenosa con una zona de hemorragia. B) Esquema de la configuración de la misma malformación arteriovenosa pero con un aneurisma

En 1986 que Spetzler y Martin ⁽⁶⁾ propusieron una clasificación para poder elegir el mejor tratamiento, basada en las características de las malformaciones arteriovenosas: Tamaño, drenaje y área funcional. Esta escala es la más utilizada actualmente.

En 2010 los autores Lawton y Young analizan una serie de 300 pacientes intervenidos quirúrgicamente por malformaciones arteriovenosas cerebrales considerando factores de riesgo adicionales a las variables contempladas por Spetzler y Martin. Encontrando asociación significativa con peor resultado quirúrgico a la edad, antecedente sin sangrado y morfología difusa del nido. ⁽⁷⁾

En 2011 Spetzler y Ponce proponen simplificar la escala clásica de Spetzler-Martin de 5 grados a 3 clases (A, B y C) debido a la equivalencia estadística entre los resultados al alta entre grados I y II, y las IV y V. ⁽⁸⁾

En México, en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Doctor Manuel Velasco Suárez, se han publicado muchos trabajos sobre terapia endovascular por el Doctor Zenteno y de radioneurocirugía por el Doctor Moreno Jiménez ^(9,10)

El doctor Edgar Nathal Vera, es de uno de los médicos quienes más trabajos sobre la técnica quirúrgica han aportado a este país. ⁽¹¹⁾

En el año 2009, nuestro actual Jefe de Departamento del servicio de Neurocirugía del Hospital Infantil de México Federico Gómez, el Doctor Fernando Chico Ponce de León publicó una serie de 4 artículos sobre el tratamiento de las malformaciones arteriovenosas cerebrales en niños ⁽¹²⁻¹⁵⁾. Esta serie fue publicada por la revista Contemporary Neurosurgery y fue publicada con el análisis de casos del Hospital de Lille y de este hospital.⁽¹²⁻¹⁵⁾

Hasta el momento, en nuestro hospital, no se han realizado trabajos de tesis específicamente sobre malformaciones arteriovenosas cerebrales.

A pesar de ser uno de los hospitales de referencia nacional para pacientes con este tipo de enfermedad, el diagnóstico y tratamiento se realiza con apoyo de otros hospitales considerados también institutos nacionales de salud. La colaboración más frecuente, está relacionada con el servicio de terapia endovascular neurológica del Hospital Juárez de México, Hospital General de México Eduardo Liceaga y el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Doctor Manuel Velasco Suárez. En casos complejos que requieren cirugía, se logra también la colaboración de especialistas que acuden a nuestro hospital al procedimiento quirúrgico, teniendo así una buena retroalimentación para todo el personal que participamos en la atención del paciente.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Definición

Las malformaciones vasculares cerebrales tienen predominantemente 5 variedades en el niño ⁽¹⁶⁾:

1. Malformaciones arteriovenosas
2. Angiomas cavernosos
3. Aneurismas de la vena de Galeno
4. Angioma venoso
5. Angioma capilar

Nuestro trabajo se centrará específicamente en las malformaciones arteriovenosas clásicas que desde el punto de vista patológico se definen como un apretado y enmarañado ovillo de vasos, de paredes anormalmente delgadas, en donde las arterias dilatadas van a alimentar la lesión ocasionando cortocircuitos arteriovenosos. ⁽¹⁶⁾

Una malformación arteriovenosa cerebral es una red de vasos anómala entre arterias y venas que irrigan y drenan el parénquima cerebral. Los vasos de esta red suelen estar estrechamente agrupados en forma de nido y sus paredes son atípicamente delgadas. Las arterias que proporcionan sangre a esta malformación suelen estar dilatadas y las venas de drenaje son tortuosas, lo que ocasiona un cortocircuito arteriovenoso. Generalmente el parénquima cerebral que rodea los vasos de la malformación es tejido no funcional. ^(12,16)

Las malformaciones arteriovenosas son el resultado de un defecto en el desarrollo ontogénico en la organización vascular en la cual persiste una conexión entre una arteria y una vena sin la presencia de una red capilar. Se sabe que este defecto ocurre entre la semana 12 y 13 en la etapa embrionaria. Se ha informado de malformaciones

arteriovenosas evolutivas en el niño, esto se atribuye al llamado factor de crecimiento endotelial vascular. ^(12,17,18)

2.2 Epidemiología

La incidencia de malformaciones arteriovenosas cerebrales alcanza el 70 % de todas las anomalías vasculares cerebrales y tiene una prevalencia anual de 10 a 12 en 100 000 niños. Cada año, las complicaciones hemorrágicas ocurren en 4 de cada 100 pacientes con estas malformaciones, mientras que el riesgo de muerte representa el 15-20 % ⁽¹⁸⁾. De manera general, la hemorragia se presenta con mayor frecuencia entre los 15 y los 20 años de edad, con una mortalidad de 10% y una morbilidad de hasta 30-50%. La prevalencia global es de 0.14%. Es más frecuente en el sexo masculino. Se conocen algunos síndromes hereditarios en los cuales son más frecuentes, el más conocido, el síndrome de Osler- Weber- Rendu , en el cual se presenta en el 15 a 20% de los pacientes. Sin embargo, cabe señalar que los defectos genéticos subyacentes a estas malformaciones vasculares no están presentes en todos los casos lo que sugiere que múltiples defectos genéticos diferentes pueden resultar en cambios moleculares que convergen para dar lugar a la misma lesión. De manera similar, el efecto de los factores ambientales no puede ignorarse. El 64% de las malformaciones arteriovenosas se diagnostica a una edad menor de 40 años, siendo el promedio, a los 33 años. ⁽¹⁸⁾

2.3 Historia natural de la enfermedad

Las malformaciones arteriovenosas cerebrales en pacientes pediátricos se relacionan comúnmente con hemorragia intracraneal con tasas reportadas de 60 a 85%. ^(16,18) Sin embargo, no está demostrado que la tasa de hemorragia intracraneal sea mayor en adolescentes que en adultos debido a la dificultad de establecer la prevalencia de esta enfermedad en la población pediátrica. ^(18,19,20)

Existen algunas teorías sobre la etiología de este aparente riesgo elevado de hemorragia por malformaciones arteriovenosas cerebrales en niños en comparación con adultos. Los pacientes pediátricos poseen una vasculatura cerebral en desarrollo lo que conlleva un mayor riesgo de rotura. Las malformaciones arteriovenosas cerebrales a menudo pequeñas que se encuentran en pacientes pediátricos pueden romperse con mayor frecuencia respecto a las malformaciones de mayor tamaño. ^(13,14,18)

Los pacientes pediátricos presentan un riesgo elevado de recurrencia o crecimiento de una malformación residual si no se logra la resección completa; por lo tanto la resección completa en la primera cirugía es el objetivo, y la primera oportunidad de aumentar la posibilidad de curación. ⁽¹⁴⁾

2.4 Presentación clínica

Las malformaciones arteriovenosas cerebrales son la principal causa de hemorragias endocranenas espontáneas en la población pediátrica (70 a 90% aproximadamente) ^(16,21).

En la población pediátrica, las malformaciones arteriovenas generalmente se presentan entre los 3 meses y los 15 años de edad, con un promedio de 9.5 años de edad. Se reporta una incidencia levemente mayor en hombres (50.7 a 58.1%). La forma de presentación clínica más común es la hemorragia (que ocurre en un 60% comparada con 92% en el caso de los aneurismas), seguida de las convulsiones. Otras manifestaciones en neonatos y niños menores a dos años incluyen: hidrocefalia, retraso en el desarrollo secundaria a atrofia cerebral, insuficiencia cardíaca, crepitación craneal y cefalea. ^(18, 19, 20, 21)

Aunque el riesgo de hemorragia relacionada con la clasificación de Spetzler-Martin se ha debatido, algunos autores afirman, que las malformaciones arteriovenosas cerebrales

grado I a III tienen el riesgo de 3.5% de hemorragia anual mientras que el grado IV a V tienen un riesgo de 2.5% de hemorragia anual. ^(18,22)

En cuanto a las convulsiones, el riesgo es mayor en paciente joven se realice el diagnóstico al paciente. Los pacientes en quienes se hace el diagnóstico de los 10 a los 19 años, tienen un riesgo de 44% a, a una edad de 20 a 29 años un riesgo de 31% y a la edad de 10 a 60 años un 6% de presentar epilepsia en los siguientes 20 años. ⁽¹⁸⁾

Aproximadamente un 7% de los pacientes con malformaciones arteriovenosas tienen aneurismas, de los cuales, el 75% se encuentran en la circulación mayor. ⁽¹⁸⁾

2.5 Clasificaciones de las malformaciones arteriovenosas cerebrales

Las malformaciones arteriovenosas cerebrales se clasifican clásicamente de acuerdo a grados según la escala Spetzler-Martin y también han resultado de utilidad las escalas Spetzler-Ponce y Lawton-Young.

En la escala Spetzler-Martin la puntuación se asigna tomando en cuenta el tamaño de nido determinado por angiografía como pequeño (menor a 3 cm), mediano (3 a 6 cm) y grande (mayor a 6 cm); el patrón de drenaje venoso, entendiendo como drenaje superficial a aquel que drena hacia el sistema venoso cortical, y profundo si el drenaje es a través de las venas cerebrales internas. (Tabla 1) ⁽²³⁾

Tabla 2.- Escala de Gradación de Spetzler-Martin	
Variables	
Tamaño	
<3cm	1
3-6cm	2
>6cm	3

Área altamente funcional	
Si	1
No	0
Drenaje venoso	
Superficial	0
Profundo	1
Grado= Tamaño +área altamente funcional + drenaje venoso	

La escala de Spetzler- Ponce combina los grados I y II de Spetzler-Martin, la clase B contempla las malformaciones grado III, y la clase C agrupa los grados IV y V (Tabla 2) Reconoce a su vez variables adicionales que afectan riesgo quirúrgico como edad, estado clínico y presencia de aferencias de arterias perforantes, que, si bien no las incluye en la escala, sugiere tener un rol fundamental al momento de tomar la decisión de tratar un paciente.⁽²⁴⁾

Tabla 2.- Escala de Gradación de Spetzler-Ponce ⁽²⁴⁾	
Clase	Grado Spetzler-Martin
A	I y II
B	III
C	IV y V

La escala suplementaria de Lawton-Young se basa en la asociación significativa con peor resultado quirúrgico a la edad, antecedente sin sangrado y morfología difusa del nido de una malformación arteriovenosa. Se asignan puntos a estas variables. Estos puntos son sumados en una escala llamada suplementaria en un rango de 1 a 5.

Tabla 3.- Escala de Lawton-Young (Suplementaria) ⁽²⁴⁾	
Edad (años)	
<20	1
20 a 40	2
>40	3
Hemorragia	
Si	0
No	1
Nido difuso	
Superficial	0
Profundo	1
Grado= Edad +hemorragia + nido difuso	

Esta escala puede utilizarse sola o combinada con la de Spetzler- Martin (puntaje de escala suplementaria sumada al puntaje en la escala SM) en un rango de 1 a 10 puntos. Una MAV con valor de 3 puntos o menor en la escala suplementaria, o de 6 puntos o menor en la escala combinada con Spetzler-Martin, tiene bajo a moderado riesgo quirúrgico, con aceptable baja morbilidad quirúrgica. Identifica además como predictores de buenos resultados en la resección quirúrgica a la presencia de hemorragia previa, edad joven, nido compacto y ausencia de aferencias por arterias perforantes. ⁽²⁴⁾

Las malformaciones arteriovenosas cerebrales con grado I-III de Spetzler-Martin pueden ser tratadas con microcirugía, embolización, radiocirugía o alguna combinación de las anteriores. ^(14, 24)

Las malformaciones arteriovenosas cerebrales Spetzler-Martin IV pueden o no requerir tratamiento

Las malformaciones arteriovenosas cerebrales grado V de Spetzler-Martin se consideran inaccesibles quirúrgicamente por la alta morbilidad del paciente. ⁽¹³⁾

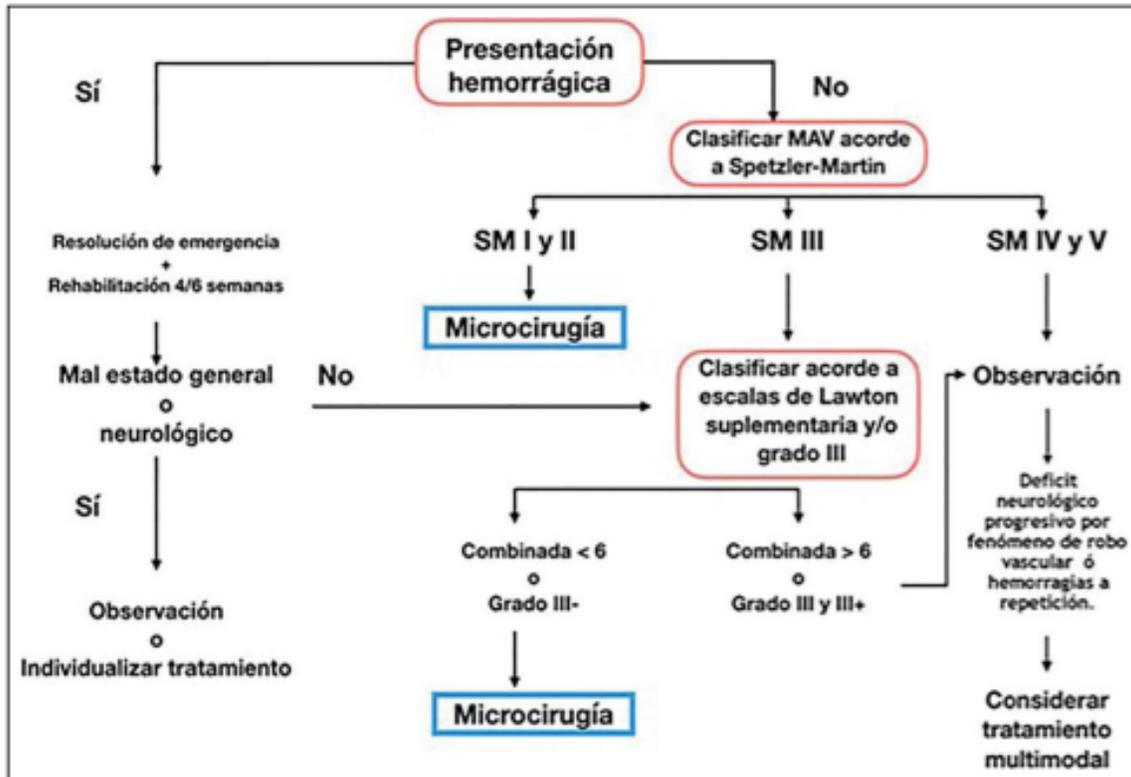


Figura 2.- Algoritmo propuesto para el tratamiento de las malformaciones arteriovenosas de acuerdo a su clasificación. ⁽²⁴⁾

2.6 Diagnóstico

La tomografía simple de cráneo es el mejor estudio para evaluar la hemorragia aguda. Puede demostrar también calcificaciones en la lesión. Con la aplicación de contraste intravenoso, se observa reforzamiento de los vasos y en ocasiones se puede delimitar el nido, además de que en una angiotomografía con reconstrucción tridimensional se puede realizar una planeación quirúrgica ⁽¹⁶⁾

Las características de la malformación arteriovenosa en la resonancia magnética son las siguientes: ^(13,16,18)

- Vacío de flujo o ausencia de señal en T1W1 o T2W1
- Arterias aferentes
- Venas de drenaje
- Incremento en la intensidad en el ángulo de giro parcial
- Secuencias en eco de gradiente pueden demostrar hemosiderina circundante a la malformación
- Un anillo de baja intensidad que rodea a la lesión sugiere hemorragia mas que neoplasia
- Edema que rodea a la lesión es más sugestivo de un tumor que presentó sangrado

Las características de una malformación arteriovenosa en la panangiografía cerebral diagnóstica son:

- Vasos tortuosos
- Arterias nutricias largas
- Venas de drenaje largas
- Las venas de drenaje se visualizan en la misma fase que las arterias (en la fase arterial)

Se considera como estándar de oro para el diagnóstico, la panangiografía cerebral diagnóstica. ^(16,18)

2.7 Tratamiento

Un niño con una malformación cerebral arteriovenosa requiere una consideración especial para la intervención porque el paciente tiene una esperanza de vida más larga. Cuando la forma de presentación es una hemorragia parenquimatosa, es común que el manejo se enfoque en la cirugía dado la necesidad de descompresión. ⁽¹⁶⁾

Generalmente los hematomas parenquimatosos proporcionan un mejor acceso a la malformación facilitando la resección microquirúrgica ⁽²⁴⁾

Los niños también poseen una plasticidad neuronal mejorada, teóricamente haciendo que los resultados quirúrgicos sean más favorables. Al igual que con los adultos, los principios descritos por Spetzler-Martin son los que orientan el tratamiento.

Las complicaciones hemodinámicas son más peligrosas en pacientes pediátricos por su menor volumen circulatorio efectivo en comparación con los adultos, por lo tanto, también incrementa el riesgo de choque hipovolémico. En algunos casos, esta inestabilidad hemodinámica puede ser lo suficientemente significativa para suspender el procedimiento quirúrgico ^(14,15)

Un hematoma agudo proporciona planos de disección adecuados, pero la gliosis crónica de un hematoma previo puede dificultar el abordaje. Adicionalmente, la evacuación aguda de un hematoma a menudo facilita una recuperación más rápida del efecto de masa. Sin embargo, si se produce un edema cerebral secundario a un hematoma y causa deterioro neurológico, el manejo quirúrgico debe posponerse. El tejido cerebral edematoso es friable y más vulnerable a maniobras quirúrgicas. ^(14,15,16)

Como se mencionó anteriormente, las malformaciones arteriovenosas cerebrales pediátricas difieren ampliamente respecto a los adultos. Con frecuencia, son malformaciones arteriovenosas cerebrales inmaduras y parcialmente difusas. Límites no son fácilmente identificables, incluso en estudios de imagen preoperatorios. Estas lesiones difusas tienen mayor riesgo de recurrencia, incluso después de una resección total demostrada por angiografía. ⁽¹⁶⁾

2.8.1 Tratamiento microquirúrgico

La cirugía es considerada por la mayoría de los autores, como el tratamiento de elección. Cuando el riesgo de la cirugía es inaceptablemente elevado, se valoran las otras opciones terapéuticas ⁽¹⁶⁾

Las ventajas de la cirugía son que elimina inmediatamente el riesgo de sangrado y el control de las convulsiones mejora. ^(14,15,16,17,18)

Los aspectos básicos a considerar en la cirugía son los siguientes

- Buena exposición del campo operatorio
- Ocluir las arterias aferentes terminales antes que las venas de drenaje
- Es necesario la resección completa del nido si es posible para disminuir el riesgo de sangrado
- Identificar y separar vasos sanguíneos circundantes a la lesión
- Realizar la disección del nido de la malformación utilizando un surco o cisura preferentemente
- En lesiones con alto flujo demostrado en la angiografía, considerar embolización preoperatoria
- Es necesario realizar el clipaje de aneurismas asociados que se encuentren en las arterias aferentes y estén accesibles

2.8.2 Tratamiento por terapia endovascular

Se ha demostrado la utilidad de la embolización en el tratamiento de las malformaciones arteriovenosas cerebrales en adulto. Se utiliza para la embolización curativa de lesiones pequeñas, reducción preoperatoria de la vascularización del nido y terapia combinada como embolización parcial pre-radioquirúrgica ^(18,36-39)

Después de una embolización preoperatoria, la vascularización reducida del nido puede simplificar la intervención quirúrgica y eliminar la necesidad de acceder vasos de alimentación profundos que pueden no ser fácilmente accesibles en fases tempranas de la operación (por ejemplo, arteria cerebelosa superior durante la resección de una malformación tentorial). ^(16,18,37)

La principal indicación para la terapia endovascular en malformaciones arteriovenosas , es de hecho, la embolización preoperatoria para una mejor resección con microcirugía. Otras indicaciones son: ^(16,18)

- La presencia de lesiones asociadas, como aneurismas y pseudoaneurismas en las arterias aferentes o en el nidos, trombosis venosa, dilatación y tortuosidad venosa
- Malformaciones arteriovenosas pequeñas e inaccesibles quirúrgicamente, sin embargo, la mayoría de as veces no es curativa.
- Como tratamiento paliativo en lesiones consideradas como intratables, sin embargo, la embolización parcial aumenta el riesgo de sangrado

La embolización endovascular en general no se recomienda para lesiones quirúrgicamente accesibles Spetzler-Martin I y II, con diámetro menor a 3 centímetros. Se considera que la obliteración de un 75% de la malformación es deseable para facilitar su resección quirúrgica. La embolización no suele ser utilizada como tratamiento único con fin curativo pero se han reportado tasas altas de curación específicamente para las malformaciones con ciertas características, entre ellas: nido más fistuloso que plexiforme, nido único, o arterias dominantes sin angiogénesis alrededor del nido. ^(38,39)

Uno de los agentes con mayor uso en la actualidades es Onyx[®] que consiste en una mezcla de copolímero de etilen-vinil-alcohol, dimetil sulfóxido y tantalio.

2.8.3 Tratamiento por radiocirugía estereotáctica o radioterapia fraccionada

Radiocirugía estereotáctica: se refiere a la aplicación de una sola aplicación a dosis grande de radiación, aplicada estereotácticamente a una zona localizada de diámetro igual o menor a 3 cm, con mínima radiación en los tejidos circundantes. Puede ser una sola aplicación o 5 aplicaciones máximo. ^(18,41,42,43,44)

Radioterapia estereotáctica emplea dosis hipofraccionadas (en 2 o 3 sesiones) y el área suele ser mayor. ^(18,41,42,43,44)

La radiocirugía estereotáctica es el tratamiento mejor aceptado para el tratamiento de las malformaciones arteriovenosas pequeñas y medianas, menores a 3 cm, que se encuentran en una localización profunda, altamente funcional, no accesible por cirugía y que se encuentra bien delimitada. La radiación induce daño endotelial ocasionando la oclusión de la luz vascular de las malformaciones en un periodo de 2 a 3 años (periodo de latencia). ^(18,41,42,43,44)

La dosis óptima de radiación para malformaciones arteriovenosas cerebrales es de 23 a 35 Gy, sin embargo, se ha visto una menor frecuencia de complicaciones con dosis menores a 19.2 Gy. ⁽¹⁸⁾

Otra forma de calcular a dosis adecuada, se basa en la escala de Pollock y Flickinger, calculada con la siguiente fórmula ⁽¹⁸⁾:

$$\begin{aligned} & (0.1)(\text{volumen en cm}^3) \\ & + (0.2) (\text{edad en años}) \\ & +(0.3) (\text{localización: hemisferio, cuerpo caloso, cerebelo 0 puntos, núcleos de la base,} \\ & \text{tálamo y tronco encefálico: 1} \end{aligned}$$

El tratamiento de las malformaciones arteriovenosas cerebrales pediátricas ha reportado tasas favorables de obliteración completa que van del 51 al 90%. Por tanto, radiocirugía proporciona una opción viable si se considera una contraindicación para la intervención quirúrgica basada en la elocuencia nidal o comorbilidades del paciente. A pesar de las controversias respecto a la radioterapia en niños y adolescentes, la radiocirugía tiene una tasa baja en general de efectos adversos. Las complicaciones permanentes pueden ocurrir con una tasa del 0 al 18%.^(18,41,42,43,44)

2.9 Seguimiento posterior al tratamiento

Tras la intervención quirúrgica, los pacientes pediátricos deben someterse a vigilancia anual con angiografía por resonancia magnética durante los primeros 5 años y cada 2 a 5 años a partir de entonces. Adicionalmente, se recomienda realizar una panangiografía cerebral diagnóstica al primer año y 5 años después del procedimiento.^(13,18,44,)

Por definición, una malformación recurrente es una lesión recientemente identificada, que se encuentra ya sea clínica o radiográficamente, después de la obliteración completa de una lesión previa. Este fenómeno es extremadamente raro en adultos. Las tasas de recurrencia son entre 1,5 y 5,5% (hasta un 15% en algunas series), lo que implica necesidad de imágenes de control.^(13,18)

Con respecto a la duración de las imágenes de vigilancia, se han notificado casos describiendo la recurrencia hasta 19 años después de la resección completa obliteración. El riesgo de hemorragia en las recurrencias requiere observación clínica prolongada de estos pacientes.^(13,18,45,46)

Existe un debate importante respecto a si estas lesiones reaparecen debido a su aparición de Novo dentro vasos genéticamente displásicos o si malformaciones arteriovenosas

cerebrales ocultas angiográficamente se vuelven angiográficamente evidentes de manera tardía. La vasculatura cerebral inmadura del paciente también puede permitir la angiogénesis y facilitar la evolución de la lesión a lo largo del tiempo. ^(18,47,48)

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las malformaciones arteriovenosas cerebrales tienen una incidencia de 10 a 12 por cada 100 000 habitantes ⁽¹⁸⁾ y a su vez, estas representan el 70-90% ⁽⁴⁹⁾ de las hemorragias endocraneanas espontáneas. Se deben tratar todas las malformaciones arteriovenosas cerebrales con el fin de eliminarlas porque representan un riesgo para la vida y la función. Este hospital está capacitado para dar tratamiento a los pacientes con diagnóstico de malformación arteriovenosa

4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la epidemiología y la experiencia de los pacientes con malformaciones cerebrales tratados con radioterapia, terapia endovascular y microcirugía el servicio de Neurocirugía del Hospital Infantil de México "Federico Gómez" del 2010 AL 2021?

5. JUSTIFICACIÓN

Se debe dar tratamiento oportuno a los pacientes con malformación arteriovenosa cerebral porque es un padecimiento potencialmente mortal y con alto riesgo de secuelas neurológicas. El Hospital Infantil es un centro nacional de referencia de casos complejos de enfermedades cerebrovasculares, incluida las malformaciones arteriovenosas clásica, y está capacitado para realizar procedimientos para el tratamiento.

6. HIPÓTESIS

A pesar de ser un estudio retrospectivo observacional, se hipotetiza que la epidemiología de las malformaciones arteriovenosas cerebrales en niños tratados en el servicio de neurocirugía pediátrica del Hospital Infantil Federico Gómez es similar a lo publicado en series internacionales

7. OBJETIVOS

6.1 Objetivo General

- 1) Determinar la frecuencia de las malformaciones arteriovenosas en el servicio de Neurocirugía del Hospital Infantil de México "Federico Gómez"

6.2 Objetivos Específicos

- Clasificar las malformaciones arteriovenosas cerebrales del Servicio de Neurocirugía del Hospital Infantil de México Federico Gómez
- Establecer la frecuencia la edad, sexo, forma de presentación clínica, grado según clasificación de Spetzler-Martin y localización anatómica de mayor frecuencia
- Identificar el estado funcional de los pacientes posterior al tratamiento
- Describir los estudios diagnósticos que se utilizan para tomar decisiones en el tratamiento de las malformaciones arteriovenosas en el servicio de neurocirugía del Hospital Infantil de México

8. MÉTODOS

Tipo de estudio:

Observacional, descriptivo, retrospectivo

Población:

Todos los expedientes clínicos de los pacientes con diagnóstico de malformación arteriovenosa cerebral atendidos en el Hospital Infantil de México "Federico Gómez" en el Servicio de Neurocirugía Pediátrica en el periodo 01 de enero de 2011 al 31 de diciembre de 2021 (debido a que en el año 2020 no se reportaron casos de malformaciones arteriovenosas por la disminución de casos debidos a la pandemia de SARS CoV-2)

8.1 Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Expedientes clínicos de los pacientes con diagnóstico de malformación arteriovenosa cerebral que hayan recibido tratamiento con radio neurocirugía, microcirugía, o embolización con microcirugía en este hospital
- Expedientes clínicos de pacientes con diagnóstico de malformación arteriovenosa cerebral que recibieron tratamiento endovascular en otra unidad pero con seguimiento en este hospital
- Expedientes de pacientes con seguimiento posterior al tratamiento realizado en esta unidad, incluyendo fallecidos por complicaciones

Criterios de exclusión

- Expedientes clínicos con diagnóstico de malformación arteriovenosa a quienes se trató quirúrgicamente por una complicación asociada pero cuyo manejo definitivo no se realizó en este hospital.

- Expedientes clínicos con diagnóstico de malformación arteriovenosa que no recibieron tratamiento microquirúrgico, endovascular ni radioneurocirugía.
- Expedientes de pacientes con diagnóstico confirmado con tratamiento definitivo en otra unidad referidos a esta unidad para seguimiento hospitalario o consulta externa.

Criterios de eliminación

- Expedientes clínicos de pacientes que cuenten con datos incompletos necesarios para la elaboración del proyecto

8.2 Procedimiento

Se solicitó autorización para analizar los expedientes de los pacientes con diagnóstico de malformación arteriovenosa cerebral. Una vez obtenida la autorización se seleccionaron y revisaron todos los expedientes con criterios de inclusión y se realizó una base de datos electrónica con las variables estudiadas. La información incompleta en los expedientes, se obtuvo del sistema electrónico con el que cuenta el hospital para visualizarlos estudios de imagen realizados y también del recurso electrónico de citas para obtener el número telefónico de los pacientes e interrogarlos sobre algunas variables que no se especificaron en el expediente

9. PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Como primer paso se registraron las variables en el programa Excel[®] de Office y posteriormente se exportaron los datos para su análisis en el programa SPSS[®] versión 25 y con los resultados se elaboraron distintas gráficas y tablas representativas

Para estudiar las variables cuantitativas se utilizaron medidas de tendencia central y de dispersión, para las variables cualitativas se utilizaron frecuencias y porcentajes

Se realizó un análisis estadístico descriptivo principalmente con frecuencias y al final se realizaron pruebas de hipótesis para relacionar algunas variables.

Se buscó en la base de datos de cirugías realizadas en el servicio de Neurocirugía del Hospital Infantil de México Federico Gómez, y se obtuvieron un total de 115 registros con diagnóstico de "malformación arteriovenosa", de los cuales se eliminaron de la búsqueda 64 por contener información errónea en el diagnóstico y por encontrarse repetidos.

Se localizaron 51 expedientes de pacientes de los cuales se eliminaron 7 por información incompleta (entre ellos, uno que registraba un tratamiento combinado pero no aportó más información) y por haberse descartado por panangiografía cerebral diagnóstica el diagnóstico de malformación arteriovenosa. Se revisaron de forma exhaustiva 44 pacientes de los cuales se obtuvieron los datos estadísticos.

10. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	NIVEL DE MEDICIÓN
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta el momento en que se realizó el diagnóstico	Obtenida del expediente clínico	Cuantitativa continua Cualitativa categórica ordinal	Número de años, clasificación en etapas: 1: Neonato (0 días a 1 mes) 2: Lactante menor (1 mes a 11 meses con 29 días) 3: Lactante mayor (1 año a 2 años 11 meses 29 días) 4: Preescolar (3 años a 4 años 11 meses 30 días) 5: Escolar (6 a 11 años 11 meses 30 días) 6: adolescente (12 a 18 años)
Sexo	Concepto que distingue entre hombre y mujer	Obtenida del expediente clínico	Cualitativa nominal dicotómica	0: Mujer 1: Hombre
Diagnóstico por imagen	Estudio de imagen realizado para obtener el diagnóstico	Obtenida del expediente clínico	Cualitativa nominal politómica	1: Panangiografía cerebral diagnóstica 2: Resonancia magnética (Angiorresonancia) 3: Angiotomografía

Localización anatómica	Localización de la malformación arteriovenosa en estructuras intracraneales	Obtenida del expediente clínico	Cualitativa nominal politómica	1: Parietal 2: Occipital 3: Frontal 4: Temporal 5: Talámica 6: Tallo encefálico 7: Insular 8: cerebelosa
Lado de la lesión	Lado donde se encuentra la lesión respecto a la línea media	Obtenida del expediente clínico	Cualitativa nominal dicotómica	0: Derecha 1: Izquierda
Grado Spetzler-Martin	Escala de clasificación para malformaciones arteriovenosas cerebrales basada en el área funcional involucrada, el tamaño y el drenaje venoso	Obtenida del expediente clínico y revisión de estudios de imagen	Cualitativa categórica ordinal	1: Grado 1 2: Grado 2 3: Grado 3 4: Grado 4 5: Grado 5
Grado de Spetzler Ponce	Escala de clasificación para malformaciones cerebrales basada en la	Se calcula con los resultados de la clasificación de Spetzler Martin	Cualitativa nominal politómica	A B C

	combinación de los grados de Spetzler Martin para elegir modalidad de tratamiento	obtenida del expediente clínico		
Puntaje Escala suplementaria de Lawton	Escala de clasificación para malformaciones cerebrales arteriovenosas basada en la edad, la presencia de hemorragia y la característica del nido	Calculada con los datos recabados del expediente clínico	Cualitativa ordinal categórica	Puntaje de 1 a 5: 1 2 3 4 5
Tratamiento	Procedimiento invasivo o mínimamente invasivo para tratar específicamente una malformación arteriovenosa	Obtenida del expediente clínico	Cualitativa nominal politémica	1. Microcirugía 2. Terapia endovascular 3. Radionecrocirugía estereotáctica

Forma de presentación clínica	Manifestación clínica principal al momento del diagnóstico	Obtenida del expediente clínico	Cualitativa Nominal politémica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hemorragia 2. Convulsiones 3. Déficit motor 4. Hidrocefalia 5. Síndrome cerebeloso 6. cefalea
Lansky de ingreso	Escala de medición para la capacidad del paciente en actividades rutinarias al momento del ingreso	Obtenida del expediente clínico	Cualitativa Categórica ordinal	Valor de 0 a 100 en intervalos de 10
Lansky seguimiento	Escala de medición para la capacidad del paciente en actividades rutinarias en la última valoración	Obtenida del expediente clínico	Cualitativa Categórica ordinal	Valor de 0 a 100 en intervalos de 10
Malformación residual	Presencia de tejido residual posterior al tratamiento inicial	Obtenida del expediente clínico	Cualitativa dicotómica	Presencia de recidiva 0: No 1: si

Recidiva	Presencia de parte de la malformación arteriovenosa posterior al tratamiento cuando se corroboró previamente su oclusión completa	Obtenida del expediente clínico	Cualitativa dicotómica	Presencia de recidiva 0: No 1: si
Tiempo de seguimiento posterior a tratamiento definitivo	Tiempo que transcurre desde el fin del tratamiento definitivo hasta la última consulta o valoración por el servicio de Neurocirugía	Años desde el tratamiento definitivo hasta su última valoración por Neurocirugía	Obtenido del expediente clínico	Número de años
Estudio diagnóstico posterior al tratamiento	Estudio de diagnóstico realizado en pacientes con tratamiento al menos un año posterior al mismo	Tipo de estudio de diagnóstico realizado		<ol style="list-style-type: none"> 1. Panangiografía cerebral diagnóstica 2. Angiorresonancia 3. Angiotomografía

11. RESULTADOS

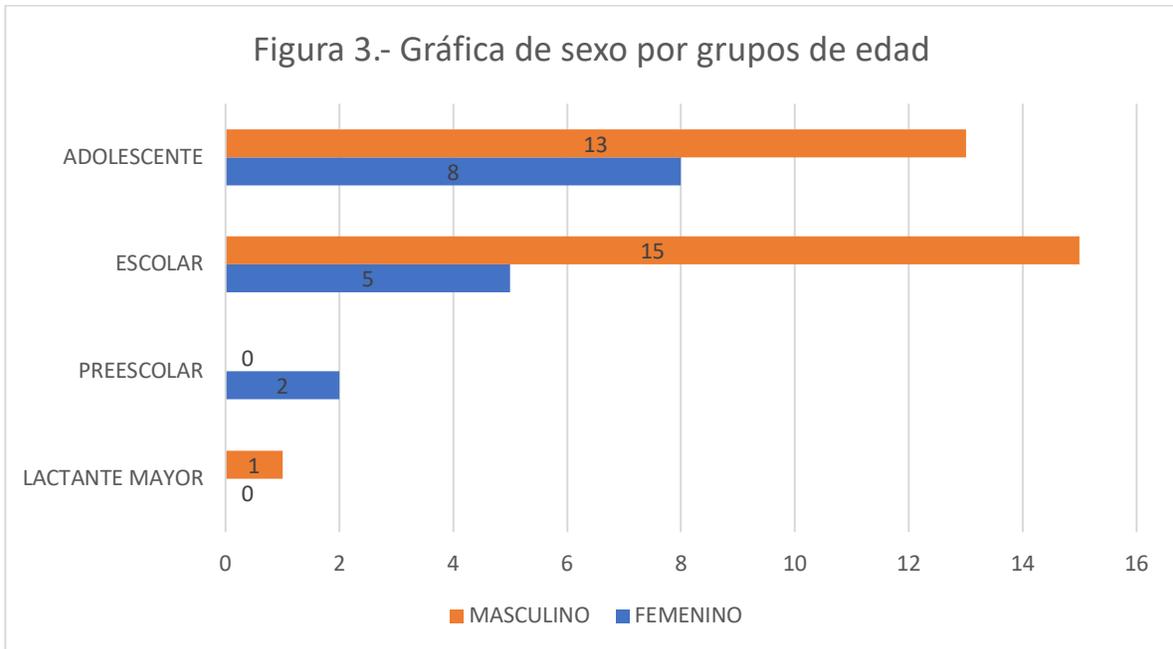
El sexo más frecuente fue el masculino. El grupo de edad de mayor frecuencia en el que se presentó esta patología fue el grupo de adolescentes, seguido del grupo de escolares. No hubo ningún reporte de pacientes en etapa neonatal ni lactantes menores.

Tabla 4.-Sexo de los Pacientes

	Frecuencia	Porcentaje
FEMENINO	15	34.1
MASCULINO	29	65.9
Total	44	100.0

TABLA 5.- Grupo de edad de los pacientes

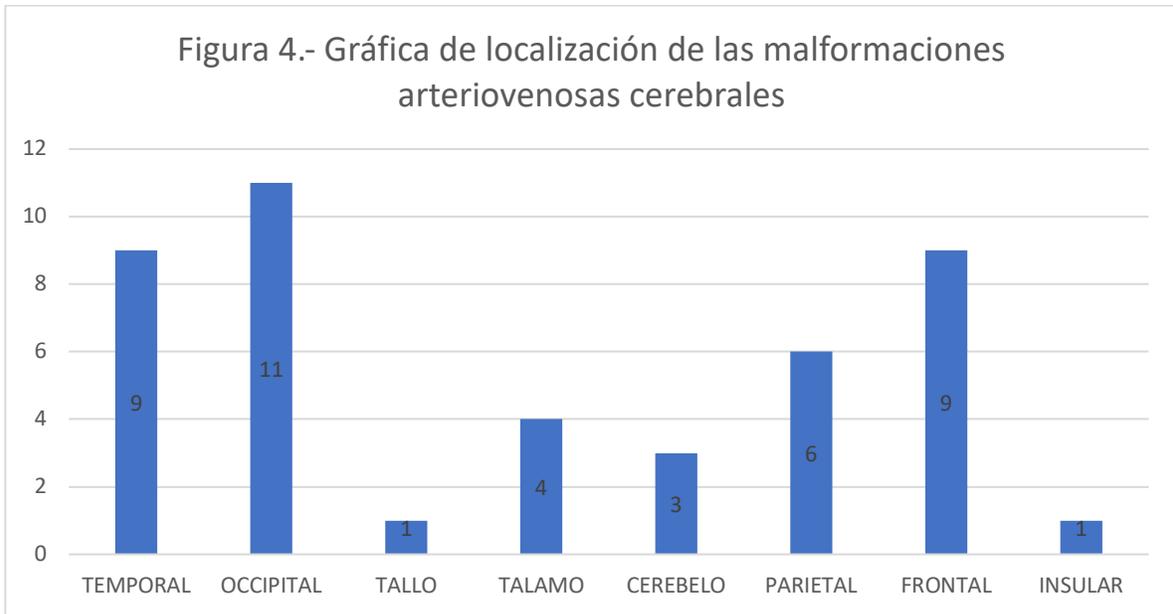
	Frecuencia	Porcentaje
LACTANTE MAYOR	1	2.3
PREESCOLAR	2	4.5
ESCOLAR	20	45.5
ADOLESCENTE	21	47.7
Total	44	100.0



La localización más frecuente de las malformaciones arteriovenosas fue el lóbulo occipital, seguida por el lóbulo temporal y el lóbulo frontal.

Tabla 6.- Localización

	Frecuencia	Porcentaje
TEMPORAL	9	20.5
OCCIPITAL	11	25.0
TALLO	1	2.3
TALAMO	4	9.1
CEREBELO	3	6.8
PARIETAL	6	13.6
FRONTAL	9	20.5
INSULAR	1	2.3
Total	44	100.0



Respecto a la lateralidad, la mayoría de las malformaciones arteriovenosas, se encontraron del lado derecho.

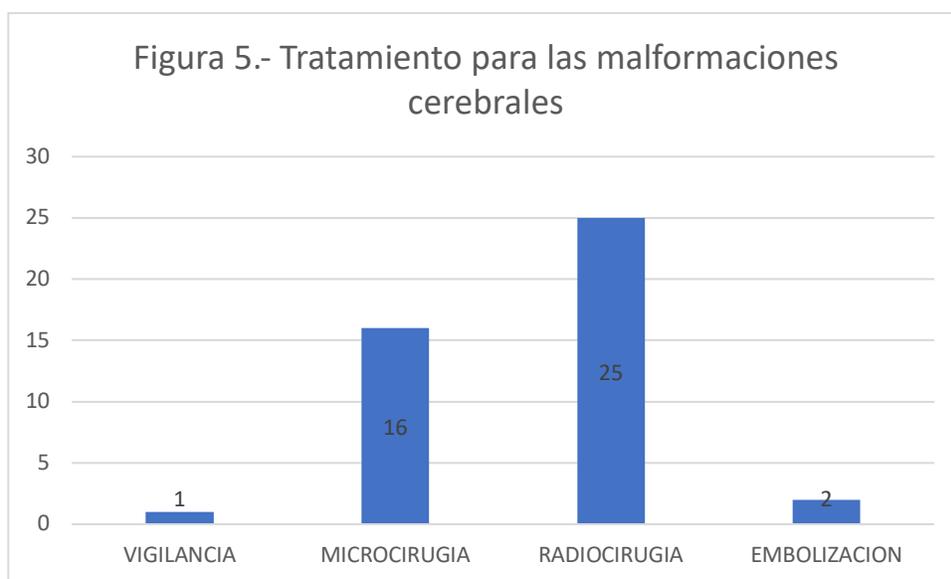
Tabla 7.- Lateralidad

	Frecuencia	Porcentaje
DERECHA	25	56.8
IZQUIERDA	19	43.2
Total	44	100.0

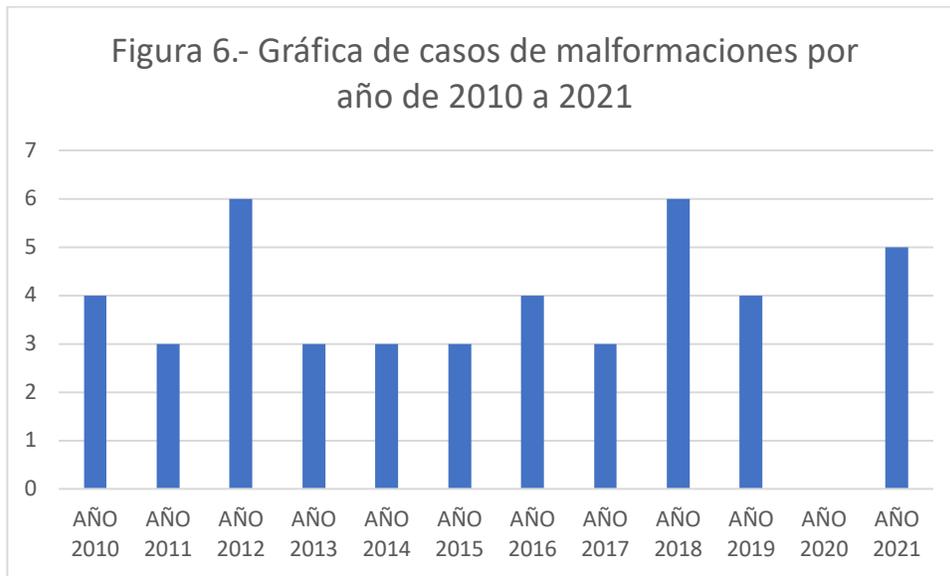
El tratamiento más frecuentemente utilizado en este hospital fue la radiocirugía

Tabla 8.- Tipos de tratamiento a los pacientes

	Frecuencia	Porcentaje
VIGILANCIA	1	2.3
MICROCIRUGIA	16	36.4
RADIOCIRUGIA	25	56.8
EMBOLIZACION	2	4.5
Total	44	100.0



Respecto a los años en los cuales se realizó el diagnóstico y tratamiento de estas malformaciones arteriovenosas, los años en los que más casos se presentaron fueron 2012 y 2018.



De acuerdo con la clasificación de Spetzler- Martín, el mayor número de pacientes tuvo un puntaje de 3.

Tabla 9.- Clasificación de Spetzler Martin

	Frecuencia	Porcentaje
1	2	4.5
2	9	20.5
3	23	52.3
4	10	22.7
Total	44	100.0

A su vez, esta distribución se dividió por grupos de edad.

Tabla 10.- Clasificación Spetzler-Martin por grupo de edad

	SPETZLER-MARTIN				Total
	1	2	3	4	
LACTANTE MAYOR	0	0	1	0	1
PREESCOLAR	0	2	0	0	2
ESCOLAR	2	3	9	6	20
ADOLESCENTE	0	4	13	4	21
Total	2	9	23	10	44

De acuerdo a la clasificación de Spetzler Ponce, se clasificaron los casos de la siguiente manera

Tabla 11.- Clasificación de Spetzler-Ponce

	Frecuencia	Porcentaje
A	11	25.0
B	23	52.3
C	10	22.7
Total	44	100.0

En la escala de Lawton y Young (escala suplementaria) la distribución fue de la siguiente manera, no se registró algún paciente con puntaje de 5 o mayor.

Tabla 12.-Escala de Lawton-Young

	Frecuencia	Porcentaje
1	1	2.3
2	14	31.8
3	15	34.1
4	14	31.8
Total	44	100.0

En cuanto a las manifestaciones clínicas, la presentación más frecuente fue la hemorragía acompañada de cefalea, seguida de la presencia de crisis convulsivas. En este caso, la presencia de cefalea se asoció con la presencia de hemorragia, no hubo ningún caso de cefalea como única manifestación clínica. Estas manifestaciones en la mayoría de los pacientes se presentaron en combinación, por lo cual se decidió presentar la frecuencia de forma individual.

Tabla 13.- Hemorragia endocraneana

	Frecuencia	Porcentaje
NO	6	13.6
SI	38	86.4
Total	44	100.0

Tabla 14.- Cefalea

	Frecuencia	Porcentaje
NO	7	14.9
SI	37	84.1
Total	44	100

Tabla 15.- Crisis Convulsivas

	Frecuencia	Porcentaje
NO	30	68.2
SI	14	31.8
Total	44	100.0

Tabla 16.- Hidrocefalia

	Frecuencia	Porcentaje
NO	42	95.5
SI	2	4.5
Total	44	100.0

Tabla 17.- Déficit neurológico focal

	Frecuencia	Porcentaje
NO	34	77.3
SI	10	22.7
Total	44	100.0

Tabla 18.- Síndrome Cerebeloso

	Frecuencia	Porcentaje
SI	2	4.5
Sistema	42	95.5
Total	44	100.0

Las manifestaciones clínicas también se analizaron con respecto a la localización de la malformación arteriovenosa

Tabla 19.- Hemorragía y localización de la malformación

		HEMORRAGIA		
		NO	SI	Total
LOCALIZACION	TEMPORAL	1	8	9
	OCCIPITAL	0	11	11
	TALLO	0	1	1
	TALAMO	0	4	4
	CEREBELO	0	3	3
	PARIETAL	2	4	6
	FRONTAL	3	6	9
	INSULAR	0	1	1
Total		6	38	44

Tabla 20.- Cefalea y localización de la malformación

		CEFALEA		
		NO	SI	Total
LOCALIZACION	TEMPORAL	0	9	9
	OCCIPITAL	1	10	11
	TALLO	0	1	1
	TALAMO	0	4	4
	CEREBELO	1	2	3
	PARIETAL	2	3	5
	FRONTAL	2	7	9
	INSULAR	0	1	1

Total	6	37	43
-------	---	----	----

Tabla 21.- Convulsiones y localización

		CONVULSIONES		Total
		NO	SI	
LOCALIZACION	TEMPORAL	5	4	9
	OCCIPITAL	11	0	11
	TALLO	1	0	1
	TALAMO	4	0	4
	CEREBELO	3	0	3
	PARIETAL	3	3	6
	FRONTAL	2	7	9
	INSULAR	1	0	1
Total		30	14	44

Tabla 22.- Localización e hidrocefalia

		HIDROCEFALIA		Total
		NO	SI	
LOCALIZACION	TEMPORAL	9	0	9
	OCCIPITAL	10	1	11
	TALLO	1	0	1
	TALAMO	4	0	4
	CEREBELO	2	1	3
	PARIETAL	6	0	6

	FRONTAL	9	0	9
	INSULAR	1	0	1
Total		42	2	44

Tabla 23.- Localización y déficit neurológico focal

		DEFICIT		Total
		NO	SI	
LOCALIZACION	TEMPORAL	8	1	9
	OCCIPITAL	8	3	11
	TALLO	1	0	1
	TALAMO	4	0	4
	CEREBELO	3	0	3
	PARIETAL	3	3	6
	FRONTAL	6	3	9
	INSULAR	1	0	1
Total		34	10	44

Tabla 24.- Localización y síndrome cerebeloso

		SXCEREBELOSO	
		SI	Total
LOCALIZACION	CEREBELO	2	2
Total		2	2

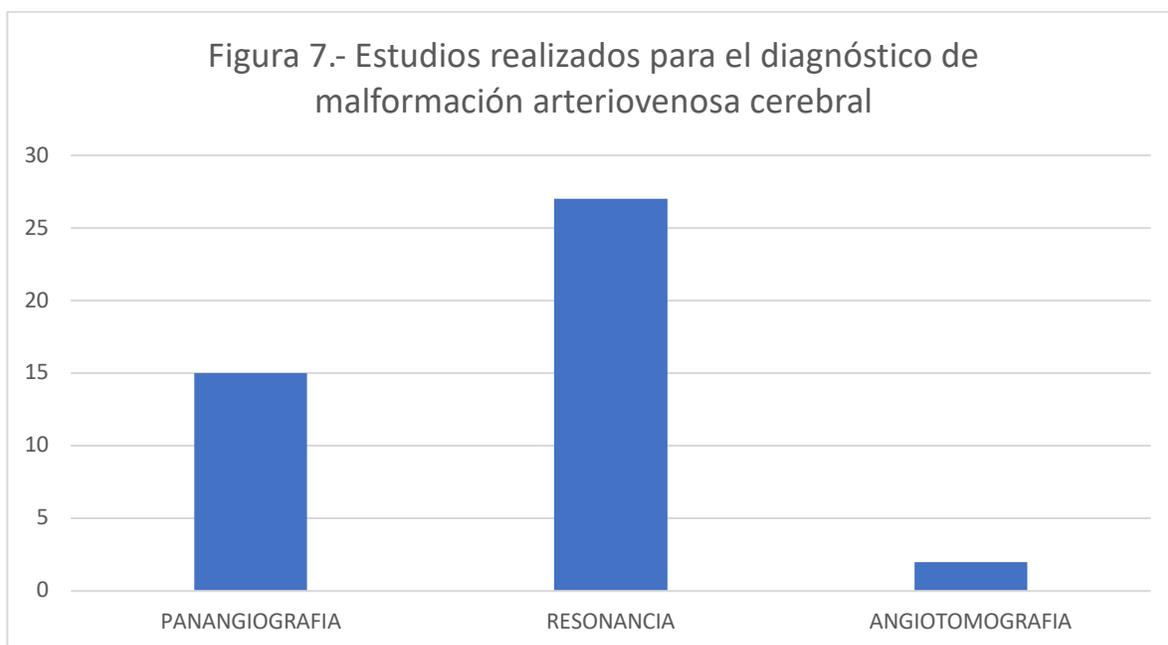
En cuanto al diagnóstico, se realizó panangiografía cerebral diagnóstica a 15 de los 44 pacientes como diagnóstico y como control preoperatorio. Sin embargo, el recurso diagnóstico más frecuentemente utilizado fue la resonancia magnética

Tabla 25.- Pacientes con panangiografía pre tratamiento

	Frecuencia	Porcentaje
NO	29	65.9
SI	15	34.1
Total	44	100.0

Tabla 26.- Estudio de diagnóstico utilizado

	Frecuencia	Porcentaje
PANANGIOGRAFIA	15	34.1
RESONANCIA	27	61.4
ANGIOTOMOGRAFIA	2	4.5
Total	44	100.0



Posteriormente, se realizaron tablas cruzadas para el tratamiento de la malformación y su frecuencia dependiendo del grado según la escala de Spetzler- Ponce y el tratamiento recibido.

Tabla 27.- Tratamiento en relación con grado Spetzler-Ponce

	SPETZLER-PONCE			Total
	A	B	C	
VIGILANCIA	0	0	1	1
MICROCIRUGIA	7	8	1	16
RADIOCIRUGIA	3	15	7	25
EMBOLIZACION	1	0	1	2
Total	11	23	10	44

Los estudios para control pos tratamiento más frecuente (para valorar el éxito del tratamiento, no se toma en cuenta el estudio postoperatorio de control)

Tabla 28.- Estudio para realizar seguimiento pos tratamiento

	Frecuencia	Porcentaje
NINGÚN ESTUDIO	2	4.5
PANANGIOGRAFIA	7	15.9
RESONANCIA	31	70.5
ANGIOTOMOGRAFIA	4	9.1
Total	44	100.0

El número de estudios de control posteriores al tratamiento se valoró para cada año

Tabla 29.- Número de estudios de control posteriores al tratamiento

Recuento

	NUMESTSEG			Total
	NINGUNO	1	2	
2010	0	1	4	5
2012	0	2	5	7
2013	0	0	3	3
2014	0	3	0	3
2016	1	3	0	4
2017	0	2	1	3
2018	0	6	1	7
2019	0	4	2	6
2021	1	5	0	6
Total	2	26	15	43

En cuanto a la evolución clínica, se valoraron también variables como la presencia de de resangrado, malformación residual y recidiva.

El resangrado se presentó en pacientes con embilización y radiocirugía, no se reportó ningún caso en pacientes operados de resección.

Tabla 30.- Pacientes con resangrado relacionado con el tipo de tratamiento

Recuento

	RESANGRADO		Total
	NO	SI	
VIGILANCIA	1	0	1

MICROCIRUGIA	16	0	16
RADIOCIRUGIA	19	2	21
EMBOLIZACION	1	1	2
Total	37	3	40

De los pacientes a quienes se les realizó cirugía, no presentaron recidiva hasta el momento, pero a los que se les realizó embolización y radiocirugía sí, a los 2 y 5 años respectivamente debutando con resangrado.

Tabla 31.- Pacientes que presentaron recidiva en relación con tipo de tratamiento

		RECURRENCIA		Total
		NO	RECIDIVA	
PROCEDI MIENTO	VIGILANCIA	1	0	1
	MICROCIRUGIA	16	0	16
	RADIOCIRUGIA	21	1	22
	EMBOLIZACION	1	1	2
	Total	39	2	41

La presencia de malformación arteriovenosa residual se presentó en pacientes con microcirugía (12.5%) y pacientes con radiocirugía (4%).

Tabla 32.- Pacientes con malformación residual relacionado con tipo de tratamiento

Recuento

		RESIDUAL		Total
		NO	SI	
PROCEDIMIENTO	VIGILANCIA	1	0	1
	MICROCIRUGIA	14	2	16
	RADIOCIRUGIA	24	1	25
	EMBOLIZACION	2	0	2
Total		41	3	44

El Lansky de ingreso más p fue de 90

Tabla 33.- Puntaje de escala Lansky al Ingreso

	Frecuencia	Porcentaje
.00	1	2.3
40.00	2	4.5
50.00	4	9.1
60.00	4	9.1
70.00	6	13.6
80.00	12	27.3
90.00	13	29.5
100.00	2	4.5
Total	44	100.0

El Lansky más prevalente posterior al tratamiento fue de 90

Tabla 34.- Puntaje en escala Lansky posterior al tratamiento

	Frecuencia	Porcentaje
0	1	2.3
40	1	2.3
60	3	6.8
70	7	15.9
80	8	18.2
90	14	31.8
100	10	22.7
Total	44	100.0

El desarrollo de epilepsia se presentó en un total de 5 pacientes (11%), pero el grupo de edad más frecuente fue en escolares.

Tabla 35.- Pacientes que presentaron epilepsia a largo plazo posterior al tratamiento.

	Frecuencia	EPILEPSIA		Total
		NO	SI	
LACTANTE MAYOR	1	0	1	
PREESCOLAR	2	0	2	
ESCOLAR	17	3	20	
ADOLESCENTE	19	2	21	
Total	39	5	44	

Se calculó la realización de la panangiografía previa al tratamiento con la presencia de malformaciones arteriovenosas residuales posterior al tratamiento, si encontrando diferencia significativa en ambos grupos ($p=0.004$, chi-cuadrado, Prueba de McNemar)

Tabla 36.- Tabla cruzada para pacientes a quienes se realizó panangiografía cerebral diagnóstica en relación con la presencia de malformación residual

		PANANGIOGRAFIA CEREBRAL		Total
		NO	SI	
RESIDUAL	NO	26	14	40
	SI	2	1	3
Total		28	15	43

Se realizó prueba de hipótesis para saber si existía diferencia significativa entre el puntaje en escala Lansky de ingreso y el grado de Spetzler Martin. No se encontraron diferencias significativas.

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de LANSING es la misma entre las categorías de SM.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.974	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de .05.

Tampoco se encontró diferencia significativa en el Lansky posterior al tratamiento en cada uno de los tipos de procedimiento.

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de LANSKY es la misma entre las categorías de PROCEDIMIENTO.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.211	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de .05.

12. DISCUSIÓN

La serie de pacientes en los que se trabajó coincide en lo reportado con algunos autores (16,50) en trabajos similares en cuanto al grado de malformación más frecuente que fue la grado III en la escala de Spetzler-Martín (52.3%), la presentación clínica más frecuente que fue la hemorragia.

Sin embargo, las diferencias se presentan en la mortalidad (la cual en nuestra serie fue de 4% comparado con hasta 2.4% reportado en la literatura más reciente ⁽⁵⁰⁾, la localización de la lesión (que en este estudio fue occipital cuando en muchas series se reportan frontal y temporal, la presencia de resangrado y el sexo que en nuestro caso fue masculino más frecuente. ⁽⁵⁰⁾

La forma de presentación clínica al igual que en los adultos fue la hemorragia, cuya sintomatología principal es la cefalea intensa ⁽¹⁶⁾. Las convulsiones también fueron menos frecuentes comparadas con otras series y la frecuencia de epilepsia se mantiene baja ⁽⁵¹⁾, sin embargo, también en estos pacientes hay un seguimiento deficiente. En este estudio, se tomaron en cuenta todas las manifestaciones clínicas de cada paciente y no sólo una, debido a que la presencia de hemorragia es una variable que se corrobora con el estudio de imagen y se asocia a los otros síntomas que se tomaron en cuenta como parte de la presentación de ingreso. La cefalea es el síntoma más frecuentemente relacionado con la hemorragia, pero ésta no se presentó de forma aislada como único síntoma en ninguno de los pacientes.

La radiocirugía estereotáctica fue el procedimiento terapéutico que se realizó con mayor frecuencia en el Hospital Infantil de México, seguido de la resección. De acuerdo al algoritmo para la elección del tratamiento en función del grado de malformación según la

escala de Spetzler- Ponce, en la mayoría de los casos de este hospital se eligió el tratamiento adecuado.

La radiocirugía estereotáctica en este hospital tuvo una incidencia menor de complicaciones y lesiones residuales en comparación con lo reportado con la literatura, sin embargo, la mayoría de los pacientes no tienen un adecuado seguimiento por estudios de imagen, y los casos en los que se han presentado recidivas, se han manifestado por resangrado.

Los pacientes desarrollaron epilepsia aun después del tratamiento en 11% lo que también es más bajo de lo esperado de 14% (18, 51).

El seguimiento, de acuerdo al marco teórico debe hacerse con estudio de imagen cada año preferentemente con panangiografía cerebral diagnóstica al menos durante los primeros 5 años y debe realizarse al menos el primer control en el primer año posterior al tratamiento. Al no contar con panangiografía cerebral diagnóstica en el hospital estos requisitos no se cumplen en la mayoría de los pacientes, además de que la resonancia se usa también como estudio de seguimiento más frecuente. Esto puede estar relacionado a su vez, con un reporte bajo de malformaciones arteriovenosas residuales o con recidiva de las mismas.

De los pacientes que presentaron recidiva, sólo uno se diagnosticó de forma incidental en el estudio de imagen de control en el protocolo de seguimiento, mientras que el resto presentó resangrado lo cual obligó a la realización de un estudio de imagen.

El Lansky de ingreso más prevalente, de 90 también fue más prevalente en el Lansky postratamiento, pero el promedio del Lansky de ingreso fue de 70 comparado con el Lansky posterior al tratamiento que fue de 80, sin embargo, el Lansky de ingreso presentó mayor desviación estándar.

Como se mencionó en los resultados, los pacientes con panangiografía cerebral diagnóstica a quienes se les realizó resección microquirúrgica tuvieron menor frecuencia de malformación residual y esta diferencia si es estadísticamente significativa, sin embargo, con el tamaño de la muestra no se asoció a un factor de riesgo.

Ninguno de los procedimientos tuvo relación estadísticamente significativa con el Lansky postratamiento, y de manera general, éste fue reportado como alto en la mayoría de los pacientes, en los cuales, independientemente del grado de malformación, sólo tuvieron una limitación leve en sus actividades diarias.

13. CONCLUSIÓN

El tratamiento con radiocirugía estereotáctica y la resección microquirúrgica son los procedimientos terapéuticos para malformaciones arteriovenosas cerebrales, con los que más experiencia se cuenta en el Hospital Infantil de México Federico Gómez.

El puntaje obtenido en la escala Lansky de ingreso no está relacionado con el grado de malformación según la clasificación de Spetzler-Martin.

El puntaje obtenido en la escala Lansky posterior al tratamiento no está relacionado con el tipo de tratamiento que se realizó.

Hay una mayor incidencia de resangrado en pacientes con embolización y radiocirugía con respecto a los de la cirugía, sin embargo, sigue siendo aceptable con respecto a lo reportado en la literatura.

Es necesario realizar un mejor registro médico de los expedientes, especificando el grado de malformación, la lateralidad, la localización y el grado de Spetzler Martin con el fin de mejorar el seguimiento y las opciones terapéuticas.

Es necesario contar en el hospital con servicios de terapia endovascular con el fin de contar con las herramientas diagnósticas adecuadas para los pacientes. Ya que mejora el tratamiento disminuyendo la incidencia de lesiones residuales o recidivas, sin embargo, a pesar de no contar con los recursos necesarios, la evolución de los pacientes ha sido favorable en la terapia con radiocirugía y resección microquirúrgica, en las que el recurso más frecuentemente utilizado en este hospital, es la resonancia magnética con angiografía por resonancia.

Existe una alta probabilidad de registro bajo de las complicaciones posteriores al tratamiento debido a la falta de seguimiento de los pacientes en consulta externa y a la disponibilidad de estudios diagnósticos de imagenología, por lo que es altamente recomendable, que el servicio de Neurocirugía ayude a gestionar el almacenamiento de estudios de control externos en la red hospitalaria de estudios de imagen para poder brindar mejor atención a los pacientes.

Las herramientas digitales, con las cuales cuenta el hospital para la cita electrónica y para visualizar los estudios de imagen, fueron de gran utilidad para obtener información faltante en los expedientes clínicos y evitar eliminar más pacientes del estudio por información incompleta.

14. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	MES Y AÑO					
	MARZO- ABRIL 2021	MAYO 2021	JUNIO- OCTUBRE 2021	NOVIEMBRE 2020- FEBRERO 2022	MARZO- ABRIL 2022	MAYO- JUNIO 2022
Elección del tema	X					
Autorización del tema	X	X				
Revisión Bibliográfica		X				
Elaboración del protocolo			X			
Recolección de datos			X			
Análisis de datos				X		
Elaboración de tesis					X	
Entrega de Tesis terminada						X

15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Cushing, H. (1929). Tumors Arising from the Blood-Vessels of the Brain. *Southern Medical Journal*, 22(3), 301. <https://doi.org/10.1097/00007611-192903000-00033>
- 2) DANDY, W. E. (1928). ARTERIOVENOUS ANEURYSM OF THE BRAIN. *Archives of Surgery*, 17(2), 190. <https://doi.org/10.1001/archsurg.1928.01140080014002>
- 3) McCormick, W. F. (1966). The Pathology of Vascular (“Arteriovenous”) Malformations. *Journal of Neurosurgery*, 24(4), 807–816. <https://doi.org/10.3171/jns.1966.24.4.0807>
- 4) Laine, E., Jomin, M., Clarisse, J., & Combelles, G. (1981). Les malformations artérioveineuses cérébrales profondes Classification topographique. Possibilités et résultats thérapeutiques à propos de 46 observation. *Neurochirurgie*, 27(3), 147–160.
- 5) Yasargil, M. (1988). *Microneurosurgery: Avm of the Brain, Clinical Considerations, General and Special Operative Techniques, Surgical Results, Nonoperated Cases, Cavernous and Venous Angioma: 3*. George Thieme Verlag.
- 6) Spetzler, R. F., & Martin, N. A. (1986). A proposed grading system for arteriovenous malformations. *Journal of Neurosurgery*, 65(4), 476–483. <https://doi.org/10.3171/jns.1986.65.4.0476>
- 7) Lawton, M. T., Kim, H., McCulloch, C. E., Mikhak, B., & Young, W. L. (2010). A Supplementary Grading Scale for Selecting Patients With Brain Arteriovenous

Malformations for Surgery. *Neurosurgery*, 66(4), 702–713.
<https://doi.org/10.1227/01.neu.0000367555.16733.e1>

- 8) Spetzler, R. F., & Ponce, F. A. (2011). A 3-tier classification of cerebral arteriovenous malformations. *Journal of Neurosurgery*, 114(3), 842–849.
<https://doi.org/10.3171/2010.8.jns10663>
- 9) Moreno-Jiménez, S., Celis, M. A., Lárraga-Gutiérrez, J. M., de Jesús Suárez-Campos, J., García-Garduño, A., & Hernández-Bojórquez, M. (2007). Intracranial arteriovenous malformations treated with linear accelerator–based conformal radiosurgery: clinical outcome and prediction of obliteration. *Surgical Neurology*, .
<https://doi.org/10.1016/j.surneu.2006.08.076>
- 10) Zenteno, M., Santos-Franco, J., Rodríguez-Parra, V., Balderrama, J., Aburto-Murrieta, Y., Vega-Montesinos, S., & Lee, N. (2010). Management of direct carotid-cavernous sinus fistulas with the use of ethylene-vinyl alcohol (Onyx) only: preliminary results. *Journal of Neurosurgery*, 112(3), 595–602.
<https://doi.org/10.3171/2009.6.jns09440>
- 11) Nathal, E. (2006). Técnica microquirúrgica para resección de malformaciones arteriovenosas. *Arch Neurocién Mex*, 11(1), 29–40.
- 12) Chico-Ponce De León, F., Gordillo-Domínguez, L. F., Castro-Sierra, E., & Dhellemmes, P. (2009a). Cerebral Arteriovenous Malformations in Childhood. *Contemporary Neurosurgery*, 31(5), 6. <https://doi.org/10.1097/01.cne.0000348472.58554.fa>
- 13) Chico-Ponce De León, F., Gordillo-Domínguez, L. F., Castro-Sierra, E., & Dhellemmes, P. (2009a). Cerebral Arteriovenous Malformations in Childhood. *Contemporary Neurosurgery*, 31(6), 8. <https://doi.org/10.1097/01.cne.0000348474.66178.04>

- 14) Chico-Ponce De León, F., Gordillo-Domínguez, L. F., Castro-Sierra, E., & Dhellemmes, P. (2009a). Cerebral Arteriovenous Malformations in Childhood. *Contemporary Neurosurgery*, 31(7), 6. <https://doi.org/10.1097/01.cne.0000348541.42424.03>
- 15) Chico-Ponce De León, F., Gordillo-Domínguez, L. F., Castro-Sierra, E., & Dhellemmes, P. (2009). Cerebral Arteriovenous Malformations in Childhood. *Contemporary Neurosurgery*, 31(8), 6. <https://doi.org/10.1097/01.cne.0000348543.27177.49>
- 16) Federación Latinoamericana de Sociedades de Neurocirugía-FLANC. (2010). *NEUROCIRUGIA INFANTIL LATINOAMERICANA. Tomo II* (1.^a ed.). Libro Rápido.
- 17) Albright, L. A., MD, Pollack, I. F., MD, & Adelson, D. P., MD. (2014). *Principles and Practice of Pediatric Neurosurgery* (3.^a ed.). Thieme Medical Pub.
- 18) M D, M. G. S. (2019). *Handbook of Neurosurgery* (9th ed.). Thieme Medical Publishers.
- 19) Jallo, G., I., Kothbauer, K., & Recinos, V. M. R. (2018). *Handbook of Pediatric Neurosurgery* (Illustrated ed.). Thieme Medical Publishers.
- 20) M.D., A. C. R. (2015). *Pediatric Neurosurgery: Tricks of the Trade* (Illustrated ed.). Thieme Medical Publishers.
- 21) Pezeshkpour, P., Dmytriw, A. A., Phan, K., Shroff, M. M., Dirks, P., Kulkarni, A. V., & Muthusami, P. (2020b). Treatment Strategies and Related Outcomes for Brain Arteriovenous Malformations in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *American Journal of Roentgenology*, 215(2), 472–487. <https://doi.org/10.2214/ajr.19.22443>

- 22) Arteriovenous Malformations of the Brain. (2007). *New England Journal of Medicine*, 357(17), 1774–1775. <https://doi.org/10.1056/nejmc072103>
- 23) Solomon, R. A., & Connolly, E. S. (2017). Arteriovenous Malformations of the Brain. *New England Journal of Medicine*, 376(19), 1859–1866. <https://doi.org/10.1056/nejmra1607407>
- 24) Gallardo, F., Martin, C., Chang, L., Diaz, J. F., Bustamante, J., & Rubino, P. (2019). Utilidad de las Escalas de Gradación en el Tratamiento Quirúrgico de Malformaciones Arteriovenosas Cerebrales. *Surgical Neurology International*, 10, S46-S57. https://doi.org/10.25259/sni_454_2019
- 25) Klimo, P., Rao, G., & Brockmeyer, D. (2006). Pediatric arteriovenous malformations: a 15-year experience with an emphasis on residual and recurrent lesions. *Child's Nervous System*, 23(1). <https://doi.org/10.1007/s00381-006-0245-x>
- 26) Laakso, A., & Hernesniemi, J. (2012). Arteriovenous Malformations: Epidemiology and Clinical Presentation. *Neurosurgery Clinics of North America*, 23(1), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.nec.2011.09.012>
- 27) Ota, T., & Komiyama, M. (2020). Pathogenesis of non-hereditary brain arteriovenous malformation and therapeutic implications. *Interventional Neuroradiology*, 26(3), 244–253. <https://doi.org/10.1177/1591019920901931>
- 28) Hak, J. F., Boulouis, G., Kerleroux, B., Benichi, S., Stricker, S., Gariel, F., Garzelli, L., Meyer, P., Kossorotoff, M., Boddaert, N., Vidal, V., Girard, N., Dangouloff-Ros, V.,

- Brunelle, F., Fullerton, H., Hetts, S. W., Blauwblomme, T., & Naggara, O. (2021). Pediatric brain arteriovenous malformation recurrence: a cohort study, systematic review and meta-analysis. *Journal of NeuroInterventional Surgery*, neurintsurg-2021. <https://doi.org/10.1136/neurintsurg-2021-017777>
- 29) Schneider, B. F., Eberhard, D. A., & Steiner, L. E. (1997). Histopathology of arteriovenous malformations after gamma knife radiosurgery. *Journal of Neurosurgery*, 87(3), 352–357. <https://doi.org/10.3171/jns.1997.87.3.0352>
- 30) Sorenson, T. J., Brinjikji, W., Bortolotti, C., Kaufmann, G., & Lanzino, G. (2018). Recurrent Brain Arteriovenous Malformations (AVMs): A Systematic Review. *World Neurosurgery*, 116, e856-e866. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.05.117>
- 31) Ai, X., Ye, Z., Xu, J., You, C., & Jiang, Y. (2019). The factors associated with hemorrhagic presentation in children with untreated brain arteriovenous malformation: a meta-analysis. *Journal of Neurosurgery: Pediatrics*, 23(3), 343–354. <https://doi.org/10.3171/2018.9.peds18262>
- 32) KOMIYAMA, M. (2016). Pathogenesis of Brain Arteriovenous Malformations. *Neurologia medico-chirurgica*, 56(6), 317–325. <https://doi.org/10.2176/nmc.ra.2016-0051>
- 33) O'Connor, T. E., & Friedman, W. A. (2013). Magnetic Resonance Imaging Assessment of Cerebral Arteriovenous Malformation Obliteration After Stereotactic Radiosurgery. *Neurosurgery*, 73(5), 761–766. <https://doi.org/10.1227/neu.0000000000000086>

- 34) Rutledge, C., Cooke, D. L., Hetts, S. W., & Abla, A. A. (2021). Brain arteriovenous malformations. *Interventional Neuroradiology*, 171–178. <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-64034-5.00020-1>
- 35) Chen, C. J., Ding, D., Derdeyn, C. P., Lanzino, G., Friedlander, R. M., Southerland, A. M., Lawton, M. T., & Sheehan, J. P. (2020). Brain arteriovenous malformations. *Neurology*, 95(20), 917–927. <https://doi.org/10.1212/wnl.0000000000010968>
- 36) Consoli, A., Renieri, L., Nappini, S., Limbucci, N., & Mangiafico, S. (2013). Endovascular Treatment of Deep Hemorrhagic Brain Arteriovenous Malformations with Transvenous Onyx Embolization. *American Journal of Neuroradiology*, 34(9), 1805–1811. <https://doi.org/10.3174/ajnr.a3497>
- 37) Khan, S. H., Abruzzo, T. A., Sangha, K. S., & Ringer, A. J. (2007). Use of Antiplatelet, Anticoagulant, and Thrombolytic Agents in Endovascular Procedures. *Contemporary Neurosurgery*, 29(18), 1–7. <https://doi.org/10.1097/01.cne.0000286654.26895.ed>
- 38) Saatci, I., Geyik, S., Yavuz, K., & Cekirge, H. S. (2011). Endovascular treatment of brain arteriovenous malformations with prolonged intranidal Onyx injection technique: long-term results in 350 consecutive patients with completed endovascular treatment course. *Journal of Neurosurgery*, 115(1), 78–88. <https://doi.org/10.3171/2011.2.jns09830>
- 39) Strauss, I., Frolov, V., Buchbut, D., Gonen, L., & Maimon, S. (2013). Critical appraisal of endovascular treatment of brain arteriovenous malformation using Onyx in a

series of 92 consecutive patients. *Acta Neurochirurgica*, 155(4), 611–617.
<https://doi.org/10.1007/s00701-013-1633-0>

40) Tournade, A., & Riquelme, C. (2000). Advances in the endovascular treatment of intracranial arteriovenous malformations. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 2(3), 315–320. <https://doi.org/10.31887/dcons.2000.2.3/atournade>

41) Gandhi, C. (2012). Stereotactic radiosurgery for arteriovenous malformations, Part 6: multistaged volumetric management of large arteriovenous malformations. *Yearbook of Neurology and Neurosurgery*, 2012, 228–230. <https://doi.org/10.1016/j.yneu.2012.05.065>

42) Joanes, V. (2001). Effects of Radiation on Cerebral Vasculature: A Review. *Neurosurgery*, 48(3), 700. <https://doi.org/10.1097/00006123-200103000-00058>

43) Kjellberg, R. N. (1984). Proton Therapy for Arteriovenous Malformations of the Brain. *New England Journal of Medicine*, 310(10), 656–657. <https://doi.org/10.1056/nejm198403083101014>

44) Patibandla, M. R., Ding, D., Xu, Z., & Sheehan, J. P. (2017). Stereotactic Radiosurgery for Pediatric High-Grade Brain Arteriovenous Malformations: Our Experience and Review of Literature. *World Neurosurgery*, 102, 613–622. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.03.064>

45) Pollock, B. E., Gorman, D. A., & Coffey, R. J. (2003). Patient Outcomes after Arteriovenous Malformation Radiosurgical Management: Results Based on a 5- to

14-year Follow-up Study. *Neurosurgery*, 52(6), 1291–1297.
<https://doi.org/10.1227/01.neu.0000064800.26214.fe>

46) Starke, R. M., Yen, C. P., Ding, D., & Sheehan, J. P. (2013). A practical grading scale for predicting outcome after radiosurgery for arteriovenous malformations: analysis of 1012 treated patients. *Journal of Neurosurgery*, 119(4), 981–987.
<https://doi.org/10.3171/2013.5.jns1311>

47) Jimenez, J. E., Gersey, Z. C., Wagner, J., Snelling, B., Ambekar, S., & Peterson, E. C. (2017). Role of follow-up imaging after resection of brain arteriovenous malformations in pediatric patients: a systematic review of the literature. *Journal of Neurosurgery: Pediatrics*, 19(2), 149–156.
<https://doi.org/10.3171/2016.9.peds16235>

48) Ma, L., Kim, H., Chen, X. L., Wu, C. X., Ma, J., Su, H., & Zhao, Y. (2017). Morbidity after Hemorrhage in Children with Untreated Brain Arteriovenous Malformation. *Cerebrovascular Diseases*, 43(5–6), 231–241. <https://doi.org/10.1159/000458731>

49) Pezeshkpour, P., Dmytriw, A. A., Phan, K., Shroff, M. M., Dirks, P., Kulkarni, A. V., & Muthusami, P. (2020). Treatment Strategies and Related Outcomes for Brain Arteriovenous Malformations in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *American Journal of Roentgenology*, 215(2), 472–487.
<https://doi.org/10.2214/ajr.19.22443>

50) Hak, J. F., Boulouis, G., Kerleroux, B., Benichi, S., Stricker, S., Gariel, F., Garzelli, L., Meyer, P., Kossorotoff, M., Boddaert, N., Vidal, V., Girard, N., Dangouloff-Ros, V., Brunelle, F., Fullerton, H., Hetts, S. W., Blauwblomme, T., & Naggara, O. (2021). Pediatric brain arteriovenous malformation recurrence: a cohort study, systematic

review and meta-analysis. *Journal of NeuroInterventional Surgery*, neurintsurg-2021.

- 51) Garcia, J. H., Winkler, E. A., Morshed, R. A., Lu, A., Ammanuel, S. G., Saggi, S., Wang, E. J., Braunstein, S., Fox, C. K., Fullerton, H. J., Kim, H., Cooke, D. L., Hetts, S. W., Lawton, M. T., Abla, A. A., & Gupta, N. (2021). Factors associated with seizures at initial presentation in pediatric patients with cerebral arteriovenous malformations. *Journal of Neurosurgery: Pediatrics*, 28(6), 663–668.
<https://doi.org/10.3171/2021.6.peds21126>

16. LIMITACIÓN DEL ESTUDIO

La limitación principal de este estudio fue no contar con el registro completo de las variables en expediente clínico, por lo que mucha información se obtuvo mediante interrogatorio a los familiares en la consulta, estudios de imagen en el sistema electrónico para consulta del hospital.

17. ANEXOS

Escala de Lansky

Escala similar a la escala de Karnofsky para pacientes menores de 16 años.

100 Plenamente activo.

90 Limitación mínima en actividades físicas extenuantes.

80 Activo, pero se cansa más rápidamente en juegos extenuantes.

70 Juega menos o dedica menos tiempo a juegos activos.

60 Encamado hasta el 50% del día, muy pocos juegos activos con asistencia y supervisión.

50 Precisa considerablemente asistencia para cualquier juego activo; es capaz de participar en juegos reposados.

40 Pasa la mayor parte del día en la cama; capaz de iniciar actividades reposadas.

30 Frecuentemente dormido; precisa notable ayuda para realizar actividades reposadas.

20 No juega; no se levanta de la cama; participación pasiva (mirar T.V., etc.)

10 No responde a estímulos.

0 Exitus.

ILUSTRACIONES DE ESCALA DE LANSKY TOMADAS DE:

Solomon, R. A., & Connolly, E. S. (2017). *Arteriovenous Malformations of the Brain*. *New England Journal of Medicine*, 376(19), 1859–1866. doi:10.1056/nejmra1607407

