

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE MEDICINA Y HOSPITAL UNIVERSITARIO “D. JOSÉ ELEUTERIO
GONZÁLEZ”

SERVICIO DE NEUROCIRUGÍA Y TERAPIA ENDOVASCULAR NEUROLÓGICA



**FACULTAD
DE MEDICINA**



RESULTADO POSTQUIRÚRGICO FUNCIONAL DE MALFORMACIONES
ARTERIOVENOSAS INTRACRANEALES CON PRESENTACIÓN HEMORRÁGICA Y
DÉFICIT NEUROLÓGICO

Por

DR. LUIS ENRIQUE FLORES HUERTA

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN
NEUROCIRUGÍA

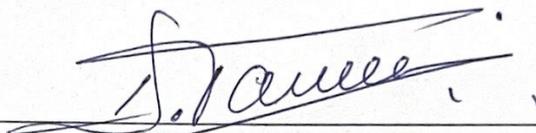
**“RESULTADO POSTQUIRÚRGICO FUNCIONAL DE MALFORMACIONES
ARTERIOVENOSAS INTRACRANEALES CON PRESENTACIÓN HEMORRÁGICA Y
DÉFICIT NEUROLÓGICO”**

Aprobación de tesis:



Dr. med Ángel R. Martínez Ponce de León

Director de tesis y jefe del Servicio de Neurocirugía y Terapia Endovascular Neurológica



Dr. med Dagoberto Tamez Montes

Codirector de tesis



Dr. med Eliud Enrique Villarreal Silva

Coordinador de investigación



Dr. med Felipe Arturo Morales Martínez

Subdirector de estudios de posgrado

COLABORADORES

Dr. med Dagoberto Tamez Montes ¹

Dr. med Eliud Enrique Villarreal Silva ¹

Dra. Nilsa Daniela Martínez Rosales ¹

Est. Jesús Enrique Ortiz Robles ²

MPSS Ana Gabriela Rodríguez Flores ²

¹ Servicio de Neurocirugía y Terapia Endovascular Neurológica, Hospital Universitario
“Dr. José Eleuterio González”, Universidad Autónoma de Nuevo León

² Facultad de Medicina y Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”,
Universidad Autónoma de Nuevo León

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos, por su amor y apoyo incondicional siempre.

A Andrea, por su paciencia a lo largo de estos años y la inspiración para ser mejor cada día.

A mis profesores por sus enseñanzas.

Contenido

Capítulo		Página
Capítulo I	Resumen	9
Capítulo II	Introducción	13
Capítulo III	Hipótesis	22
Capítulo IV	Objetivos	24
Capítulo V	Material y métodos	26
Capítulo VI	Resultados	32
Capítulo VII	Discusión	48
Capítulo VIII	Conclusión	52
Capítulo IX	Bibliografía	54
Capítulo X	Resumen autobiográfico	58

Índice de tablas

		Página
Tabla 1	Escala de Spetzler-Martin	28
Tabla 2	Clasificación por grupos según tamaño de la MAV y edad del paciente	29
Tabla 3	Escala modificada de Rankin	29
Tabla 4	Grado de déficit neurológico	31
Tabla 5	Datos demográficos y características de la MAV	35

Índice de figuras

		Página
Figura 1	Porcentaje de pacientes por sexo	33
Figura 2	Localización de MAV	34
Figura 3	Presentación clínica de las MAV	35
Figura 4	Resultado postquirúrgico por clasificación de Spetzler-Martin	39
Figura 5	Resultado postquirúrgico por grupos de MAV	40
Figura 6	Prueba T de Wilcoxon mRankin al ingreso vs mRankin al egreso	41
Figura 7	Comparación del resultado postquirúrgico según el tamaño de la MAV	41
Figura 8	Comparación del resultado postquirúrgico según la localización elocuenta vs no elocuenta	42
Figura 9	Comparación del resultado postquirúrgico según el drenaje superficial vs drenaje profundo.	43
Figura 10	Comparación del resultado postquirúrgico según el sexo	44
Figura 11	Análisis del resultado postquirúrgico según el mRankin clasificado como bueno según la clasificación de SM	45
Figura 12	Análisis de cambio vs no cambio ya sea negativo o positivo según mRankin postquirúrgico	45

Figura 13 Tabla de contingencia de grupos por grado de déficit y desenlace postquirúrgico.

47

Lista de abreviaturas

MAV: Malformación arteriovenosa

SupSM: Clasificación suplementaria de Spetzler-Martin y Lawton-Young

SM: Clasificación de Spetzler-Martin

mRs: Escala modificada de Rankin

PO: Posoperatorio

Capítulo I

RESUMEN

Introducción. La complejidad de las malformaciones arteriovenosas (MAV) radica en su gran variabilidad anatómica y forma de presentación clínica. Al conocer la historia natural de la enfermedad, se han descrito diversas escalas con el objetivo de predecir el riesgo de su resección quirúrgica, sin embargo aún existen controversias en cuanto a la selección del paciente candidato a cirugía.

Existen otros factores a considerar como la presentación hemorrágica y el estado funcional del paciente al momento del diagnóstico.

En nuestro medio, la presentación hemorrágica y el déficit neurológico son las formas más frecuentes de presentación al momento de la decisión terapéutica.

Material y métodos. Se realizó un estudio observacional, retrospectivo y de cohorte de pacientes posoperados de malformación arteriovenosa intracraneal con presentación hemorrágica. Se analizaron las características angioarquitectónicas de la MAV por angiografía, datos demográficos del paciente y presentación clínica; posteriormente se asignaron grupos según el tamaño de la MAV y edad del paciente y se analizaron por separado con el resultado funcional utilizando la escala modificada de Rankin en el pre y postoperatorio.

Resultados. En un periodo comprendido entre 2017 y 2023, se incluyeron 22 sujetos con una media de edad de 31.54 años, 59.1% fueron hombres y 40.9% mujeres. El 27.3% fueron SM1 (n=6), 31.8% SM2 (n=7), 31.8% SM3 (n=7), 9.1% SM 4 (n=2) y no se incluyó ninguna MAV SM 5. Las presentaciones clínicas fueron, en orden de frecuencia, alteración de la conciencia, cefalea, déficit motor focal, crisis epilépticas, alteración del lenguaje, déficit visual y alteraciones sensitivas focales; algunos pacientes presentaron más de una.

Se analizó cada variable por separado según el tamaño (pequeña, mediana), localización (elocvente o no) y drenaje venoso (profundo vs superficial); además, se comparó el resultado postoperatorio según el sexo del paciente. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas. ($p = >0.05$).

Se realizó una prueba de chi cuadrada (χ^2) para el análisis de grupos según el grado de déficit, neurológico de forma independiente con el estado funcional postquirúrgico, clasificándolos en orden ascendente de gravedad del 1 al 3. Encontramos una diferencia estadísticamente significativa ($p=0.039$) entre los diferentes grados de déficit neurológico y su resultado postquirúrgico.

Discusión. Se obtuvieron resultados similares a los que se encuentran reportados en la literatura.

Además de las características de la MAV a tratar, se han tomado en cuenta otros factores como la edad del paciente y su estado funcional previo a la cirugía utilizando un parámetro objetivo como la escala modificada de Rankin, ya que en ocasiones la valoración funcional postquirúrgica del paciente dependerá de las actividades previas que este realizaba.

En este estudio se consideró que la presentación hemorrágica es otro factor importante para el tratamiento de las malformaciones arteriovenosas.

Es de notar que en algunas malformaciones arteriovenosas consideradas de alta dificultad de resección quirúrgica, el resultado funcional postquirúrgico no cambió respecto al previo.

Conclusión. La clasificación descrita por Spetzler-Martin continúa siendo una escala sencilla de aplicar a la cama del paciente y con una buena correlación pre y postquirúrgica.

Consideramos que en nuestro medio, un paciente en estado funcional (mRankin) >2 en el que el resultado funcional no cambió respecto al prequirúrgico en el caso de malformaciones arteriovenosas consideradas de alto grado, puede ser aceptable siempre y cuando se haya cumplido el objetivo de la cirugía, que es el cierre endoluminal y obliteración del nido vascular; esto podría considerarse en la selección de pacientes candidatos a cirugía en los que resulte compleja la decisión terapéutica.

Es un área de oportunidad para el estudio de seguimiento a mediano y largo plazo de pacientes jóvenes postoperados de MAV de alto grado de dificultad quirúrgica con un resultado postquirúrgico “malo”, en los que puede existir mejoría en su estado funcional o que en ciertos casos el propio paciente considere aceptable al detener la historia natural de la enfermedad.

Capítulo II

INTRODUCCIÓN

Marco teórico

Definición.

Una malformación arteriovenosa (MAV) es un complejo de vasos displásicos compuesto de un nido vascular alimentado por arterias y por venas de drenaje sin un lecho capilar intermedio, lo que producirá un flujo sanguíneo elevado y un circuito de baja resistencia desde el sistema arterial al venoso. ¹

Presentación clínica

La manifestación sintomática más frecuente de las MAV intracraneales es la hemorragia por ruptura.^{2,3} El riesgo de hemorragia de una MAV que no ha sido tratada se estima en 1 a 3 % por año (en algunas series se describe un riesgo de 2 a 4%) y la primera hemorragia es el factor predictor más consistente para un sangrado subsecuente, especialmente durante el primer año de la hemorragia inicial. ^{4,5}

La localización más frecuente del sangrado es parenquimatosa en el 82% de los casos ⁶ y usualmente su comportamiento es más benigno que una hemorragia intracraneal primaria.⁷

Las crisis epilépticas son la segunda presentación clínica más frecuente de las MAV, en aproximadamente un tercio de los casos.⁸

Otras presentaciones clínicas son cefalea, déficits neurológicos focales por efecto de masa o como síntomas isquémicos por fenómenos de robo; los déficits neurológicos focales pueden presentarse con un inicio súbito y su curso puede variar de transitorio a progresivo. ⁴

Diagnóstico y tratamiento

La angiografía cerebral diagnóstica con sustracción digital es el estándar de oro para la caracterización de las arterias de alimentación, la angioarquitectura del nido vascular y las venas de drenaje, y es esencial para la clasificación precisa de las malformaciones arteriovenosas y la planificación del tratamiento. ¹

Las MAV tienen una historia natural potencialmente grave, por lo tanto, determinar el riesgo de ruptura es fundamental para establecer su tratamiento. ^{5,9,10,11}

Sin embargo, la complejidad de la decisión terapéutica radica en su variabilidad anatómica, su tamaño, localización y presentación clínica.

Las opciones terapéuticas de las MAV incluyen observación, resección quirúrgica, angioembolización, radiocirugía y estrategias de tratamiento multimodal; el objetivo final de la intervención es el cierre endoluminal completo o la obliteración del nido vascular. ⁴

Antecedentes

Esquemas de clasificación propuestos.

Para este fin, se han desarrollado esquemas de clasificación con base en las características de la MAV y la experiencia del neurocirujano, cada uno con el fin de predecir el riesgo quirúrgico y lograr su aplicabilidad al pie de la cama, transformando así las decisiones terapéuticas en algoritmos. ¹²

La primera clasificación fue desarrollada por Luessenhop y Gennarelli en 1977, quienes se basaron en el número de arterias de alimentación por un territorio vascular específico e intentaron incluir el estado del paciente para complementar sus criterios, pero fallaron en integrarlos claramente.

Posteriormente, Luessenhop y Rosa simplificaron esta última en 1984 al considerar el diámetro del nido vascular por angiografía; ambas clasificaciones graduaron las MAV en cuatro tipos, siendo la de mayor grado de peor resultado postquirúrgico.

Shi y Chen presentaron su clasificación en 1986, la cual consideraba el tamaño de la MAV, su localización y profundidad, el riego sanguíneo y drenaje venoso; esta clasificación proporcionó características anatómicas similares al esquema propuesto por Spetzler y Martin, pero no tuvo suficiente aceptación por su complejidad a la hora de aplicarse.¹³

En 1992, Hollerhage et al. propusieron un sistema de clasificación basado en cinco territorios de irrigación y fue uno de los primeros en incorporar una variable clínica además de variables anatómicas utilizando la escala de Hunt y Hess; sin embargo, esta escala fue diseñada para pacientes con hemorragia subaracnoidea por ruptura aneurismática y su aplicación a pacientes con MAV fue complicada.

Spetzler y Martin describieron los factores para determinar la dificultad de resección quirúrgica de una MAV según el tamaño del nido vascular, el número de arterias de alimentación, la cantidad de flujo sanguíneo a la lesión, el grado de robo vascular al cerebro normal, su localización y accesibilidad quirúrgica, la elocuencia de cerebro adyacente y el patrón de drenaje venoso.¹⁴

En la escala de Spetzler y Martin, se simplificaron estos factores y se clasificó a las MAV en 5 grados. El tamaño del nido vascular se dividió en 3 categorías, con MAV pequeñas de menos de 3 cm asignadas con 1 punto, MAV medianas de 3 a 6 cm con 2 puntos y MAV grandes mayores de 6 cm con 3 puntos; el drenaje venoso se consideró superficial si drena en venas corticales y senos de la convexidad, asignándose 0 puntos, o profundo si drena en venas hacia la vena de Galeno (es decir, venas cerebrales internas, venas basales de Rosenthal y venas cerebelosas precentrales) con 1 punto. La elocuencia de la MAV se evaluó anatómicamente según la supuesta función del tejido cerebral circundante, con 1 punto asignado a las lesiones ubicadas en la corteza sensoriomotora, las áreas del lenguaje, la corteza visual, el hipotálamo, la cápsula interna, el tronco del encéfalo, el pedúnculo o los núcleos cerebelosos profundos.

La calificación final de la MAV fue la suma de puntos en los 3 dominios, con un rango de 1 a 5 (I-V). Las MAV que son demasiado complejas para la resección, como las MAV intrínsecas del tronco encefálico y las holohemisféricas, se consideran de grado VI.^{13,14}

La experiencia con esta clasificación ha identificado 3 grupos distintos de pacientes. Las MAV de bajo grado (grados I y II) se han asociado con baja morbilidad posquirúrgica y con frecuencia son tratadas quirúrgicamente. Las MAV de alto grado (grados IV y V) tienen una alta morbilidad postquirúrgica y por lo tanto, su manejo es conservador. Las MAV de grado III tienen una morbilidad intermedia asociada con su resección quirúrgica y su tratamiento requiere de un abordaje individualizado y multimodal.¹³

Aunque la clasificación de Spetzler-Martin ha pasado la prueba del tiempo desde su publicación en 1986 como una escala de gran validez, tiene limitaciones y no considera otros factores que influyen en el resultado postquirúrgico.¹⁵ Spetzler y Ponce condensaron esta escala

en un sistema de tres categorías, los grados I y II como clase A, grado III como clase B y grados IV y V como en clase C; con este esquema establecieron recomendaciones de tratamiento.

Presentación hemorrágica y otros factores complementarios para la clasificación de las MAV

La presentación hemorrágica de una MAV representa un alto riesgo de resangrado, sin embargo, puede facilitar la cirugía al crear un corredor quirúrgico alrededor de la MAV y minimizar la transgresión del cerebro normal o acceder a un nido profundo que de otro modo es inaccesible; además, la hemorragia puede obliterar parte del suministro arterial de la MAV para reducir su flujo durante la resección.¹³

En 2010, Lawton y col.¹⁶ propusieron una nueva escala de clasificación con el objetivo de optimizar la selección de pacientes y predecir con mayor precisión el riesgo quirúrgico; se asignaron puntos según la edad del paciente, la presentación hemorrágica y si el nido de la MAV es compacto.

A los pacientes pediátricos (edad < 20 años) se les asignó 1 punto; a los adultos (de 20 a 40 años de edad) se les asignaron 2 puntos; a los pacientes mayores (> 40 años) se les asignó 3 puntos. A los pacientes que presentaban MAV no rotas se les asignó 1 punto y a las MAV rotas 0 puntos. A las MAV difusas se les asignó 1 punto y a las MAV compactas 0 puntos. Estos puntos se sumaron para obtener una calificación AVM adicional que varió de 1 a 5.¹³

En 2015, se determinó que esta clasificación suplementaria (Supp-SM) es más precisa que la clasificación de Spetzler-Martin independiente por una cohorte multicéntrica.¹⁷

Las MAV de grado Supp-SM ≤ 6 se consideran candidatas para tratamiento quirúrgico, con o sin embolización preoperatoria; por el contrario, las MAV de grado Supp-SM > 6 se manejan de forma conservadora o con radiocirugía estereotáctica inicialmente, con la esperanza de reducir el volumen del nido y degradar la MAV con el tiempo.¹⁸

Planteamiento del problema

Se han descrito diversas escalas de clasificación para MAV con el objetivo de predecir los resultados postquirúrgicos y establecer algoritmos para la selección de pacientes candidatos a las diversas modalidades terapéuticas existentes.

La presentación hemorrágica de la MAV es un predictor importante en la historia natural de la enfermedad y el mayor riesgo de sangrado se presenta en aquellos que habían sangrado previamente.

Sin embargo, la hemorragia amplía el espacio muerto alrededor de la MAV y facilita la resección quirúrgica, particularmente en MAV de bajo grado. Además, los pacientes con MAV no rotas normalmente no tienen déficits neurológicos previos al tratamiento y, por lo tanto, son más

susceptibles de desarrollar nuevos déficits después de la cirugía, en comparación con los pacientes con lesiones rotas que ya presentan neurológicos.¹⁹

De las escalas descritas, solo una (Hollerhage et al.) utilizó la presencia de déficit neurológico pretratamiento como criterio para la selección del tipo de tratamiento, aunque fallaron en integrar criterios anatómicos y clínicos.

En nuestro medio, la presentación clínica más común de MAV es la asociada a hemorragia y déficit neurológico.

Es importante determinar el resultado funcional de pacientes tratados quirúrgicamente en nuestro centro, aun cuando la clasificación de la MAV escapa de este límite de operabilidad previamente descrito, con el fin de establecer criterios para definir el manejo más apropiado.

Justificación

Por su variabilidad, el objetivo final de los sistemas de clasificación para el tratamiento quirúrgico de las malformaciones arteriovenosas cerebrales debe verse como un proceso continuo y sujeto a cambios.

En nuestro medio, se ofrecen las diferentes modalidades de tratamiento en pacientes con diagnóstico de malformación arteriovenosa; sin embargo, aún con las clasificaciones actuales, orientar el manejo hacia un tratamiento en específico único o multimodal es complejo.

Existen variables que no son tomadas en cuenta en las clasificaciones para valorar el riesgo quirúrgico más utilizadas y es posible que utilizando como criterio la presentación hemorrágica o algún déficit ya establecido (su estado funcional), sea factible tratar quirúrgicamente determinados pacientes.

Por lo tanto, puede utilizarse una escala de valoración funcional pretratamiento más homogénea y reproducible como la escala modificada de Rankin (mRankin) y comparar los resultados quirúrgicos antes y después de la resección de la MAV.

Capítulo III

HIPÓTESIS

H0

El déficit neurológico preoperatorio y las características de la malformación arteriovenosa no influyen en el estado funcional postquirúrgico de malformaciones arteriovenosas intracraneales con presentación hemorrágica.

H1

El déficit neurológico preoperatorio y las características de la malformación arteriovenosa son factores que influyen en el estado funcional postquirúrgico de malformaciones arteriovenosas intracraneales con presentación hemorrágica.

Capítulo IV

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la relación entre las características de la malformación arteriovenosa y déficit neurológico preoperatorios con el resultado postquirúrgico de malformaciones arteriovenosas cerebrales con presentación hemorrágica.

Objetivos particulares

- Identificar factores pronósticos demográficos para la resección de malformaciones arteriovenosas.
- Determinar las presentaciones clínicas más comunes de las malformaciones arteriovenosas al momento del diagnóstico

Capítulo V

MATERIAL Y MÉTODOS

En un período comprendido entre marzo de 2017 y diciembre de 2023, se realizó un estudio observacional, de cohorte y análisis retrospectivo de pacientes con diagnóstico de malformación arteriovenosa intracraneal sometidos a resección quirúrgica por un solo cirujano (DTM) en el Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” de la Universidad Autónoma de Nuevo León en Monterrey, México.

El estudio fue autorizado por el comité de bioética institucional con número de registro NC23-00005. La información obtenida del expediente clínico y radiológico fue analizada bajo criterios de confidencialidad y adecuado uso de la información obtenida. Los procedimientos quirúrgicos se realizaron con el consentimiento de los familiares de los pacientes al momento de la atención quirúrgica como protocolo estandarizado de tratamiento.

Los criterios de inclusión para el estudio fueron pacientes con diagnóstico de malformación arteriovenosa que se presentaron con algún déficit clínico neurológico (alteración de la conciencia, cefalea súbita, crisis epiléptica focal, hemiparesia, déficit visual, alteración en el lenguaje, déficit de nervios craneales, alteraciones sensitivas), evidencia radiológica de hemorragia intracraneal causada por la MAV y que fueron sometidos a cirugía como tratamiento inicial o posterior a angioembolización fallida.

No se incluyeron en el estudio pacientes sometidos a otra modalidad de tratamiento inicial (angioembolización exitosa o radiocirugía).

Se analizaron del expediente clínico los datos demográficos del paciente como sexo, edad, signos y síntomas de presentación clínica y la angioarquitectura de la MAV como tamaño del nido

vascular, localización y drenaje venoso para su clasificación según la escala de Spetzler-Martin (Tabla 1).

Tabla 1 - Escala de Spetzler-Martin

Variables	Parámetros	Puntaje
Spetzler-Martin /total = 5 pts)		
Tamaño	< 3 cm	1
	3-6 cm	2
	> 6 cm	3
Drenaje venoso	Drenaje superficial en venas corticales y senos de la convexidad	0
	Drenaje profundo en la vena de Galeno	1
Elocuencia	No	0
	Sí (corteza somatosensorial, área del lenguaje, corteza visual, hipotálamo, tallo cerebral, pedúnculos cerebelosos, núcleos cerebelosos profundos)	1

Se categorizaron los pacientes en tres grupos: según su tamaño (T1: < 3 cm; T2: 3–6 cm; y T3: > 6 cm) y la edad al momento de la cirugía (E1: < 20 años; E2 : 20-40 años y E3: > 40 años).

Los grupos se describieron como MAV pequeñas en pacientes jóvenes (T1E1, T1E2, T2E1), MAV grandes en pacientes mayores (T3E3, T3E2, T2E3) y un grupo mixto (T2E2, T1E3, T3E1) (*Tabla 2*).

Tabla 2 - Clasificación por grupos según tamaño de la MAV y edad del paciente

MAV pequeñas/jóvenes	MAV grandes/mayores	MAV mixto
T1E1	T3E3	T2E2
T1E2	T3E2	T1E3
T2E1	T2E3	T3E1

Como resultado primario se determinó el estado funcional pre y postquirúrgico utilizando la escala modificada de Rankin (mRankin) (*Tabla 3*) y se dicotomizó en bueno (sin cambio o mRs igual o menor a 2) y malo (mRs mayor a 2).

Tabla 3 - Escala modificada de Rankin

Nivel	Grado de incapacidad
0	Asintomático.
1	Muy leve.

	Puede realizar actividades habituales sin limitaciones.
2	Leve. Incapacidad para realizar algunas actividades previas, pero pueden valerse por sí mismos sin necesidad de ayuda.
3	Moderada. Requieren algo de ayuda, pero pueden caminar solos.
4	Moderadamente grave. Dependientes para actividades básicas de la vida diaria pero sin necesidad de supervisión continuada (actividades personales sin ayuda).
5	Grave. Totalmente dependientes. Requieren asistencia continua.
6	Muerte.

S clasificó de forma numérica el grado de déficit postquirúrgico en orden ascendente como lo siguiente: cefalea y déficit sensitivo focal en grado 1; epilepsia, déficit de pares craneales, alteraciones en el lenguaje y déficit visual en grado 2; alteración de la conciencia y déficit motor en grado 3 (*Tabla 4*).

Tabla 4. Grado de déficit neurológico.

Grado de déficit neurológico	Déficit neurológica
1	Cefalea Déficit sensitivo focal
2	Epilepsia Déficit de pares craneales Alteración del lenguaje Déficit visual
3	Alteración de la conciencia Déficit motor focal

Capítulo VI

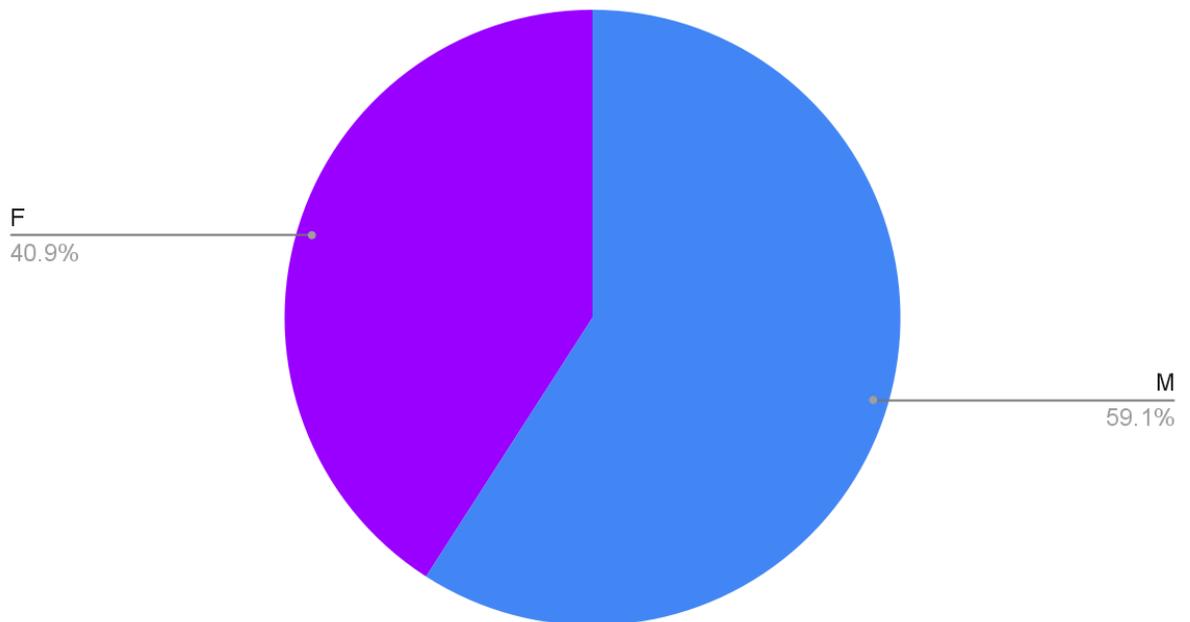
RESULTADOS

En 6.8 años (Marzo 2017-Diciembre 2023) se operaron un total de 26 pacientes con diagnóstico de MAV intracraneales, de los cuales 22 sujetos cumplieron con los criterios de inclusión.

El análisis global de los casos incluidos mostró una media de edad de 31.54 años; 59.1% fueron pacientes del sexo masculino y 40.9% del sexo femenino (*Fig 1*) (Shapiro-Wilk $p = 0.058$).

Fig 1. Porcentaje de pacientes por sexo

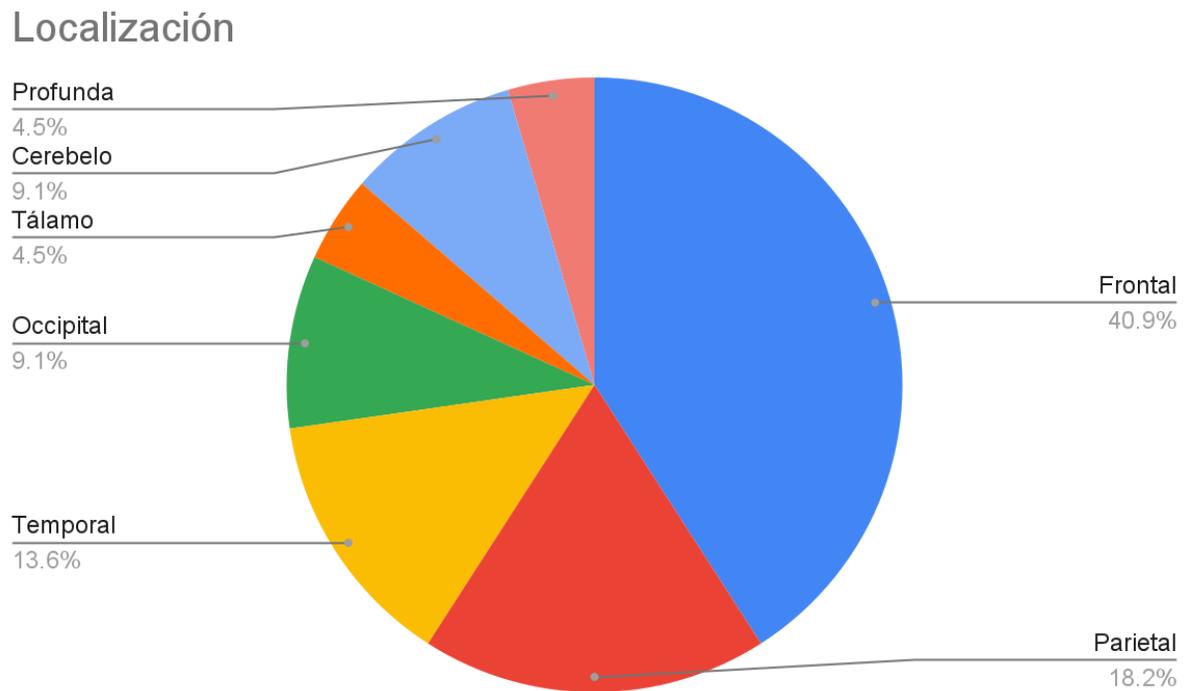
Porcentaje por sexo



Según su clasificación de Spetzler-Martin (SM), el 27.3% fueron SM1 (n=6), 31.8% SM2 (n=7), 31.8% SM3 (n=7), 9.1% SM 4 (n=2) y 0% SM5 (n=0).

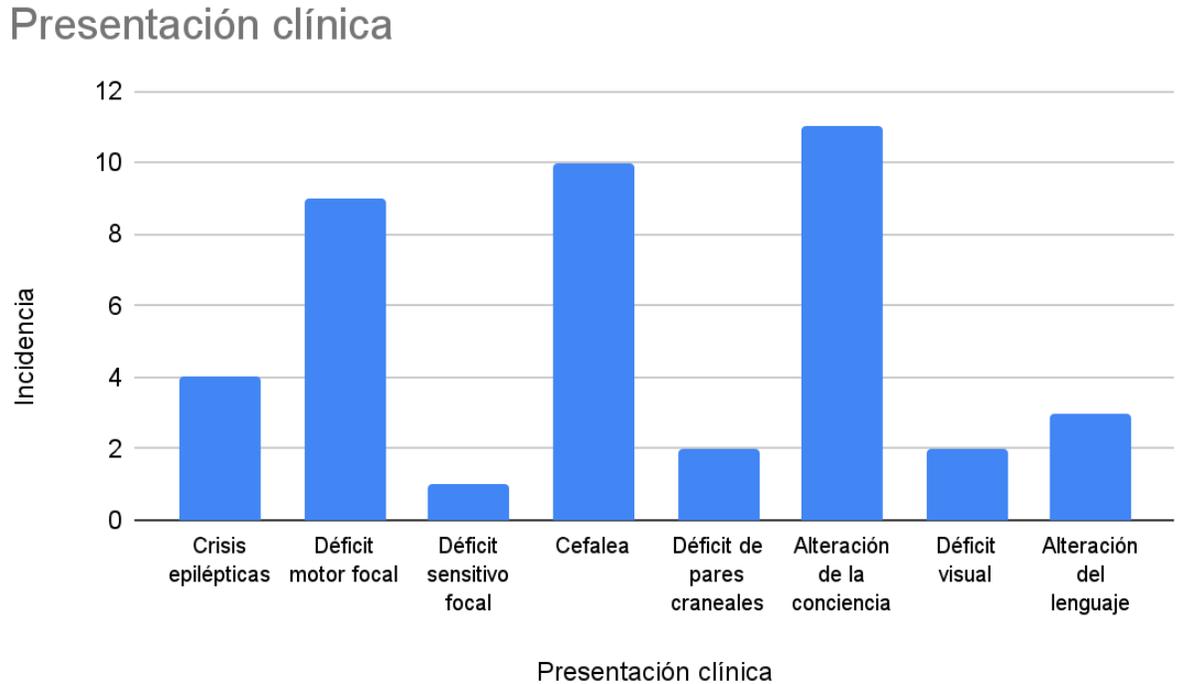
Las localizaciones de las MAV, en orden de frecuencia fueron en un 40.9% en el lóbulo frontal (n=4), 18.2% en el lóbulo parietal (n=4), 13.6% en el lóbulo temporal (n=3), 9.1% en el lóbulo occipital (n=2), 4.5% en el tálamo (n=1), 4.5% de localización profunda (giro del cíngulo) (n=1) y 9.1% en el cerebelo (vermis o hemisferios cerebelosos) (n=2) (Fig 2).

Fig 2. Localización de MAV



Los signos y síntomas de presentación clínica a su ingreso fueron, en orden de frecuencia: alteración de la conciencia o deterioro neurológico, cefalea, déficit motor focal, crisis epilépticas, alteración del lenguaje, déficit visual y alteraciones sensitivas focales; algunos pacientes presentaron más de una de estas presentaciones clínicas (Fig 3).

Fig 3. Presentación clínica de las MAV



Se obtuvieron los datos de demografía (edad y sexo del paciente), las características de la MAV según su angioarquitectura (tamaño cerebral, localización en área elocuente o no y tipo de drenaje venoso en superficial o profundo), la clasificación de Spetzler-Martin, la clasificación funcional según la escala modificada de Rankin al ingreso, la clasificación funcional según la escala modificada de Rankin al egreso como resultado postquirúrgico y su clasificación en grupos según tamaño de la MAV y edad del paciente (Tabla 4).

Tabla 5 - Datos demográficos y características de la MAV

Paciente	Sexo	Edad	Tamaño del vaso vascular (cm)	Localización (elocuyente o no elocuyente)	Drenaje venoso (superficial o profundo)	Spetzler-Martin	mRan kin al ingreso	mRan kin al egreso	Grupo	Grado déficit
P 1	M	31	Mediana	Elocuyente	Superficial	3	mRan kin 2	mRan kin 2	T2E2	2
P 2	M	43	Pequeña	Elocuyente	Superficial	2	mRan kin 2	mRan kin 2	T1E3	2
P 3	M	33	Mediana	Elocuyente	Profundo	4	mRan kin 2	mRan kin 2	T2E2	1
P 4	M	21	Pequeña	Elocuyente	Superficial	2	mRan kin 4	mRan kin 4	T1E2	3
P 5	M	27	Pequeña	No elocuyente	Superficial	1	mRan kin 2	mRan kin 1	T1E2	2
P 6	F	17	Pequeña	No elocuyente	Superficial	1	mRan kin 4	mRan kin 2	T1E1	3
P 7	F	18	Pequeña	No elocuyente	Superficial	2	mRan kin 5	mRan kin 4	T1E1	3

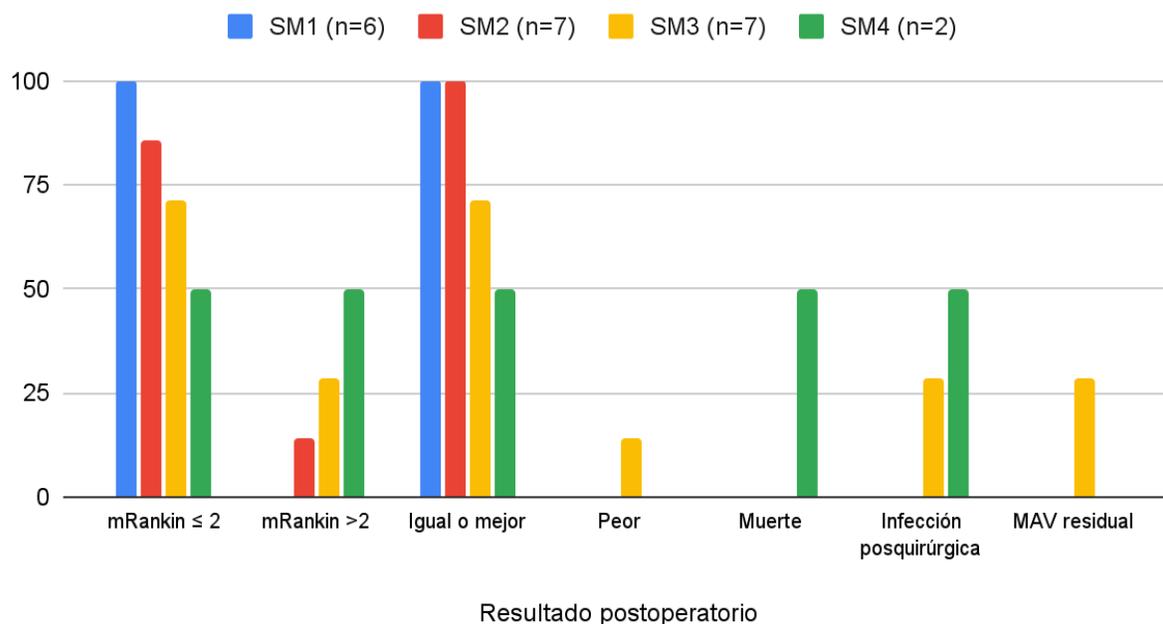
				nte						
P 8	M	21	Pequeña	No elocuente	Superficial	1	mRankin 2	mRankin 1	T1E2	3
P 9	M	59	Pequeña	No elocuente	Superficial	1	mRankin 1	mRankin 1	T1E3	2
P 10	F	55	Mediana	Elocuente	Superficial	3	mRankin 3	mRankin 1	T2E3	3
P 11	M	47	Pequeña	Elocuente	Superficial	2	mRankin 3	mRankin 2	T1E3	3
P 12	F	10	Pequeña	Elocuente	Profundo	3	mRankin 5	mRankin 3	T1E1	3
P 13	F	21	Pequeña	Elocuente	Profundo	3	mRankin 2	mRankin 1	T1E2	1
P 14	M	51	Pequeña	No elocuente	Superficial	1	mRankin 2	mRankin 1	T1E3	1
P 15	F	24	Mediana	No elocuente	Profundo	3	mRankin 2	mRankin 5	T2E2	3

P 16	F	25	Pequeña	Elocuente	Profundo	3	mRankin 4	mRankin 2	T1E2	3
P 17	M	8	Pequeña	Elocuente	Superficial	2	mRankin 2	mRankin 1	T1E1	1
P 18	M	8	Pequeña	No elocuente	Superficial	1	mRankin 2	mRankin 1	T1E1	1
P 19	M	57	Mediana	Elocuente	Profundo	4	mRankin 3	mRankin 5	T2E3	3
P 20	M	21	Pequeña	Elocuente	Superficial	2	mRankin 2	mRankin 1	T1E2	1
P 21	F	25	Pequeña	Elocuente	Profundo	3	mRankin 1	mRankin 1	T1E2	2
P 22	F	72	Pequeña	Elocuente	Superficial	2	mRankin 1	mRankin 1	T1E3	3

Del total de pacientes, 2 pacientes se complicaron con infección postquirúrgica, de los cuales en 1 paciente tuvo que retirarse el colgajo óseo por osteomielitis y 2 pacientes se re-operaron por MAV residual en la primera intervención quirúrgica (*Fig 4*).

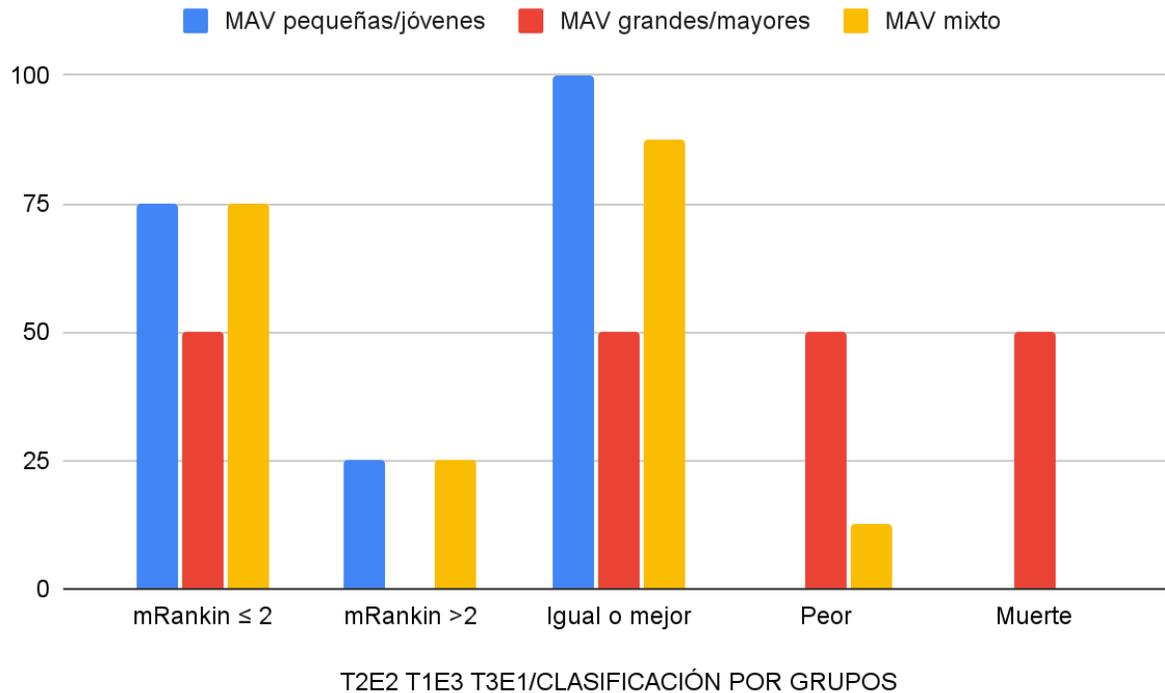
Fig 4. Resultado postquirúrgico por clasificación de Spetzler-Martin (expresado en porcentaje %)

Resultado PO por clasificación SM



En el análisis por grupos según el tamaño de la MAV y la edad del paciente, el 100% de las MAV pequeñas en pacientes jóvenes resultaron en un estado funcional postquirúrgico igual o mejor al preoperatorio (n=12); de las MAV grandes en pacientes mayores (n=3), 1 paciente permaneció en el mismo estado funcional (33%), y un paciente falleció (33%). En el grupo de MAV mixto (n=8), 6 pacientes permanecieron en el mismo estado funcional o mejoraron (75%) y 1 paciente empeoró su estado funcional (12.5%) (Fig 5).

Fig 5. Resultado posoperatorio por grupos de MAV



Se realizó una prueba T de Wilcoxon entre el mRankin del ingreso con el mRankin al egreso. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ($p = 0.057$) (Fig 6).

Fig 6. Prueba T de Wilcoxon mRankin al ingreso vs mRankin al egreso.

Paired Samples T-Test											
Measure 1		Measure 2		W	z	df	p	Hodges-Lehmann Estimate	Rank-Biserial Correlation	SE Rank-Biserial Correlation	
mRankin al ingreso	-	mRankin al egreso		93	1.874		0.057	1	0.55	0.285	

Note. Wilcoxon signed-rank test.

También se analizaron las variables determinadas en la clasificación de Spetzler-Martin por separado (Fig 7-9).

Fig 7. Comparación del resultado postquirúrgico según el tamaño de la MAV.

Contingency Tables				Tamaño del nido vascular (cm)		Total
Desenlace			Pequeña	Mediana		
Malo	Count		3	2		5
	Expected count		3.864	1.136		5
Bueno	Count		14	3		17
	Expected count		13.136	3.864		17
Total	Count		17	5		22
	Expected count		17	5		22

Chi-Squared Tests			
	Value	df	p
X ²	1.099	1	0.294
X ² continuity correction	0.195	1	0.659
Likelihood ratio	1.008	1	0.315
N	22		

Fig 8. Comparación del resultado postquirúrgico según la localización elocuente vs no elocuente.

Contingency Tables						
Desenlace			Localización (elocuente o no elocuente)			Total
			No elocuente	Elocuente		
Malo	Count		2	3		5
	Expected count		1.818	3.182		5
Bueno	Count		6	11		17
	Expected count		6.182	10.818		17
Total	Count		8	14		22
	Expected count		8	14		22
Chi-Squared Tests						
		Value	df	p		
X ²		0.037	1	0.848		
X ² continuity correction		2.712×10 ⁻³	1	1		
Likelihood ratio		0.037	1	0.848		
N		22				

Fig 9. Comparación del resultado postquirúrgico según el drenaje superficial vs drenaje profundo.

Contingency Tables						
Desenlace			Drenaje venoso (superficial o profundo)			Total
			Superficial	Profundo		
Malo	Count		2	3		5
	Expected count		3.409	1.591		5
Bueno	Count		13	4		17
	Expected count		11.591	5.409		17
Total	Count		15	7		22
	Expected count		15	7		22
Chi-Squared Tests						
		Value	df	p		
X ²		2.369	1	0.124		
X ² continuity correction		0.986	1	0.321		
Likelihood ratio		2.241	1	0.134		
N		22				

Se analizó también el resultado postquirúrgico según el sexo del paciente (*Fig 10*).

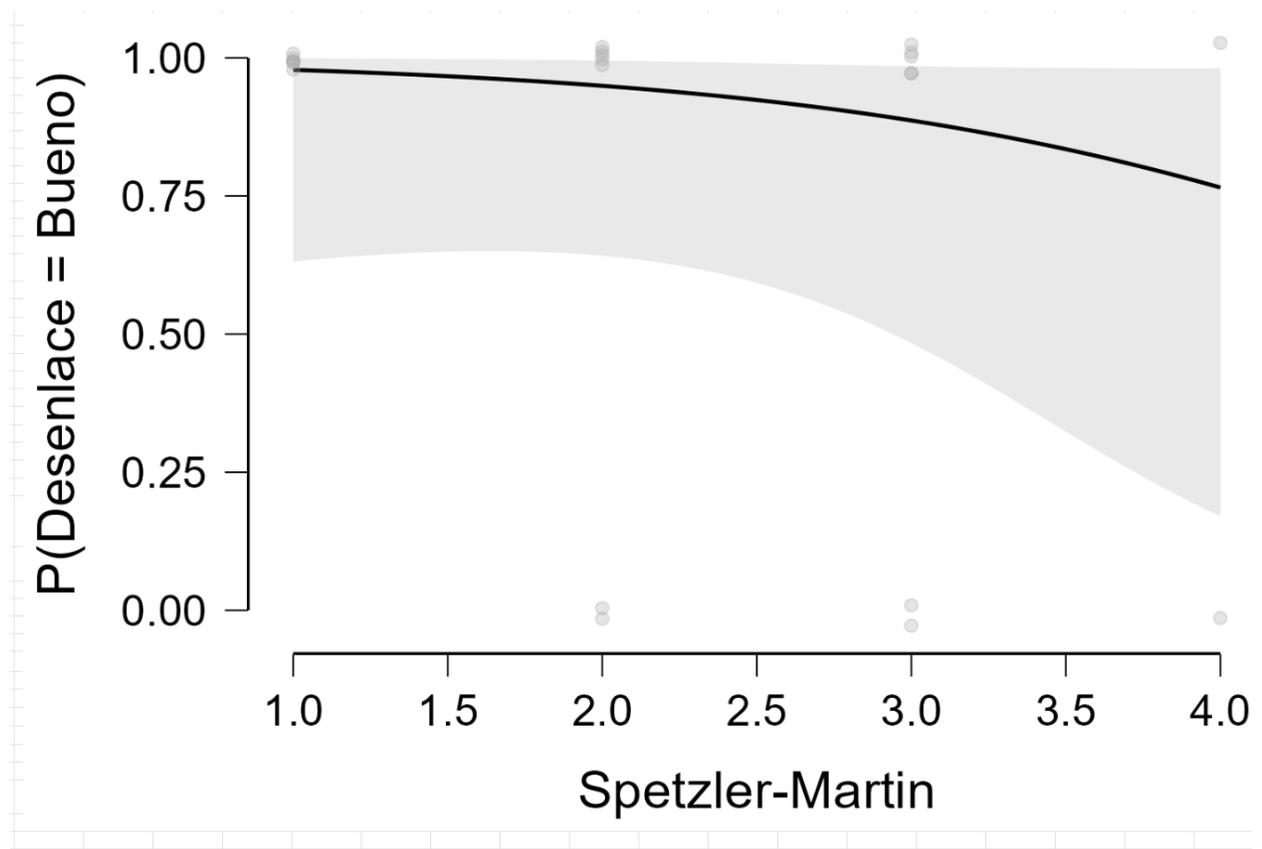
Fig 10. Comparación del resultado postquirúrgico según el sexo (masculino vs femenino).

Contingency Tables				
Desenlace		Sexo		Total
		Femenino	Masculino	
Malo	Count	3	2	5
	Expected count	2.045	2.955	5
Bueno	Count	6	11	17
	Expected count	6.955	10.045	17
Total	Count	9	13	22
	Expected count	9	13	22

Chi-Squared Tests			
	Value	df	p
X ²	0.976	1	0.323
X ² continuity correction	0.221	1	0.638
Likelihood ratio	0.963	1	0.327
N	22		

En nuestra serie de pacientes posoperados de resección de MAV, se realizó un análisis de regresión logística según la clasificación de Spetzler-Martin y su estado funcional postquirúrgico utilizando la escala modificada de Rankin (*Fig 11*).

Fig 11. Análisis del resultado postquirúrgico según el mRankin clasificado como bueno según la clasificación de SM.



De los pacientes en los que se reportó un resultado bueno ($mRankin < 2$) o malo ($mRankin > 2$), se realizó un análisis de los pacientes que realmente tuvieron un cambio positivo o negativo (Fig 12).

Fig 12. Análisis de cambio vs no cambio ya sea negativo o positivo según mRankin postoperatorio.

Contingency Tables				
Desenlace		Cambios		Total
		No	Sí	
Malo	Count	1	4	5
	Expected count	1.591	3.409	5
Bueno	Count	6	11	17
	Expected count	5.409	11.591	17
Total	Count	7	15	22
	Expected count	7	15	22

Chi-Squared Tests			
	Value	df	p
X ²	0.417	1	0.519
X ² continuity correction	0.01	1	0.921
Likelihood ratio	0.443	1	0.506
N	22		

Se realizó una prueba de chi cuadrada (χ^2) para el análisis de grupos según el grado de déficit neurológico de forma independiente con el estado funcional postquirúrgico (mRankin) (Fig 13), en el que se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($p=0.039$).

Fig 13. Tabla de contingencia de grupos por grado de déficit y desenlace postquirúrgico.

Contingency Tables				
Contingency Tables				
Desenlace	Grado de déficit			Total
	1	2	3	
Bueno	6	5	6	17
Malo	0	0	5	5
Total	6	5	11	22

Chi-Squared Tests			
	Value	df	p
X ²	6.471	2	0.039
N	22		

Capítulo VII

DISCUSIÓN

Modalidades de tratamiento disponibles

En el Servicio de Neurocirugía y Terapia Endovascular Neurológica del Hospital Universitario de Monterrey, Nuevo León se cuenta tanto con el tratamiento endovascular como con el tratamiento microvascular de las malformaciones arteriovenosas; en nuestro centro de entrenamiento este último es realizado por un solo neurocirujano (DTM).

Factores complementarios de la escala de Spetzler-Martin

En el análisis de la muestra, se obtuvieron resultados similares a los que se encuentran reportados en la literatura utilizando solo la escala de Spetzler-Martin.

La complejidad de la decisión terapéutica entre si operar o no a un paciente beneficiará en la historia natural de las malformaciones arteriovenosas es, como se ha mencionado, debido a su gran variabilidad anatómica y formas de presentación clínica. Además de las características de la malformación arteriovenosa a tratar, se han tomado en cuenta otros factores como la edad del paciente y su estado funcional previo a la cirugía, utilizando un parámetro objetivo como la escala modificada de Rankin, ya que en ocasiones la valoración funcional postquirúrgica del paciente dependerá de las actividades previas que este realizaba; es decir, no podemos considerar de una forma objetiva que un déficit determinado se percibirá de la misma magnitud en todos los pacientes.

Presentación hemorrágica de las malformaciones arteriovenosas intracraneales

En este estudio se consideró otro factor importante para el tratamiento de malformaciones arteriovenosas: la presentación hemorrágica. Se ha descrito en la literatura que un hematoma puede ampliar el espacio muerto alrededor de la malformación arteriovenosa facilitando su disección quirúrgica; en esta serie de casos solo se incluyeron pacientes que se presentaron con hemorragia por ruptura de la malformación arteriovenosa.

No encontramos diferencia estadísticamente significativa entre el sexo masculino y femenino ni entre cada variable de la clasificación de Spetzler-Martin por separado.

De igual forma consideramos en conjunto el tamaño de la malformación arteriovenosa y la edad del paciente como factores independientes para la valoración del riesgo postquirúrgico y encontramos un mejor pronóstico mientras más joven sea el paciente, independientemente de la malformación arteriovenosa a tratar.

Es de notar que en algunas malformaciones arteriovenosas consideradas de alta dificultad de resección quirúrgica, el resultado postoperatorio no cambió; es decir, el estado funcional previo al procedimiento quirúrgico resultó en un estado funcional postquirúrgico similar, lo cual podría considerarse bueno siempre y cuando se haya resecado la MAV en su totalidad.

Por último, en nuestra serie evaluamos complicaciones postquirúrgicas independientes del estado funcional del paciente como la infección postquirúrgica y la necesidad de reintervención por malformación arteriovenosa residual en la primera cirugía. Consideramos que estos desenlaces, que aunque deben tomarse en cuenta, no son específicos de la patología a tratar, siendo complicaciones potenciales en cualquier tipo de procedimiento intracraneal.

Sesgos y limitaciones del estudio

Una limitación de este estudio fue la cantidad de pacientes que se incluyeron en la muestra; no fueron considerados en el análisis los pacientes con diagnóstico de malformaciones arteriovenosas previamente embolizadas. Esto último puede ser un sesgo porque la angiembolización exitosa ha demostrado ser de utilidad en la oclusión del nido vascular e incluso facilita la resección quirúrgica.

Se ha descrito que existe aneurisma intranidal asociado a la malformación arteriovenosa en un 15%. Los aneurismas intranidales representan un mayor riesgo de hemorragia en el momento de la presentación y de re-hemorragia en pacientes con MAV y, por lo tanto, pueden asociarse con una historia natural más desfavorable. La presencia o no de aneurismas intranidales no fue considerado en el análisis como parte de las características de la malformación arteriovenosa.

Otros factores a considerar son las comorbilidades asociadas como hidrocefalia y edema cerebral; la hidrocefalia fue la causa de alteración de la conciencia en algunos pacientes y esto se resolvió en la mayoría con válvula de derivación ventriculoperitoneal.

El tiempo quirúrgico desde el diagnóstico de la malformación arteriovenosa al momento de su cirugía no fue parte del análisis estadístico y es claro que puede influir considerablemente en el pronóstico postquirúrgico de los pacientes con malformaciones arteriovenosas.

Capítulo VIII

CONCLUSIÓN

Sin duda, la clasificación descrita por Spetzler-Martin continúa siendo una escala sencilla de aplicar a la cama del paciente y con una buena correlación pre y postquirúrgica, sin embargo existen otros factores que deben considerarse al momento de tomar una decisión terapéutica, ya sea de forma independiente o como un binomio entre las características de la MAV y el tipo de paciente.

Consideramos que en nuestro medio, un resultado postquirúrgico calificado como “malo” (mRankin >2) que no cambió respecto al estado funcional previo del paciente en el caso de malformaciones arteriovenosas consideradas de alto grado, puede ser aceptable siempre y cuando se haya cumplido el objetivo de la cirugía, que es el cierre endoluminal y obliteración del nido vascular.

Esto último puede considerarse en la selección de pacientes candidatos a cirugía en los que resulte controversial por las características de la malformación arteriovenosa.

Por último, podemos concluir que es un área de oportunidad para el estudio de seguimiento a mediano y largo plazo de pacientes jóvenes posoperados de malformaciones de alto grado de dificultad quirúrgica con un resultado postoperatorio “malo”, en los que puede existir mejoría en su estado funcional o que en ciertos casos el propio paciente considere aceptable al detener la historia natural de la enfermedad.

Capítulo IX

BIBLIOGRAFÍA

1. Lawton MT, Rutledge WC, Kim H, et al. Brain arteriovenous malformations. *Nat Rev Dis Prim.* 2015;1(Table 1). doi:10.1038/nrdp.2015.8
2. Mohr JP, Parides MK, Stapf C, et al. Medical management with or without interventional therapy for unruptured brain arteriovenous malformations (ARUBA): A multicentre, non-blinded, randomised trial. *Lancet.* 2014;383(9917):614-621. doi:10.1016/S0140-6736(13)62302-8
3. Karlsson B, Jokura H, Yang HC, et al. Clinical outcome following cerebral AVM hemorrhage. *Acta Neurochir (Wien).* 2020;162(7):1759-1766. doi:10.1007/s00701-020-04380-z
4. Chen CJ, Ding D, Derdeyn CP, et al. *Brain Arteriovenous Malformations: A Review of Natural History, Pathobiology, and Interventions.* Vol 95.; 2020. doi:10.1212/WNL.0000000000010968
5. Stefani MA, Sgarabotto Ribeiro D, Mohr JP. Grades of brain arteriovenous malformations and risk of hemorrhage and death. *Ann Clin Transl Neurol.* 2019;6(3):508-514. doi:10.1002/acn3.723
6. Morgan M, Sekhon L, Rahman Z, Dandie G. Morbidity of Intracranial Hemorrhage in Patients With Cerebral Arteriovenous Malformation. *Stroke.* 1998;29(9):2001-2003. doi:10.1161/01.STR.29.9.2001
7. Derdeyn CP, Zipfel GJ, Albuquerque FC, et al. Management of Brain Arteriovenous Malformations: A Scientific Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke.* 2017;48(8). doi:10.1161/STR.0000000000000134
8. Garcin B, Houdart E, Porcher R, et al. Epileptic seizures at initial presentation in patients

- with brain arteriovenous malformation. *Neurology*. 2012;78(9):626-631.
doi:10.1212/WNL.0b013e3182494d40
9. Cenzato M, Boccardi E, Beghi E, et al. European consensus conference on unruptured brain AVMs treatment (Supported by EANS, ESMINT, EGKS, and SINCH). *Acta Neurochir (Wien)*. 2017;159(6):1059-1064. doi:10.1007/s00701-017-3154-8
 10. Pekmezci M, Nelson J, Su H, et al. Morphometric characterization of brain arteriovenous malformations for clinical and radiological studies to identify silent intralesional microhemorrhages. *Clin Neuropathol*. 2016;35(05):114-121. doi:10.5414/NP300937
 11. Alexander MD, Cooke DL, Nelson J, et al. Association between Venous Angioarchitectural Features of Sporadic Brain Arteriovenous Malformations and Intracranial Hemorrhage. *Am J Neuroradiol*. 2015;36(5):949-952. doi:10.3174/ajnr.A4224
 12. Davies JM, Kim H, Young WL, Lawton MT. Classification Schemes for Arteriovenous Malformations. *Neurosurg Clin N Am*. 2012;23(1):43-53. doi:10.1016/j.nec.2011.09.002
 13. Davies JM, Kim H, Young WL, Lawton MT. Classification Schemes for Arteriovenous Malformations. *Neurosurg Clin N Am*. 2012;23(1):43-53. doi:10.1016/j.nec.2011.09.002
 14. Spetzler RF, Martin NA. A proposed grading system for arteriovenous malformations. *J Neurosurg*. 1986;65(4):476-483. doi:10.3171/jns.1986.65.4.0476
 15. Hafez A, Koroknay-Pál P, Oulasvirta E, et al. The Application of the Novel Grading Scale (Lawton-Young Grading System) to Predict the Outcome of Brain Arteriovenous Malformation. *Clin Neurosurg*. 2019;84(2):529-536. doi:10.1093/neuros/nyy153
 16. Lawton MT, Kim H, McCulloch CE, Mikhak B, Young WL. A supplementary grading scale for selecting patients with brain arteriovenous malformations for surgery. *Neurosurgery*. 2010;66(4):702-713. doi:10.1227/01.NEU.0000367555.16733.E1

17. Kim H, Abia AA, Nelson J, et al. Validation of the Supplemented Spetzler-Martin Grading System for Brain Arteriovenous Malformations in a Multicenter Cohort of 1009 Surgical Patients. *Neurosurgery*. 2015;76(1):25-33. doi:10.1227/NEU.0000000000000556
18. Abia AA, Rutledge WC, Seymour ZA, et al. A treatment paradigm for high-grade brain arteriovenous malformations: volume-staged radiosurgical downgrading followed by microsurgical resection. *J Neurosurg*. 2015;122(2):419-432. doi:10.3171/2014.10.JNS1424
19. Pavesi G, Rustemi O, Berlucchi S, Frigo AC, Gerunda V, Scienza R. Acute surgical removal of low-grade (Spetzler-Martin I-II) bleeding arteriovenous malformations. *Surg Neurol*. 2009;72(6):662-667. doi:10.1016/j.surneu.2009.03.035

Capítulo X

RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

El Dr. Luis Enrique Flores Huerta nació en la ciudad de Tehuacán, Puebla un 12 de abril de 1993. Se graduó de Médico Cirujano y Partero por la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Nuevo León en el 2016.

Desde temprano tuvo un gran interés por las neurociencias, por lo que realizó una rotación extranjera en el Departamento de Neurorradiología en el Hospital de la Universidad de Pamukkale en Denizli, Turquía.

Realizó su Servicio Social en medicina en el área de investigación del Servicio de Neurocirugía y Terapia Endovascular Neurológica.

Posteriormente inició su residencia en Neurocirugía en el 2018, en su Alma Mater, el Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Ha presentado trabajos de investigación y carteles en congresos nacionales y uno internacional. Durante su residencia, desarrolló un interés particular para la neurocirugía pediátrica, por lo que tuvo la oportunidad de realizar una rotación clínica-quirúrgica en el Hospital Infantil de México “Federico Gómez”. Así, el Dr. Luis Enrique concluiría su entrenamiento en Neurocirugía en el año 2024.