



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO**

**EFICACIA DE LA EMBOLIZACIÓN ENDOVASCULAR  
PREOPERATORIA EN LA DISMINUCIÓN DEL TIEMPO  
Y SANGRADO TRANSOPERATORIOS DURANTE LA  
RESECCIÓN QUIRÚRGICA DE LAS  
MALFORMACIONES ARTERIOVENOSAS  
CEREBELOSAS.**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN  
MEDICINA  
TERAPIA ENDOVASCULAR NEUROLÓGICA**

**PRESENTA:**

**ÓSCAR MEDINA CARRILLO**

**TUTOR:  
DR. GUSTAVO MELO GUZMÁN**



**CIUDAD DE MÉXICO 2023**



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.

*“La sabiduría suprema es tener sueños bastante grandes para no perderlos de vista mientras se persiguen”*

William Faulkner

*“La sabiduría no es más que una preparación del alma, una capacidad, un arte secreto de pensar, sentir y respirar pensamientos de unidad en cada momento de la vida.”*

Hermann Hesse

## Agradecimientos

A Diana y María Victoria, que son la luz de mi camino y la razón de mi pensar y actuar a diario. Las amo.

A mi familia, que son los cimientos de lo que ahora soy, gracias por sus consejos, su esfuerzo y su dedicación diaria e incondicional.

A mi abuelo y a mi madre que, sin ellos, esto nunca hubiera sido posible. A cada una de sus palabras de aliento, a su apoyo y sobre todo a sus personas a la cuales honro y llevaré en mi corazón siempre.

Al Dr. Gustavo Melo Guzmán, que considero un maestro y mentor no sólo en el aspecto académico, sino también de vida. Siempre estaré agradecido por sus consejos, por su confianza depositada en mí, y por su apoyo incondicional.

## Índice

<b><i>Agradecimientos</i></b> .....	<b>3</b>
<b><i>Resumen</i></b> .....	<b>6</b>
<b><i>Introducción</i></b> .....	<b>7</b>
<b><i>Planteamiento del problema</i></b> .....	<b>12</b>
<b><i>Justificación</i></b> .....	<b>12</b>
<b><i>Hipótesis</i></b> .....	<b>13</b>
<b><i>La embolización preoperatoria de malformaciones arteriovenosas cerebelosas con agentes embolizantes vía endovascular reduce el sangrado y el tiempo transoperatorios.</i></b> .....	<b>13</b>
<b><i>Objetivos</i></b> .....	<b>13</b>
<b>Objetivo General</b> .....	<b>13</b>
<b>Objetivos específicos</b> .....	<b>13</b>
<b><i>Metodología</i></b> .....	<b>14</b>
<b>Diseño del estudio</b> .....	<b>14</b>
<b>Material y métodos</b> .....	<b>14</b>
<b>Definición de la población.</b> .....	<b>15</b>
Criterios de inclusión: .....	<b>15</b>
Criterios de exclusión: .....	<b>15</b>
Criterios de eliminación: .....	<b>15</b>
<b>Operacionalización de las variables</b> .....	<b>16</b>
<b>Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de la información.</b> .....	<b>18</b>
<b>Análisis estadístico</b> .....	<b>18</b>
<b>Recursos Humanos</b> .....	<b>18</b>
<b>Aspectos éticos</b> .....	<b>18</b>

<b>Aspectos de bioseguridad .....</b>	<b>20</b>
<b>Cronograma de actividades .....</b>	<b>21</b>
<b><i>Resultados .....</i></b>	<b><i>21</i></b>
<b><i>Discusión.....</i></b>	<b><i>26</i></b>
<b><i>Conclusión.....</i></b>	<b><i>29</i></b>
<b><i>Recomendaciones.....</i></b>	<b><i>30</i></b>
<b><i>Bibliografía .....</i></b>	<b><i>31</i></b>

## Resumen

**Introducción:** Las malformaciones cerebelosas son una entidad cerebrovascular poco común, sin embargo, debido a su localización, está relacionada con complicaciones durante su tratamiento quirúrgico como el sangrado, teniendo consecuencias graves en la funcionalidad de los pacientes posterior a su tratamiento. La embolización de las malformaciones arteriovenosas previas a su resección quirúrgica se ha establecido con mayor fuerza como una estrategia, disminuyendo el sangrado transoperatorio, mejorando la calidad de vida y pronóstico de estos pacientes.

**Objetivos:** Evaluar el impacto de la embolización preoperatoria de malformaciones arteriovenosas cerebelosas con agentes embolizantes vía endovascular en la reducción de sangrado y tiempo durante la resección quirúrgica, dentro del servicio de Terapia Endovascular Neurológica desde enero del 2011 a diciembre del 2022.

**Métodos:** Se llevó a cabo un estudio descriptivo, retrospectivo, transversal, observacional con la finalidad de valorar la eficacia de la embolización preoperatoria

**Resultados:** Se revisaron un total de 159 expedientes médicos, de los cuales se identificaron 37 pacientes con aneurisma roto de la circulación posterior. Después de aplicar criterios de inclusión, se obtuvo una muestra final de 15 casos. En cuanto a la ubicación de los aneurismas, se observó que la arteria basilar fue la más frecuente, seguida del segmento V4 de la arteria vertebral. El tiempo promedio de tratamiento después del sangrado inicial fue de 20.3 días, con una desviación estándar de 18.41 días. Se observaron complicaciones en aproximadamente el 20% de los casos, incluyendo hematoma del sitio de punción y déficit neurológico transitorio. El tratamiento más frecuentemente usado fue la cirugía endovascular en el 93.3% de los casos.

**Conclusiones:** Este estudio proporciona información sobre las características demográficas, factores de riesgo, tratamientos utilizados y resultados en pacientes con aneurismas rotos de la circulación posterior. Estos hallazgos pueden ser útiles para orientar la toma de decisiones clínicas y la mejora de la atención a este grupo de pacientes. Sin embargo, se requiere más investigación con muestras más

grandes y estudios prospectivos para validar y ampliar estos resultados.

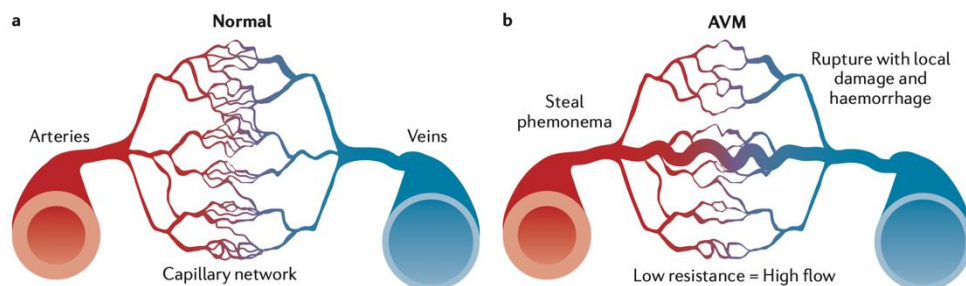
**Palabras claves:** aneurisma cerebral, circulación posterior, arteria basilar, arteria cerebral posterior, PICA, vasoespasma, hemorragia subaracnoidea

## Introducción

Las malformaciones arteriovenosas (MAVs) intracraneales son una lesión compleja que involucra una red de vasos anómalos carentes de capilares (1, 2). Las causas exactas de las MAVs no se conocen por completo, pero se cree que tienen una base genética y se desarrollan durante la embriogénesis temprana. El desequilibrio entre la entrada arterial y la salida venosa (disregulación) puede resultar en una dilatación aneurismática del sector venoso de drenaje debido al flujo excesivo, pero también dentro del nido y las arterias aferentes (3). Las MAVs intracraneales tienen una prevalencia estimada de aproximadamente 10-18 casos por 100,000 personas (2, 4). Afectan tanto a hombres como a mujeres y pueden presentarse a cualquier edad, aunque se observa un pico de incidencia entre los 20 y 40 años (4).

Las características macroscópicas de una MAV incluyen la presencia de conexiones arteriovenosas directas únicas o múltiples que permiten la derivación arteriovenosa de alto flujo a través de pequeñas arterias de alimentación que carecen de una capa muscular y la ausencia de un lecho capilar(1, 2, 4). En consecuencia, esta derivación de alto flujo puede producir cambios estructurales en los vasos de alimentación y drenaje, lo que da como resultado una hiperplasia del músculo liso arterial asociada con fibroblastos y elementos del tejido conectivo conocidos como almohadillas fibromusculares. (2, 4)





*Figura 1.* Representación esquemática de la vasculatura normal (a) y una malformación arteriovenosa (b), (2).

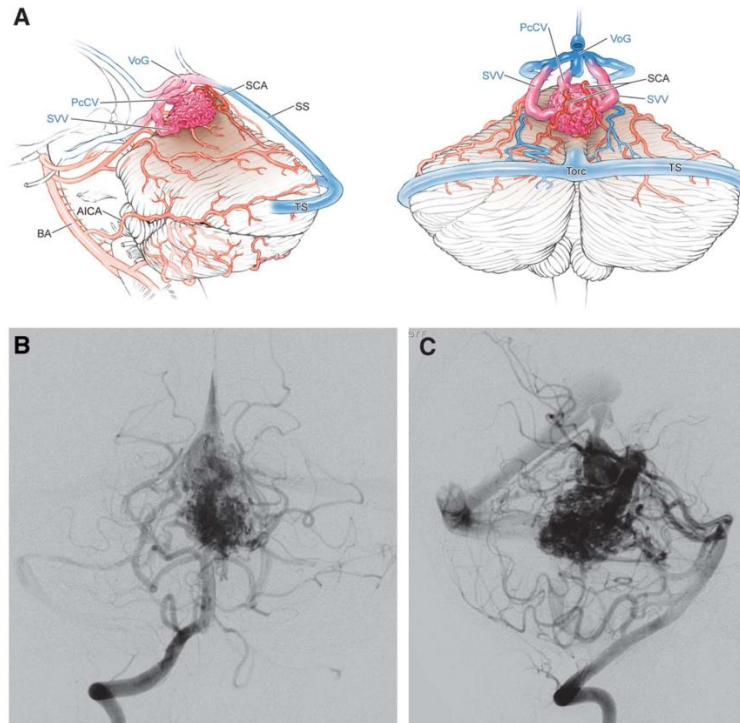
De acuerdo a su localización, las MAVs intracraneales se pueden clasificar en supratentoriales o de fosa posterior, estas últimas a su vez se clasifican en MAVs de tallo cerebral y de cerebelo(5).

Estudios previos de MAVs intracraneales solo incluían una pequeña proporción de MAVs cerebelosas y en la mayoría de estos, se incluían combinadas con las MAVs de tallo cerebral (TC) estudiándose conjuntamente como MAVs de fosa posterior (FP) (6-9), constituyendo estas últimas solo el 15% de todas las MAV intracraneales(10). Las MAVs cerebelosas representan el 10-15% de las MAVs intracraneales y el 70% de las MAVS de la FP (11). Por esto mismo, el estudio aislado de las MAVs cerebelosas es mínimo y al parecer cursan con diferentes resultados morbilidad y mortalidad que las MAVs de TC.

Aproximadamente la mitad de los pacientes con MAVs cerebrales presentan con hemorragia intracraneal; los pacientes restantes tienen convulsiones focales o generalizadas (20-25%), dolores de cabeza, déficits neurológicos focales o ausencia de síntomas (15%)(2, 12). Las MAVs cerebelosas son un pequeño grupo de MAV que difieren de las MAV cerebrales en su comportamiento hemorrágico, presentación clínica y resultados quirúrgicos(5, 13). Se denominan “silenciosas” las MAVs cerebelosas secundario a la ausencia de síntomas neurológicos focales (corticales) como convulsiones, debutando la mayoría con hemorragia intracraneal(6).

Las malformaciones arteriovenosas (MAVs) de FP representan del 7-15% de todas las MAVs intracraneales. Las MAVs del cerebelo son las más comunes dentro de esta clasificación representando del 75-81.2% en la FP(14). Las MAVs de TC corresponden al porcentaje restante(5). La edad estimada de presentación en FP es en promedio 42 años, MAVs del TC suelen ser más jóvenes con una edad promedio de 32 años. No hay predominancia en cuanto al género. A diferencia de las MAVs supratentoriales que se presentan con crisis convulsivas, las de FP, su presentación es más común que sea una hemorragia(14).

La historia natural única y las características angioarquitectónicas de las MAVs cerebelosas hacen de su clasificación y manejo diferente al de sus contrapartes supratentoriales, lo que requiere una estrategia de estudio y tratamiento más agresiva(11, 15). Por esto mismo, las MAVs cerebelosas se clasifican según su localización: suboccipital, vermianas, tonsilares, tentoriales y petrosas(13). De acuerdo con el sistema de clasificación de Spetzler-Martin, las MAV cerebelosas elocuentes fueron aquellas que involucraron los pedúnculos cerebelosos o los núcleos cerebelosos profundos (15, 16).



**Figura 2.** MAV cerebelosa tipo vermiana, (a) esquema anatómico de MAV cerebelosa, angiografía cerebral de MAV cerebelosa proyección anteroposterior (b) y lateral (c). (13)

El paradigma de tratamiento de las MAV intracraneales, incluyendo las cerebelosas, se centra en reducir el riesgo de hemorragia intracraneal, que es aproximadamente 1-4% por año colectivamente para todas las MAVs intracraneales de cualquier localización(15, 17). El tratamiento endovascular mediante la embolización preoperatoria se utiliza para disminuir el tamaño del cortocircuito y facilitar la resección microquirúrgica(1), así como la embolización de aneurismas intranidales que son un riesgo importante de sangrado y resangrado en las MAVs cerebelosas(16). La embolización transarterial con materiales emboligénicos se ha convertido en un componente importante del tratamiento de la MAV, ya sea como método curativo independiente o, más comúnmente, como complemento de la microcirugía o la radiocirugía (1, 18). Los materiales emboligénicos mayor utilizados son el n-butil cianoacrilato (nBCA), adhesivo que fue el primer agente en utilizarse, y recientemente se introdujo el etilen vinyl alcohol (EVOH, Onyx®, Squid®), cohesivo no adhesivo, que ofrece mejor penetración hacia el cortocircuito siendo la

mejor opción de tratamiento para la embolización preoperatoria de las MAVs intracraneales(1).

El tratamiento exitoso se define por la angiografía por sustracción digital (DSA) de seguimiento que no demuestra evidencia de vasos patológicos que irrigan o drenan el nido anterior, junto con un tiempo de circulación normal asociado. La obliteración completa de las MAV reduce drásticamente el riesgo de hemorragia, e incluso la obliteración subtotal puede reducir el riesgo de hemorragia en comparación con las MAV no tratadas (17). Se ha reportado recanalización de MAV embolizadas totalmente hasta en un 14.3% por lo que en algunos centros se ha optado por la resección quirúrgica con o sin embolización para evitar riesgo de recanalización y con esto una hemorragia posterior (1). Las MAVS cerebrales deben embolizarse entre 95 al 100%, lo cual nos ofrece múltiples beneficios transquirúrgicos, resección completa de la lesión, disminución del tiempo quirúrgico, disminución del sangrado transquirúrgico y disminución de las complicaciones posquirúrgicas (1). La alta tasa de aneurismas cerebrales asociados podría explicar la tendencia a la hemorragia inicial en las MAV cerebelosas (15), y la embolización dirigida de los aneurismas cerebrales asociados a las MAVs cerebelosas debería ser la primera prioridad (16). Se ha demostrado que la embolización preoperatoria de las MAVs intracraneales reduce el tiempo de operación y la pérdida de sangre intraoperatoria, sin diferencia en las complicaciones quirúrgicas o el resultado neurológico a largo plazo (1, 16, 18).

## Planteamiento del problema

De enero 2011 hasta diciembre 2022 se han presentado solo 13 casos de malformación arteriovenosa cerebelosa en esta institución, siendo una patología poco común, no hay descrito estudio alguno sobre su incidencia y el tratamiento neuroquirúrgico y endovascular en nuestro hospital. Hasta el día de hoy, el modo de tratamiento de estas MAVs cerebelosas siguen controversiales principalmente entre la embolización preoperatoria endovascular o prescindir de la misma para su resección. La embolización preoperatoria de las MAVs cerebelosas con líquidos embolizantes por vía endovascular parece el tratamiento más adecuado debido a la disminución del sangrado transoperatorio y al tiempo quirúrgico durante la resección quirúrgica de las MAVs cerebelosas; sin embargo hasta el momento no existe consenso establecido sobre las técnicas usadas para el tratamiento de las mismas y sus ventajas en comparación con la resección quirúrgica sin embolización previa. Por lo tanto, se plantea la siguiente pregunta de investigación ¿La embolización preoperatoria de las malformaciones arteriovenosas cerebelosas con agentes embolizantes vía endovascular reduce el sangrado y el tiempo transoperatorios?

## Justificación

Las malformaciones arteriovenosas cerebelosas representan un desafío clínico debido a su complejidad anatómica y su potencial de causar complicaciones transoperatorias durante la cirugía. La embolización preoperatoria utilizando agentes embolizantes vía endovascular se ha utilizado como estrategia terapéutica para abordar las MAVs cerebelosas y facilitar la resección quirúrgica, sin embargo, la evidencia científica sobre los beneficios de la embolización preoperatoria en términos de reducir las complicaciones transoperatorias sigue siendo limitada y controvertida. Por lo tanto, el presente trabajo tiene como objetivo investigar y evaluar si la embolización preoperatoria de las MAVs cerebelosas con agentes embolizantes vía endovascular puede reducir las complicaciones transoperatorias.

## Hipótesis

La embolización preoperatoria de malformaciones arteriovenosas cerebelosas con agentes embolizantes vía endovascular reduce el sangrado y el tiempo transoperatorios.

## Objetivos

### Objetivo General

Evaluar el impacto de la embolización preoperatoria de malformaciones arteriovenosas cerebelosas con agentes embolizantes vía endovascular en la reducción de sangrado y tiempo transoperatorios durante la resección quirúrgica, dentro del servicio de Terapia Endovascular Neurológica desde enero del 2011 a diciembre del 2022.

### Objetivos específicos

1. Consignar el número total de casos de embolización prequirúrgica de malformaciones arteriovenosas cerebelosas registradas en el servicio de Terapia Endovascular Neurológica del Hospital Juárez de México, entre el 1 de enero de 2011 y el 31 de diciembre de 2022.
2. Comparar los datos obtenidos de los pacientes sometidos a embolización preoperatoria con un grupo de control de pacientes que se sometieron solo a resección quirúrgica sin embolización preoperatoria, para determinar si la embolización preoperatoria reduce significativamente el sangrado y el tiempo transoperatorios.

3. Analizar subgrupos de pacientes según la ubicación, tamaño y características angiográficas de las malformaciones arteriovenosas cerebelosas para evaluar si existen diferencias en la eficacia de la embolización preoperatoria en la reducción del sangrado y el tiempo transoperatorios.
4. Evaluar la mejoría clínica, calidad de vida y morbilidad neurológica en los pacientes sometidos a embolización preoperatoria seguida de resección quirúrgica en comparación con los pacientes sometidos solo a resección quirúrgica.

## **Metodología**

### **Diseño del estudio**

*Descriptivo, retrospectivo, observacional, transversal.*

### **Material y métodos**

La obtención de datos de pacientes con malformación arteriovenosa cerebelosa se realizó en el servicio de neurocirugía del Hospital Juárez de México bajo el número de registro institucional del proyecto HJM 005/23-R.

Se llevó a cabo un estudio descriptivo, retrospectivo, transversal, observacional con el fin de determinar la eficacia de la embolización preoperatoria en pacientes con malformaciones arteriovenosas cerebelosas en la disminución del sangrado y tiempos transoperatorios durante la resección quirúrgica de las mismas en el Hospital Juárez de México del 1 de enero de 2011 y el 31 de diciembre de 2022. Se revisaron 13 expedientes de pacientes con diagnóstico de malformación arteriovenosa cerebelosa, evaluándose las siguientes variables: edad, género,

comorbilidades, clasificación de MAVs cerebelosas según su localización, uso de embolización preoperatoria endovascular, tiempo transoperatorio, sangrado transoperatorio, escala de Rankin modificada a 90 días.

## **Definición de la población.**

### **Criterios de inclusión:**

Todo paciente a quien se haya integrado el diagnóstico de malformación arteriovenosa cerebelosa y que se haya tratado en el Hospital Juárez de México, entre el 1 de enero de 2011 y el 31 de diciembre de 2022.

### **Criterios de exclusión:**

- Malformación vascular ajena a malformación arteriovenosa cerebelosa.
  - Malformaciones arteriovenosas supratentoriales.
  - Malformaciones arteriovenosas de tallo cerebral.
  - Malformaciones arteriovenosas múltiples.

### **Criterios de eliminación:**

Paciente con diagnóstico de malformaciones arteriovenosas cerebelosas embolizadas por el servicio de Terapia Endovascular Neurológica del Hospital Juárez De México entre el 1 de enero de 2015 y el 31 de diciembre de 2022 y cuyo expediente clínico no se encuentre con las notas médicas necesarias para la obtención de datos para el estudio.



## Operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición	Unidad de medida
Género	Condición de un organismo que distingue entre masculino y femenino	Femenino: género gramatical; propio de la mujer. Masculino: género gramatical, propio del hombre.	Nominal Ordinaria	1= femenino 2= masculino
Edad al momento del diagnóstico:	<i>Tiempo cronológico de vida cumplido por el paciente al momento de la revisión del expediente clínico del Hospital Juárez De México</i>	Años cumplidos al momento de la revisión del expediente clínico del servicio de Neurocirugía/ Terapia endovascular Neurológica del Hospital Juárez De México	Cuantitativa discreta.	Años
Comorbilidades	Condición médica que existe como diagnóstico del paciente antes de la realización de su procedimiento quirúrgico.	Antecedente patológico de Hipertensión arterial y/o diabetes mellitus tipo 2.	Nominal dicotómica	1= HAS 2= DM
Clasificación MAVs cerebelosas	Clasificación utilizada para la localización anatómica de las MAVs cerebelosas	Se clasifican en 5 tipos según su localización anatómica.	Nominal categórica	1= Suboccipital 2= Tentorial 3= Vermiana 4= Tonsilar 5= Petrosa
Embolización prequirúrgica endovascular	Tratamiento endovascular peroperatorio que consiste en la aplicación de un	Se obtiene de la nota quirúrgica.	Nominal dicotómica	1= Embolizada 2= No embolizada

	<p>agente de embolización líquido no adhesivo compuesto de un copolímero de alcohol etilen-vinílico (EVOH), disuelto en DMSO (sulfóxido de dimetilo), al que se le añade polvo de tantalio para su visualización fluoroscópica, especialmente diseñada así como estéril, para realizar una embolización intravascular preoperatoria.</p>				
Tiempo quirúrgico	Tiempo comprendido desde el inicio de la cirugía hasta el término de la misma.	Se obtiene de la hoja de registro anestésico	Cuantitativa discreta	Mayor 240min Menor 240min	a a
Sangrado	Cuantificación de sangrado transoperatorio (durante el tiempo quirúrgico) en mililitros derivada de la resección microquirúrgica de la malformación arteriovenosa cerebelosa previamente embolizada.	Se obtiene de la hoja de registro anestésico	Cuantitativa discreta	Mayor 500ml Menor 500ml	a a
Escala De Rankin Modificada	Escala utilizada para medir el grado de incapacidad o dependencia en las actividades diarias de personas quienes han padecido evento vascular cerebral.	Se obtiene del examen físico neurológico plasmado en las notas de evolución.	Categoría ordinal	0 a 6	

## **Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de la información.**

Se descargaron las siguientes variables en una base de datos de excel: Género del paciente, edad al momento del diagnóstico, comorbilidades, clasificación de MAV cerebelosa, embolización preoperatoria, tiempo de cirugía, pérdida sanguínea durante la cirugía. Para el estudio estadístico de este trabajo, se utilizará el programa GraphPad Prism 6.

## **Análisis estadístico**

Para el estudio de la significación estadística de los resultados de este trabajo, se utilizó el programa SPSS 25.0 para MacOS. Debido al pequeño tamaño muestral en muchos de los experimentos, se imposibilita la aplicación de un test de normalidad, por lo que no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. Por lo tanto, en este análisis, no se puede concluir que los datos no siguen una distribución normal, por lo que se realizó un estudio meramente descriptivo retrospectivo.

## **Recursos Humanos**

Dr. Óscar Medina Carrillo, Investigador principal

Dr. Gustavo Melo Guzmán, Asesor de tesis

## **Aspectos éticos**

Para el desarrollo de dicha investigación se mantuvieron los principios de la Declaración de Helsinki (última versión actualizada 2013) los cuales incluyen respeto por las personas, beneficencia, no maleficencia, justicia, independencia, consentimiento informado, privacidad y confidencialidad, revisión ética, con el fin importante seguir los principios éticos para garantizar la protección de los sujetos de investigación y la integridad de los resultados.

Al trabajar con datos de pacientes o sujetos de investigación, es importante proteger su privacidad y confidencialidad. Por lo tanto, es necesario seguir las regulaciones y normativas aplicables para garantizar la protección de la información como la Ley general de protección de datos personales en posesión de sujetos obligados. El derecho a la protección de datos personales implica el poder de disposición y control sobre sus datos personales y, en consecuencia, confiere al titular una serie de derechos, acceso, rectificación, cancelación y oposición, a partir de ese poder de disposición y control. Es importante determinar que se mantuvo la confidencialidad de la información recabada de cada sujeto participante y no se hizo mal uso de esta, todos los datos fueron tratados y protegidos de acuerdo con esa Ley. Se trataron los datos personales a los que se tuvieron acceso con motivo de esta investigación, mediante un proceso de disociación de la información con la finalidad de proteger la identidad de los participantes, a fin de no permitir por su estructura, contenido o grado de desagregación la identificación de este.

Se mantuvo la confidencialidad de la información recabada de cada sujeto participante y no se hizo mal uso de esta, todos los datos fueron tratados y protegidos de acuerdo con la normatividad vigente:

- Artículo 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública. Se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona identificada o identificable. La información confidencial no estará sujeta a temporalidad alguna y sólo podrán tener acceso a ella los titulares de esta, sus representantes y los Servidores Públicos facultados para ello. Asimismo, será la información confidencial aquella que presenten los particulares a los sujetos obligados, siempre que tengan el derecho a ellos, de conformidad con lo dispuesto por las leyes a los tratados internacionales.
- Artículo 113 fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública. Se considera información confidencial a la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable. La información confidencial no estará sujeta a temporalidad

alguna y sólo podrán tener acceso a ella los titulares de esta, sus representantes y los Servidores Públicos facultados para ello.

- Artículo 3 fracciones IX y X de la Ley General de Protección de Datos Personales en posesión de los Sujetos Obligados. Para los efectos de la presente Ley se entendió por **datos personales**: cualquier información concerniente a una persona física identificada o identificable. Se considera que una persona es identificable cuando su identidad pueda determinarse directa o indirectamente a través de cualquier información; se entenderá por datos personales sensibles: aquellos que se refieran a la esfera más íntima de su titular o cuya utilización indebida pueda dar origen o discriminación o conlleve un riesgo grave para éste. De manera enunciativa más no limitativa, se consideran sensibles, los datos personales que puedan revelar aspectos como origen racial o étnico, estado de salud presente o futuro, información genética, creencias religiosas, filosóficas y morales, opiniones políticas y preferencia sexual.

Nos comprometimos a tratar los datos personales a los que tuvimos acceso con motivo de esta investigación, mediante un proceso de disociación de la información con la finalidad de proteger la identidad de los participantes, a fin de no permitir por su estructura contenido o grado de desagregación de la identificación del mismo, como lo establece la fracción XIII del artículo 3 y la fracción IX del artículo 22 de la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados.

## Aspectos de bioseguridad

Un protocolo descriptivo retrospectivo no implica la manipulación directa de seres vivos o materiales biológicos. De acuerdo con el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de investigación, en su Artículo 17, refiere que este estudio se considera sin riesgo para la población estudiada.

En la investigación retrospectiva, se trabaja con documentos y archivos que pueden contener información sensible. Es importante mantener una buena

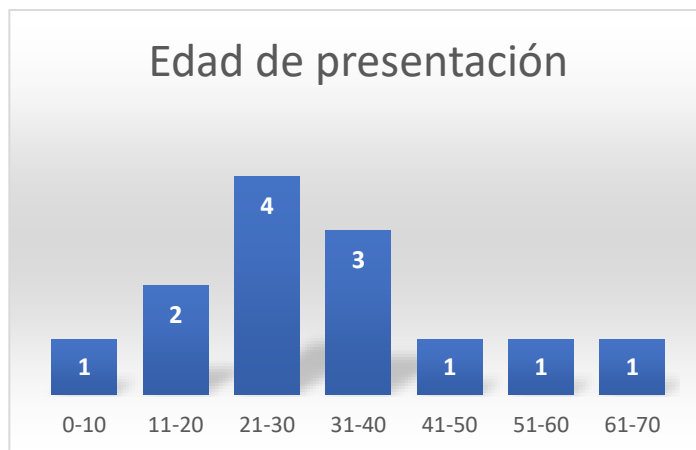
seguridad en el manejo de estos documentos, almacenarlos en lugares seguros y protegidos contra el acceso no autorizado.

## Cronograma de actividades

Actividades	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
<b>1. Revisión final del protocolo y presentación para la aprobación</b>	x	x						
<b>2. Diseño de Instrumentos</b>		x						
<b>3. Recolección de Datos</b>			x	x	x			
<b>4. Procedimiento y análisis de datos</b>						x		
<b>5. Realización del Informe Final</b>							x	
<b>6. Revisión del Informe Final</b>							x	
<b>7. Publicación</b>								x
<b>8. Presentación</b>								x

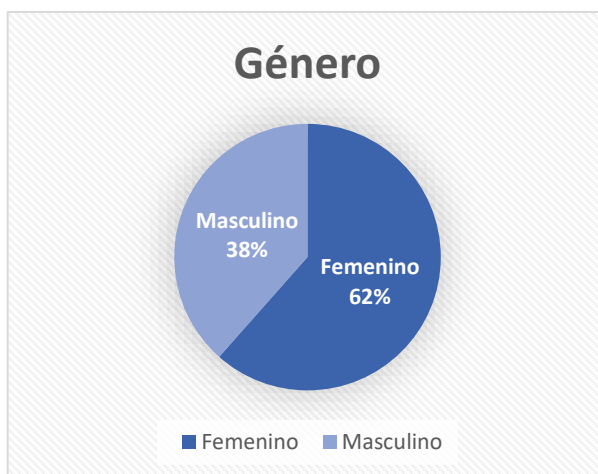
## Resultados

Se analizaron 13 pacientes con MAV cerebelosa. El análisis descriptivo de los datos revela una instantánea de la población de pacientes con malformaciones arteriovenosas cerebrales (MAV) en el conjunto de datos estudiado. La edad promedio de la muestra fue de 31 años, con una mediana de las edades de 30 años. La edad más alta fue de 63 años y la más baja fue de 4 años, indicando una variabilidad relativamente amplia en la muestra. La desviación estándar es de 16.3 años (gráfica 1), sugiriendo variabilidad significativa dentro de las edades alrededor de la media.



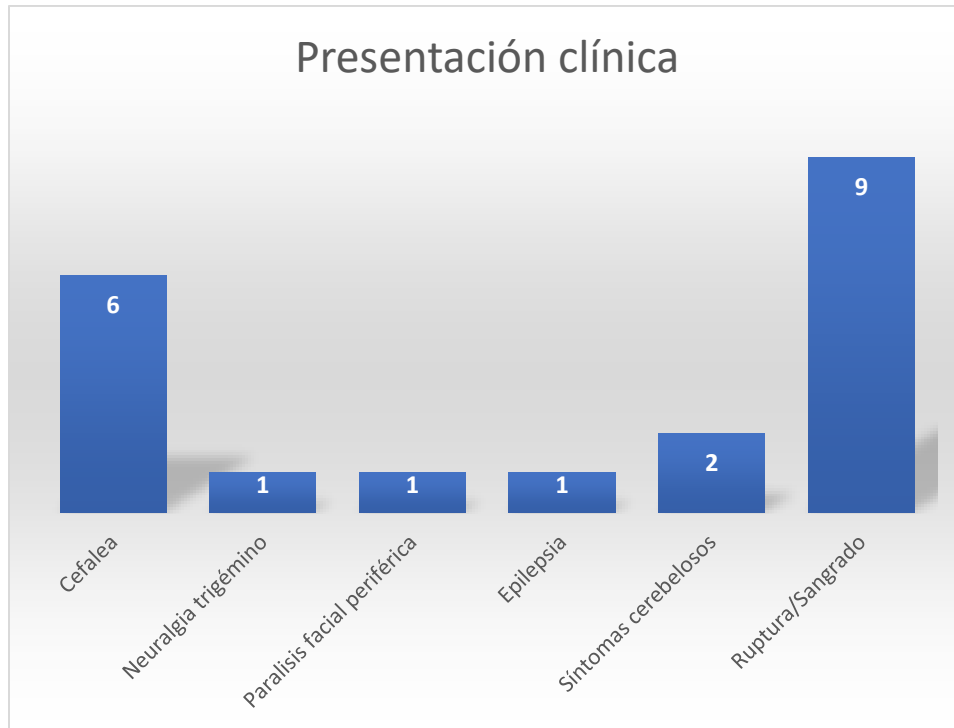
Gráfica 1.

En cuanto al género, se observó que 8 pacientes (62%) eran mujeres, mientras que 5 (38%) eran hombres (gráfica 2).



Gráfica 2.

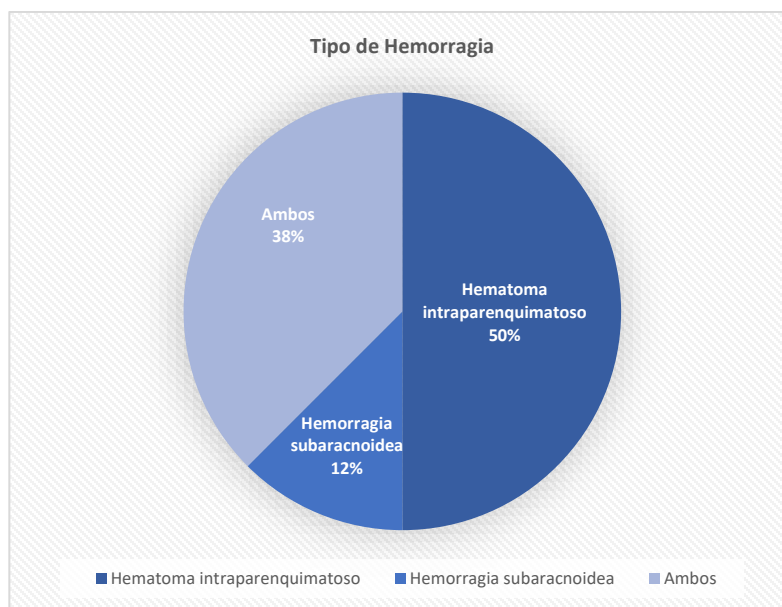
La presentación clínica al inicio del padecimiento fué predominantemente la ruptura de la MAV con un total de 9 casos, seguida de cefalea con 6 casos, síntomas cerebelosos con 2 casos; y neuralgia del trigémino, parálisis facial periférica y epilepsia con un caso respectivamente (gráfica 3).



**Gráfica 3.**

La presentación con ruptura se evidenció en un 62% de todos los casos, evidenciada con estudios de imagen como tomografía computarizada simple de cráneo y resonancia magnética simple de encéfalo. La presentación hemorrágica tuvo una distribución del 50% para hematoma intraparenquimatoso, 12% para hemorragia subaracnoidea y 38% ambas presentaciones (gráfica 4).





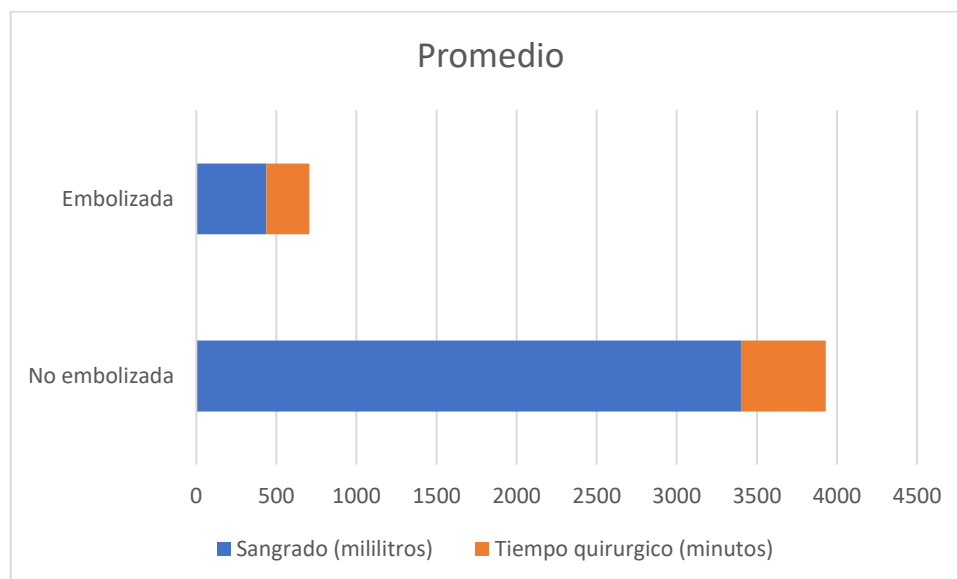
Gráfica 4.

En cuanto al tamaño, se consideró MAVs grandes aquellas con un diámetro longitudinal mayor a 3 centímetros, y MAVs pequeñas aquellas con uno menor a 3 centímetros. Se analizaron los estudios angiográficos resultando en un 45% MAVs pequeñas y en un 55% MAVs grandes. Se analizó la localización de las MAVs dividiéndolas en corticales (superficiales) y profundas, resultando el 72% corticales y 18% profundas. Así mismo se clasificaron en elocuentes y no elocuentes, definiendo como elocuentes aquellas MAVs que involucren a los núcleos cerebelosos profundos, resultando el 23% de las MAVs elocuentes y 77% no elocuentes. Se encontró en la angioarquitectura de las MAVs analizadas que el 61.5% se componían por una sola arteria nutricia, mientras que el otro 38.5% se lo hacía mediante dos arterias nutricias, y de estas últimas, solo un caso se asoció a aneurisma fusiforme roto de la arteria cerebelosa posteroinferior (PICA).

Para su tratamiento se embolizaron previo a la resección quirúrgica 11 casos (84.5%), mientras que los dos restantes (15.3%) se sometieron a resección quirúrgica sin embolización previa. Los casos tratados con embolización por terapia endovascular se llevaron a cabo en su totalidad en una sola sesión con un agente de embolización líquido no adhesivo de un copolímero de alcohol etilen-vinílico (EVOH) usando Onyx 18® (Medtronic) y Squid 6%® (Balt). El aneurisma fusiforme roto se embolizó mediante colocación de coils.

Los abordajes realizados para la resección de las MAVs cerebelosas fueron en su mayoría por un abordaje suboccipital (92%) y solo un caso mediante un abordaje far lateral (8%).

Se analizó el tiempo quirúrgico en minutos y el sangrado transoperatorio en mililitros, obteniendo dichos valores de las hojas quirúrgicas de cada paciente. Se obtuvo un promedio de sangrado para las MAVs cerebelosas previamente embolizadas de 437 mililitros de sangrado, mientras que el de las MAVs cerebelosas sin embolización preoperatoria fue de 3,400 mililitros (4,000 y 2,800 mililitros de ambos casos). El promedio del tiempo quirúrgico para las MAVs cerebelosas previamente embolizadas fue de 268 minutos, mientras que el de las MAVs cerebelosas sin embolización preoperatoria fue de 530 minutos (7:40 horas y 10 horas de ambos casos), (gráfica 5).



Gráfica 5.

Como complicaciones se reportaron un caso con ruptura transoperatoria de seno transversal durante la resección de una MAV cerebelosa previamente embolizada, fístula de líquido cefalorraquídeo y meningitis en dos casos, isquemia secundaria a migración de líquido embolizante con secuelas del par craneales bajo unilaterales en un caso, evento vascular cerebral cerebeloso en un caso,

hidrocefalia no comunicante en otro caso. Se reportó solo una reintervención secundaria a evidenciar residual de MAV en angiografía de control.

## Discusión

Las malformaciones arteriovenosas cerebelosas (MAV) son un conjunto de vasos anómalos y complejos en el cerebelo, que es la parte del cerebro responsable de coordinar el movimiento y el equilibrio. Estas malformaciones pueden alterar el flujo sanguíneo normal y provocar síntomas neurológicos potencialmente graves o incluso complicaciones potencialmente mortales, como hemorragia o accidente cerebrovascular.

El tratamiento de las MAV cerebelosas es aún un reto que a menudo implica el análisis y la individualización de varios factores, incluida la ubicación, el tamaño, la angiarquitectura, el compromiso de zonas elocuentes y el riesgo de hemorragia (aneurismas asociados) para decidir el enfoque al tratamiento más adecuado. Dos métodos de tratamiento primarios son la resección quirúrgica y la embolización endovascular, que en ocasiones se usan en combinación, siendo esta opción cada vez más frecuente.

- Resección quirúrgica:

Este método implica la resección de la MAV mediante cirugía abierta. La resección quirúrgica tiene como objetivo eliminar completamente la MAV, reduciendo el riesgo de un sangrado en el futuro y recidivas.

Ventajas:

- Ofrece la posibilidad de eliminación completa de la MAV.
- Eliminación inmediata del riesgo de sangrado asociado a la MAV.
- Proporciona tejido para examen patológico, ayudando en un diagnóstico preciso.

Desventajas:

- Puede ser un procedimiento complejo e invasivo con riesgos potenciales como sangrado, infección o daño al tejido cerebral circundante.
- Dependiendo del tamaño y la ubicación de la MAV, es posible que no siempre sea factible la resección completa sin causar un daño neurológico significativo.

- Embolización endovascular:

La embolización endovascular es un procedimiento realizado por medio de cateterismo en un angiógrafo. Implica la inserción de un catéter en los vasos sanguíneos, generalmente a través de la ingle, y su navegación hasta el sitio de la MAV, depositando de manera intraluminal líquidos embolizantes cohesivos y no cohesivos que tienen como finalidad impedir el flujo sanguíneo a través de los vasos anómalos evitando así el riesgo de ruptura y sangrado.

Ventajas:

- Menos invasiva en comparación con la cirugía abierta, lo que lleva a tiempos de recuperación potencialmente más cortos.
- Puede reducir el tamaño de la MAV u ocluir ciertos vasos sanguíneos o aneurismas asociados, lo que potencialmente hace que la resección quirúrgica sea más segura y factible.

Desventajas:

- Podría no eliminar completamente la MAV; Es posible que se requieran varias sesiones.
- Riesgo de complicaciones como rotura de vasos, accidente cerebrovascular o migración de material embólico a otras áreas del cerebro.

- Terapia de combinación:

En algunos casos, podría utilizarse un enfoque combinado. Esto implica una embolización preoperatoria para reducir el tamaño o el flujo sanguíneo de la MAV, lo que hace que la resección quirúrgica sea más segura y potencialmente más efectiva secundario a la resección en bloque de la MAV previamente embolizada, disminuyendo en gran medida el riesgo de ruptura y sangrado transoperatorios.

La elección entre resección quirúrgica y embolización endovascular, o una combinación de ambas, depende de varios factores como el tamaño de la MAV, la ubicación, la angioarquitectura (ramas alimentadoras y venas de drenaje), las condiciones del paciente y la experiencia disponible en el centro médico. Es fundamental que el equipo médico evalúe cuidadosamente cada caso individualmente y adapte el plan de tratamiento en consecuencia para lograr el mejor resultado posible y minimizar los riesgos para el paciente.

La investigación en este campo continúa evolucionando, con el objetivo de mejorar los resultados del tratamiento y minimizar las posibles complicaciones asociadas con los abordajes quirúrgicos y endovasculares.

Las implicaciones clínicas y las limitaciones del estudio, en este caso descriptivo, son aspectos importantes a considerar al interpretar los resultados y aplicarlos a la práctica clínica. Los resultados de nuestro estudio proporcionan información valiosa sobre las estrategias actuales de tratamiento utilizadas en pacientes con MAVs cerebelosas, que siendo una entidad rara en el área de neurocirugía y terapia endovascular neurológica, estos resultados pueden ayudar a tomar decisiones más informadas al seleccionar el enfoque terapéutico más adecuado para estos pacientes.

Las complicaciones asociadas con el tratamiento de las MAVs cerebelosas, en nuestra serie, se asociaron más al tratamiento quirúrgico al ser resecadas independientemente de ser embolizadas previamente o no. Estas se deben reconocer y ser abordadas de manera efectiva y de manera individual. Los resultados de nuestro estudio dan una mejor comprensión de la enfermedad a los clínicos sobre los múltiples factores a incluir en el abordaje, análisis y elección de tratamiento, así como el tipo de complicaciones que pueden surgir en el tratamiento seleccionado, pudiendo influir en las estrategias de manejo y prevención. Nuestro estudio descriptivo ayudará a los profesionales de la salud a reconocer que las MAVs cerebelosas (menor frecuencia) son entidades ajenas en el abordaje comparadas con las MAVs supratentoriales.

Existen varias limitaciones en nuestro estudio. El tamaño de la muestra fue relativamente pequeño limitando la generalización de los resultados y haciendo imposible una comparación objetiva entre nuestros grupos analizar (resección versus resección previamente embolizada). Una muestra más grande podría proporcionar una imagen más representativa de la población objetivo y aumentar la confiabilidad de los hallazgos.

Se aplico un diseño retrospectivo lo cual implica el uso de datos previamente recopilados, pudiendo afectar la calidad y la disponibilidad de la información. Además, la falta de control directo sobre la recopilación de datos puede introducir sesgos o errores en los registros médicos.

## Conclusión

El tratamiento quirúrgico versus endovascular de las MAVs cerebelosas sigue siendo un tema controvertido en la neurocirugía cerebrovascular, incluso el tratamiento combinado (híbrido) comienza a tener auge, ya que la única forma de curación de esta patología se reserva para la resección quirúrgica, sin embargo, la embolización preoperatoria, parece mejorar las posibles complicaciones trasoperatorias principalmente el sangrado, sin embargo se debe individualizar cada caso durante la toma de decisiones debiéndose ser adaptadas a cada paciente.

En nuestro centro, se emplean evaluaciones multidisciplinarias e individualizadas que incluyen cirujanos capaces de realizar analizar el problema y brindar tratamientos endovasculares y microquirúrgicos de estas MAVs cerebelosas para guiar las estrategias de tratamiento. Conforme los avances sean constantes en los campos microquirurgico como el endovascular, el tratamiento de las MAVs en general, seguirá siendo un tema de debate. La anatomía, la angioarquitectura y las características individuales de cada paciente normarán la decisión acertada para el abordaje y tratamientno correcto de esta patología.

## Recomendaciones

Según los hallazgos y las implicaciones clínicas de nuestro estudio sobre la embolización preoperatoria de las MAVs cerebelosas, se establecen las siguientes recomendaciones:

Debido a la morbilidad presentada en las MAVS cerebelosas, rotas o no, la detección temprana de las mismas debe ser promovida, así como la orientación en el seguimiento y tratamiento según las características de cada paciente, optando por el tratamiento que mejor se adapte al paciente en cuestión.

Los resultados de este estudio resaltan la enorme importancia de analizar las características individuales de los pacientes al definir un camino terapéutico de tratamiento. Se debe tener en cuenta la edad, anatomía, angioarquitectura, tamaño de la MAV y el enfoque microquirúrgico para ofrecer una resolución total del padecimiento.

Las complicaciones asociadas con el tratamiento de las MAVs cerebelosas, pueden tener un impacto importante en la autonomía y morbilidad de cada paciente. Por lo que es decisivo el análisis de estas complicaciones, y su gestión para evitar o mejorar las mismas mediante la implementación de protocolos y guías de práctica clínica actualizadas, así como el entrenamiento constante del personal médico en un aspecto microquirúrgico y endovascular.

Finalmente, secundario a que nuestro estudio posee una muestra limitada en su tamaño, se requieren más estudios en vías de incrementar la investigación en este campo. Proponemos la realización de estudios prospectivos con muestras más grandes para ofrecer información actualizada y estadísticamente analizable para determinar el mejor camino terapéutico del tratamiento de las MAVs cerebelosas.

## Bibliografía

1. Gustavo Melo-Guzmán, Felipe Padilla-Vázquez, Victor Hugo Escobar-de la Garma, Rafael Mendizábal-Guerra. Experiencia en el manejo de malformaciones arteriovenosas cerebrales en el Hospital Juárez de México. *Revista Mexicana de Neurociencia*. 2017;2017;18(2):65-75(1).
2. Lawton MT, Rutledge WC, Kim H, Stapf C, Whitehead KJ, Li DY, et al. Brain arteriovenous malformations. *NATURE REVIEWS*. 2015;VOLUME 1:19.
3. Barreau X, Marnat G, Gariel F, Dousset V. Intracranial arteriovenous malformations. *Diagn Interv Imaging*. 2014;95(12):1175-86.
4. Ajiboye N, Chalouhi N, Starke RM, Zanaty M, Bell R. Cerebral arteriovenous malformations: evaluation and management. *ScientificWorldJournal*. 2014;2014:649036.
5. Magro E, Darsaut TE, Mezui EDO, Bojanowski MW, Ziegler D, Gentric JC, et al. Arteriovenous malformations of the posterior fossa: a systematic review. *Acta Neurochir (Wien)*. 2020;162(4):905-10.
6. Tong X, Wu J, Lin F, Cao Y, Zhao Y, Wang S, et al. Cerebellar Arteriovenous Malformations: Clinical Feature, Risk of Hemorrhage and Predictors of Posthemorrhage Outcome. *World Neurosurg*. 2016;92:206-17.
7. Tong X, Wu J, Lin F, Cao Y, Zhao Y, Wang S, et al. Microsurgical Outcome of Cerebellar Arteriovenous Malformations: Single-Center Experience. *World Neurosurg*. 2016;95:469-79.
8. Tong X, Wu J, Lin F, Cao Y, Zhao Y, Wang S, et al. Risk Factors for Subsequent Hemorrhage in Patients with Cerebellar Arteriovenous Malformations. *World Neurosurg*. 2016;92:47-57.
9. Nisson PL, Fard SA, Meybodi AT, Mooney MA, Kim H, Jahnke H, et al. The Unique Features and Outcomes of Microsurgically Resected Cerebellar Arteriovenous Malformations. *World Neurosurg*. 2018;120:e940-e9.
10. Arnaout OM, Gross BA, Eddleman CS, Bendok BR, Getch CC, Batjer HH. Posterior fossa arteriovenous malformations. *Neurosurg Focus*. 2009;26(5):E12.
11. Nisson PL, Fard SA, Walter CM, Johnstone CM, Mooney MA, Tayebi Meybodi A, et al. A novel proposed grading system for cerebellar arteriovenous malformations. *J Neurosurg*. 2019;132(4):1105-15.
12. Argaet EC, Young AS, Bradshaw AP, Welgampola MS. Cerebellar arteriovenous malformation presenting with recurrent positional vertigo. *J Neurol*. 2019;266(1):247-9.
13. Rodriguez-Hernandez A, Kim H, Pourmohamad T, Young WL, Lawton MT, University of California SFAMSP. Cerebellar arteriovenous malformations: anatomic subtypes, surgical results, and increased predictive accuracy of the supplementary grading system. *Neurosurgery*. 2012;71(6):1111-24.
14. Almeida JP, Medina R, Tamargo RJ. Management of posterior fossa arteriovenous malformations. *Surg Neurol Int*. 2015;6:31.
15. Robert T, Blanc R, Ciccio G, Redjem H, Fahed R, Smajda S, et al. Anatomic and angiographic findings of cerebellar arteriovenous malformations: Report of a single center experience. *J Neurol Sci*. 2015;358(1-2):357-61.



16. Sun Y, Chang Q, You W, Liu P, Lv X, Li Y, et al. Endovascular treatment of cerebellar arteriovenous malformations: A single-center experience of 75 consecutive patients. *Neurol India*. 2020;68(2):440-7.
17. Chagoya G, Hardigan AA, Fox BM, Laskay N, Salehani AA, Rotman LE, et al. Cerebellar Arteriovenous Malformation Rupture Despite Apparent Angiographic Obliteration. *World Neurosurg*. 2020;134:25-32.
18. Bruno CA, Jr., Meyers PM. Endovascular management of arteriovenous malformations of the brain. *Interv Neurol*. 2013;1(1):109-23.