



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
CARRERA DE MEDICINA**

TEMA:

EVOLUCIÓN CLÍNICA A CORTO PLAZO DE PACIENTES CON
MALFORMACIONES ARTERIOVENOSAS CEREBRALES (MAVS)
POSTERIOR AL TRATAMIENTO CON GAMMA KNIFE EN HOSPITAL
TEODORO MALDONADO CARBO DE GUAYAQUIL 2012 - 2014

AUTORES:

**JIMENEZ CABRERA CARLA ALEXANDRA
ORTIZ BURGASI ROMAN ANDRES**

**Trabajo de Titulación previo a la Obtención del Título de:
MEDICO**

TUTOR:

DR. DIEGO VASQUEZ

**Guayaquil, Ecuador
2015**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
CARRERA DE MEDICINA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **CARLA ALEXANDRA JIMENEZ CABRERA Y ROMAN ANDRES ORTIZ BURGASI**, como requerimiento parcial para la obtención del Título de **MEDICO**

TUTOR

OPONENTE

DR. DIEGO VASQUEZ

DR. ROBERTO BRIONES

**DECANO/
DIRECTOR DE CARRERA**

**COORDINADOR DE ÁREA
/DOCENTE DE LA CARRERA**

DR. RAMIREZ

DR. AGUIRRE

Guayaquil, a los 15 del mes de Octubre del año 2015



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
CARRERA DE MEDICINA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **CARLA ALEXANDRA JIMENEZ CABRERA**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación “*Evolución clínica a corto plazo de pacientes con malformaciones arteriovenosas cerebrales (MAVS) posterior a tratamiento con Gamma Knife en Hospital Teodoro Maldonado Carbo de Guayaquil 2012 – 2014*” previo a la obtención del Título de **MEDICO**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 15 del mes de Octubre del año 2015

AUTOR

CARLA ALEXANDRA JIMENEZ CABRERA



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
CARRERA DE MEDICINA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **ROMAN ANDRES ORTIZ BURGASI**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación “*Evolución clínica a corto plazo de pacientes con malformaciones arteriovenosas cerebrales (MAVS) posterior a tratamiento con Gamma Knife en Hospital Teodoro Maldonado Carbo de Guayaquil 2012 – 2014*” previo a la obtención del Título **de MEDICO**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 15 del mes de Octubre del año 2015

AUTOR

ROMAN ANDRES ORTIZ BURGASI



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
CARRERA DE MEDICINA

AUTORIZACIÓN

Yo, **CARLA ALEXANDRA JIMENEZ CABRERA**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: “***Evolución clínica a corto plazo de pacientes con malformaciones arteriovenosas cerebrales (MAVS) posterior a tratamiento con Gamma Knife en Hospital Teodoro Maldonado Carbo de Guayaquil 2012 – 2014***”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 15 del mes de Octubre del año 2015

AUTOR

CARLA ALEXANDRA JIMENEZ CABRERA



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
CARRERA DE MEDICINA

AUTORIZACIÓN

Yo, **ROMAN ANDRES ORTIZ BURGASI**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: “***Evolución clínica a corto plazo de pacientes con malformaciones arteriovenosas cerebrales (MAVS) posterior a tratamiento con Gamma Knife en Hospital Teodoro Maldonado Carbo de Guayaquil 2012 – 2014***”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 15 del mes de Octubre del año 2015

AUTOR

ROMAN ANDRES ORTIZ BURGASI

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios, a nuestros padres y hermanos quienes nos han brindado de manera incondicional su apoyo durante todo este trayecto.

Agradecemos de igual manera al Hospital Teodoro Maldonado Carbo y al equipo de Gamma Knife Center por hacer posible la realización de esta tesis.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre, quien ha sido la persona quien ha estado a mi lado incondicionalmente y me ha brindado su amor y su apoyo en cada paso de mi carrera.

Para mi padre quien me ha enseñado durante todo este trayecto que la vida es un largo camino de aprendizaje en el que la fortaleza y la constancia son la llave para el éxito.

Para mi hermana quien ha sido mi apoyo, mi consejera y mi compañía durante todos estos años

Para mis hijas Chelsea, Tila y Bebe que han sido mi compañía durante toda mi carrera universitaria.

Sin ustedes esto no hubiera sido posible.

Carla Jiménez Cabrera

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de manera especial a mi madre Leyla y a mi hermana Mari porque gracias a su apoyo infinito durante toda mi carrera han hecho esto posible, ellas son la base principal de mi formación personal y profesional. En ellas tengo el espejo en el cual me quiero reflejar siempre pues sus virtudes y gran corazón me hacen admirarlas cada día más.

A mi mami Laura que me enseñó la humildad y la paciencia que se necesita para esta profesión, sé que me mira orgullosa desde el cielo.

A Nicole por su amor y apoyo incondicional durante todos estos años.

A mi padre Ángel por sus consejos que me ayudaron a seguir adelante.

A mis amigos, compañeros y futuros colegas porque sin ellos esta carrera hubiera sido más difícil.

Román Ortiz Burgasi

**“Vive como si fueras a morir mañana. Aprende como si fueras a vivir siempre” – Mahadma
Ghandi**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

DR. DIEGO VASQUEZ
TUTOR

DR. GUSTAVO RAMIREZ
DECANO

DR. DIEGO VASQUEZ
DOCENTE DE LA CARRERA

DR. ROBERTO BRIONES
OPONENTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
CARRERA DE MEDICINA**

CALIFICACIÓN

DR. DIEGO VASQUEZ
TUTOR

DR. GUSTAVO RAMIREZ
DECANO

DR. DIEGO VASQUEZ
DOCENTE DE LA CARRERA

DR. ROBERTO BRIONES
OPONENTE

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
1. CAPITULO I: MALFORMACIONES ARTERIOVENOSAS.....	3
1.1. EPIDEMIOLOGÍA	3
1.2. PATOGÉNESIS Y PATOLOGÍA.....	4
1.3. CLASIFICACIÓN	5
1.4. CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS	6
1.4.1. HEMORRAGIA INTRACRANEAL	6
1.4.2. CONVULSIONES	6
1.4.3. CEFALEA.....	7
1.4.4. DÉFICIT NEUROLÓGICO FOCAL	7
1.5. DIAGNÓSTICO.....	7
1.5.1. TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA	8
1.5.2. RESONANCIA MAGNÉTICA.....	8
1.5.3. ANGIOGRAFÍA.....	8
1.6. TRATAMIENTO	9
1.6.1. TIPOS DE TRATAMIENTO	9
1.6.2. TRATAMIENTO QUIRÚRGICO.....	9
2. CAPITULO II: RADIOCIRUGÍA ESTEREOTÁXICA.....	13
2.1. DEFINICIONES.....	14
2.1.1. RADIOTERAPIA (RT)	14
2.1.2. RADIOCIRUGÍA ESTEREOTÁXICA (RCE)	14
2.1.3. RADIOBIOLOGÍA	15

3	CAPITULO III: GAMMA KNIFE Y EL HOSPITAL TEODORO MALDONADO CARBO	18
4	METODOLOGIA	19
4.1	SEXO	19
4.2	EDAD	19
4.3	PACIENTES.....	19
4.4	CLÍNICA DE LOS PACIENTES	20
4.5	IMAGENOLOGIA	20
5	RESULTADOS	22
5.1	CARACTERIZACION DE PACIENTES Y CLINICA DE DEBUT PREVIO A LA RADIOCIRUGIA	22
5.1.1	SEXO	22
5.1.2	EDAD	22
5.1.3	CLINICA DE PRESENTACION	22
5.2	LOCALIZACION DE LA MAV	23
5.3	DIMENSIONES DE LA MAV.....	23
5.4	DRENAJE VENOSO DE LA MAV.....	24
5.5	ELOCUENCIA.....	24
5.6	ESCALA DE SPETZLER - MARTIN	24
5.7	CLINICA POSTERIOR A LA RADIOCIRUGIA	25
6	DISCUSION	26
6.1	CARACTERIZACIÓN DE LOS PACIENTES Y EVOLUCION CLINICA	26
7	CONCLUSIONES	28
8	BIBLIOGRAFÍA.....	29
9	ANEXOS.....	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Edad de presentación clínica según el sexo.....	44
Tabla 2. Distribución de MAVs por grupo etario.....	44
Tabla 3. Presentación clínica.....	44
Tabla 4. Sintomatología de clínica hemorrágica y no hemorrágica.....	45
Tabla 5. Otra sintomatología referida.....	45
Tabla 6. Localización supratentorial e infratentorial de las MAVs.....	46
Tabla 7. Volumen de MAVs en pacientes previamente embolizados.....	46
Tabla 8. Tamaño de MAVs según diámetro.....	47.
Tabla 9. Drenaje venoso de la MAV.....	47
Tabla 10. Áreas de elocuencia en pacientes con MAVs cerebrales.....	47
Tabla 11. Escala de Spetzler – Martin.....	48
Tabla 12. Cuadro clínico posterior a la radiocirugía.....	48

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1. Edad media promedio según el sexo con MAVs.....	49
Grafico 2. Prevalencia de pacientes según grupos etarios.....	49
Gráfico 3. Prevalencia de presentación clínica en pacientes con MAVs embolizadas.....	50
Grafico 4. Recuento de pacientes según volumen de MAVs cerebrales.....	50
Grafico 5. Recuento de pacientes según diámetro de la MAV.....	51
Grafico 6. Seguimiento de los pacientes entre 3 a 6 meses luego de la intervención.....	52

RESUMEN

Las malformaciones arteriovenosas (MAVs) son anomalías congénitas que comprometen a los vasos sanguíneos cerebrales llevando a cada paciente presentar sintomatología diversa que puede poner en riesgo incluso la vida del paciente.

Las MAVs ocurren en menos del uno por ciento de la población general, por lo que es poco común esta patología pero debe siempre estar presente como alternativa diagnóstica.

No existe una causa aparente atribuible a esta patología, pero si se conoce que son anomalías congénitas pero no resultan ser hereditarias, pueden estar localizados en cualquier área de la masa encefálica, cerebelo, tronco cerebral, e incluso en el área ventricular, y depende de esta y el tamaño o volumen de la MAV la sintomatología que se presenta., que por lo general se caracteriza por cefaleas esporádicas, crisis convulsivas, déficit focal e incluso hemorragias intracerebrales producto de la ruptura de la misma causando manifestaciones secuelas.

La mayoría de las malformaciones arteriovenosas son detectadas por estudios de imagen como angiografía, TC o RM.

Una vez detectada la malformación, el neurocirujano es quien decide cual es el tratamiento más apropiado disponible para cada caso entre los cuales se encuentra el tratamiento médico sintomático, embolizaciones de los vasos sanguíneos, radiocirugía o cirugía per se.

El objetivo principal de nuestro estudio fue estimar la probabilidad de éxito y mejoría de la evolución clínica que estos pacientes presentan con la obliteración total de la malformación posterior a la radiocirugía, para ello se realizó este estudio retrospectivo entre 88 pacientes desde el año 2012 hasta el 2014 del

Hospital Teodoro Maldonado Carbo con el seguimiento de los mismos hasta después de 3 a 6 meses de la intervención con radiocirugía.

La embolización combinada junto a la radiocirugía resulto lograr una evolución favorable en cuanto a la sintomatología de los pacientes, alcanzando un 70,45% de pacientes asintomáticos en el seguimiento hasta los 6 meses.

Los resultados obtenidos apoyarían a aplicar radiocirugía en pacientes cuyas obliteraciones no fueron completas luego de las embolizaciones, logrando un cierre completo y una notable mejoría en la calidad de vida de cada paciente.

ABSTRACT

Cerebral arteriovenous malformations (cAVM) are congenital anomalies that compromise the blood vessels of the brain making every patient present diverse symptomatology that could put the patient`s life at risk.

The cAVM occur at least to one percent to the people in general, which makes this pathology rare and uncommon but still must be considered as an alternative diagnostic.

There is no cause that can be attributed to this pathology, but is known to be a congenital abnormality that is not hereditary, that can be located anywhere in between the area in the encephalic mass, cerebellum, brain stem or even ventricular area; and depending on the location, size or volume of the malformation the symptoms may be presented, mostly characterized by sporadic headaches, convulsive crisis, focal deficit or even intercerebral bleedings, which are produced by the cAVM `s rupture causing residual symptoms.

The majority of the arteriovenous malformations are detected by image studies as: angiography, TC or MR.

Once detected, the neurosurgeon is the one who decides which is the most suitable treatment available for each case, in which includes the ones with: embolizations of the blood vessels, radiosurgery or surgery per se.

The principal objective of this study was to estimate the probability of success and clinical improvement in which this patients present with the total obliteration of the malformation posterior to the radio surgery, for this, the study was made with 88 of the Teodoro Maldonado Hospital patients since the year 2012 until 2014, with a follow up 3 to 6 months after the intervention.

The embolization combined with the radiosurgery resulted in a successful evolution in the symptomatology of the patients, reaching up to a 70.45% of patients who no longer presented symptoms in the 6-month follow up.

The results obtained would support applying radiosurgery which obliterations weren't completed after the embolizations, reaching to a full recovery and noticeable improvement in the quality of life of each patient.

Palabras Claves: Malformaciones arteriovenosas cerebrales, Gamma Knife, evolución clínica, radiocirugía, cirugía estereotáxica.

INTRODUCCIÓN

Las malformaciones arteriovenosas (MAVs) son lesiones congénitas compuestas de un conglomerado arterias y venas conectadas entre sí por una o más fístulas que no interviene en ningún tipo de intercambio capilar. Su importancia radica en que es una causa hemorragia intracraneal que puede originar una elevada mortalidad y morbilidad en estos pacientes^{1,6}.

Con las técnicas actuales de imagen este problema se ha vuelto importante debido al aumento de su descubrimiento incidental, y estas mismas imágenes nos ayudan a anticipar el problema dada la valiosa información que reportan como la topografía, el tamaño y la ubicación¹⁵. Son estas técnicas de imágenes las cuales nos dan una guía con respecto a qué tipo de abordaje utilizar con estas malformaciones entre las cuales tenemos la neurocirugía, el manejo médico, dispositivos endovasculares o la radiocirugía^{1,7}.

El riesgo natural de hemorragias es del 2 al 4% por año existiendo ciertos factores que incrementar este porcentaje como son el sangrado previo, el género masculino, tamaño de la malformación arteriovenosa, localización y la presión de las arterias nutricias¹⁶.

El uso de la radiocirugía incluido el Gamma Knife (GKS), el cual fue desarrollado en 1951 por Lars Leksell, quien lo describió con la idea enfocar múltiples rayos con fuentes de cobalto 60 para depositar dosis de radiación con precisión milimétrica para el tratamiento de pequeños objetivos intracerebrales no aptos para cirugía. Múltiples estudios a través de los años ha demostrado eficacia del uso de radioterapia por gamma knife con altas tasas de curación y pocas complicaciones relacionadas con la radiación o daño al tejido cerebral circundante que en caso de existir tienden a ser reversibles¹.

La pretensión se logra gracias a la proliferación endotelial dentro de la malformación arteriovenosa más la proliferación de miofibroblastos lo cual da

una obliteración de la pared¹⁵. Este proceso tiende a ser acumulativo y pueden ser necesarias varias sesiones para lograr la obliteración completa, pero la eficacia mayor si se lo usa en combinación con otros tratamientos previamente mencionados, antes de llegar a la obliteración completa existe una visión pequeña en el riesgo de hemorragia por radiocirugía¹.

Los tratamientos con gamma knife permiten la aplicación de dosis elevadas de radiación en una sola sesión sobre un volumen cerebral muy concreto con la característica de no dañar el tejido en la periferia con esta técnica es posible la irradiación de volúmenes irregulares y no tan definidos lo que permite el obliteración de la malformación^{1,5}.

Con esta técnica, es posible la irradiación de volúmenes irregulares y no tan definidos para poder efectuar múltiples focos de irradiación durante una misma sesión, de esta manera permiten la obliteración de la malformación llevando a una mejoría clínica significativa después del procedimiento^{1,2,5}.

Actualmente en el Ecuador, el Gamma Knife tiene un amplio campo de uso para patologías benignas y malignas, como en las malformaciones arteriovenosas cerebrales, sobre todo aquellas que resultan de difícil abordaje para ser tratadas en neurocirugía, en la cual, resulta de crucial importancia mantener intacta la integridad del tejido cerebral y preservar sus funciones para mejorar la calidad de vida de estos pacientes¹⁹.

1. CAPITULO I: MALFORMACIONES ARTERIOVENOSAS

Las malformaciones arteriovenosas (MAVs) son conglomeraciones anormales focales de arterias y venas dilatadas dentro del parénquima cerebral. La pérdida de la organización vascular a nivel subarteriolar y la carencia de un lecho vascular adecuado resultan en un “shunt” arteriovenoso anormal. Por lo general una MAV consta de tres porciones: una porción aferente formado por las arterias nutricias, un “nido” y un componente eferente formado por el sistema venoso de drenaje (Imagen 1, Imagen 2). Suelen estar conectadas por una o varias fistulas, estas conexiones directas resultan en canales vasculares de alta presión que aumenta el riesgo de ruptura por la incompetencia de la lámina elástica de las paredes venosas. Son las más peligrosas de las malformaciones vasculares congénitas ya que tienen el potencial de causar hemorragias intracraneales y otros síntomas como crisis epilépticas. Son una fuente continua de estudio científico muchas veces apoyándose en la tecnología en la búsqueda del mejor tratamiento para estas lesiones. Por su complejidad siempre tendrán un enfoque terapéutico multidisciplinario que utilice manejo quirúrgico, endovascular, y técnicas radioquirúrgicas¹.

1.1. EPIDEMIOLOGÍA

La incidencia de las malformaciones arteriovenosas cerebrales en la población mundial sería de aproximadamente el 0,1%, una décima parte de la incidencia de aneurismas intracraneales, pero se han reportado rangos desde 0.001% hasta 0.5%. Las lesiones supratentoriales representan el 90 por ciento de las malformaciones arteriovenosas cerebrales; el resto se encuentran en fosa posterior. Por lo general, son lesiones únicas, pero en un 9 por ciento son múltiples^{1,2,5}. Las MAV cerebrales representan 1-2 por ciento de todos los accidentes cerebrovasculares, 3 por ciento de los accidentes cerebrovasculares en los adultos jóvenes, y 9 por ciento de hemorragias subaracnoideas¹.

1.2. PATOGÉNESIS Y PATOLOGÍA

Las MAV cerebrales se consideran lesiones vasculares congénitas de desarrollo esporádico, pero su patogenia no está bien definida. No se han reportado casos de malformaciones arteriovenosas *in útero*, pero se ha puesto en duda el origen congénito de las MAVs ya que se han verificado formaciones *de novo* por angiografía y resonancia magnética recientemente⁵. En raras ocasiones se han podido evidenciar MAV cerebrales en varios miembros de una misma familia pero no está claro si se trata de una coincidencia o indica una verdadera incidencia familiar. Sin embargo, la variación genética puede influir en el desarrollo de la lesión y la evolución clínica. Se cree que pueden estar asociadas en ocasiones con patologías como la enfermedad de Osler-Weber-Rendu y el síndrome de Sturge-Weber¹.

Como ya se mencionó las MAVs cerebrales constan de tres porciones: una porción aferente formado por las arterias nutricias, un “nido” y un componente eferente formado por el sistema venoso de drenaje¹. Estas malformaciones poseen una arquitectura en donde se observan conexiones directas arteriovenosas sin la presencia de una red capilar que intervenga. Desde un punto de vista anatomopatológico, el nido de la malformación arteriovenosa cerebral se distingue por la presencia de vasos anormalmente conglomerados con paredes irregulares, escleróticas, sin tejido cerebral entre sí ni una red capilar normal⁵. Tanto el suministro arterial así como el drenaje venoso pueden ser por un único o múltiples vasos. En ocasiones se puede observar tejido gliótico mezclada con la con la maraña vascular, se observa también calcificaciones dentro del nido vascular y en el tejido adyacente, en ocasiones se pueden encontrar áreas de isquemia crónica (Imagen 1, Imagen 2). La comunicación arteriovenosa trae consigo problemas de alto flujo tales como el desarrollo de aneurismas pediculares que ocurre en La comunicación arteriovenosa de alto flujo potencia una variedad de fenómenos relacionados con el flujo, tales como el desarrollo de aneurismas pediculares aferentes y

eferentes, que se producen en el 20 al 25% de los pacientes, y arterialización del extremo venoso. Las aneurismas son fuente frecuente de sangrado en pacientes con malformaciones arteriovenosas cerebrales y se cree que empeoran su pronóstico. El flujo anormal y el fenómeno de secuestro vascular explican muchos de los síntomas asociados con las malformaciones arteriovenosas cerebrales^{6,7}. (Imagen 3)

El tamaño de las MAVs cerebrales varía ampliamente. Se considera que las MAVs cerebrales tienen un origen congénito pero se ha observado en ocasiones que crecen, se remodelan o sufren una involución con el paso del tiempo^{2,7}.

1.3. CLASIFICACIÓN

Las malformaciones arteriovenosas se las clasifica de muchas formas como topográfica, angioarquitecturales y quirúrgicas. Pero el sistema de clasificación más utilizado para las malformaciones arteriovenosas cerebrales es el propuesto en 1986 por Robert F Spetzler y Neil Martin. En él se valora el diámetro mayor, el tipo de drenaje venoso y la elocuencia del tejido cerebral donde se encuentra la lesión (Áreas elocuentes: corteza sensorio-motora, corteza visual, cápsula interna, tálamo e hipotálamo, tallo cerebral, núcleos cerebelosos)⁵. Como resultado las MAV se pueden clasificar en grados que van del I al V dependiendo la suma de las variables (Imagen 14). Entre más alto sea el grado mayor será la dificultad quirúrgica y recuperación postoperatoria del paciente.

Se ha propuesto un nuevo modelo de clasificación con el resultado de simplificar la clasificación de las MAVs. Este modelo simplifica la escala de Spetzler-Martin con una clasificación de tres clases, la primera clase o clase A es una combinación de los grados I y II, la clase B es el grado IV y la clase C que corresponde al grado V (Imagen 4)⁸.

1.4. CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS

Las MAVs cerebrales suelen ser asintomáticas al nacimiento, por lo general se presentan entre las edades de 10 y 40 años. Muchos factores influyen en la presentación clínica como la edad, las características de tamaño, localización y propiedades vasculares. Por lo general se presenta una de estas 4 manifestaciones:

1.4.1. HEMORRAGIA INTRACRANEAL

Se presenta en un 41 a 79% de los casos. Los niños son más propensos a presentar hemorragias que los adultos. El sangrado de una MAV es la principal causa de hemorragia intracraneal espontánea en menores de 15 años. Las hemorragias suelen ser intraparenquimatosa, pero la hemorragia primaria en el espacio subaracnoideo también es común para las malformaciones arteriovenosas superficiales^{1,10}.

La hemorragia intracraneal de presentación fue el predictor más fiable en para una hemorragia intracraneal subsecuente, se incluyen las micro hemorragias silentes que solo son evidenciadas por imágenes transversales. Otros factores como las características anatómicas y vasculares, esto incluye a las aneurismas, fueron otros predictores de riesgo de una hemorragia intracraneal subsecuente. Se ha evidenciado que los niños no tuvieron más riesgo de resangrado que los adultos al igual que las mujeres embarazadas^{9,10,11}.

1.4.2. CONVULSIONES

Las convulsiones se presentan en un 11 a 33%. La aparición de las crisis convulsivas entre la segunda y la cuarta décadas de la vida del paciente es altamente sugestiva del inicio de una malformación arteriovenosa cerebral⁵. Los pacientes con MAVs localizadas corticalmente, múltiples, de gran tamaño y con drenaje superficial son más propensos a presentar convulsiones. La ubicación de las MAVs influye en el tipo de convulsión y la semiología. Las convulsiones

son frecuentemente de tipo focal, ya sea simples o parciales complejas, pero a menudo tienen generalización secundaria. La epilepsia también puede desarrollarse después de la presentación^{1,5}.

1.4.3. CEFALEA

No hay dolor característico específico que se asocie con la presencia de MAVs².

1.4.4. DÉFICIT NEUROLÓGICO FOCAL

La presentación es bastante inusual para las MAVs cerebrales. Una minoría de pacientes (<10%) experimenta signos y síntomas de focalización neurológica transitoria que se manifiestan de manera parecida a un ataque isquémico transitorio⁵. Se ha planteado la hipótesis de que a esta presentación la causa el fenómeno de secuestro vascular pero se asocia más al efecto de masa, hemorragia o convulsiones².

1.5. DIAGNÓSTICO

El diagnóstico de una malformación arteriovenosa se basa en la historia clínica y en una minuciosa exploración neurológica. Las malformaciones arteriovenosas cerebrales generalmente se identifican por primera vez en imágenes transversales como en tomografía computarizada o resonancia magnética. Pero para plantear una terapéutica se necesita de la angiografía. Una combinación entre resonancia magnética y angiografía a menudo se utiliza para evaluar el éxito y de los probables riesgos quirúrgicos, endovasculares, o radioquirúrgicos⁵.

1.5.1. TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA

Con la tomografía computarizada (TC) se puede identificar la presencia de lesión característica de hemorragia parenquimatosa con edema disminuido. Con la TC con administración de contraste se puede identificar la zona del nido de la MAV cerebral. Sin embargo, compresión del nido por el hematoma menudo excluye el diagnóstico de TC de MAV cerebrales en el contexto de la hemorragia intracerebral aguda; Se requieren técnicas más sensibles, como la resonancia magnética o angiografía en estos casos. La sensibilidad de la TC para identificar MAV cerebrales en la fase aguda puede mejorar mediante la angiografía por tomografía computada⁵ (Imagen 5).

1.5.2. RESONANCIA MAGNÉTICA

La resonancia magnética (RM) es muy sensible para delimitar la ubicación de los nidos de las MAV de cerebro y a menudo una vena de drenaje asociado. También tiene una sensibilidad única para demostrar a distancia sangrado relacionados con estas lesiones. Se pueden apreciar los vacíos de flujo en T1 y estudios T2^{4, 5}.

La RM también es particularmente valiosa en el seguimiento de pacientes después del tratamiento. Después de la radiocirugía la regresión del volumen nidal se puede medir y seguir con precisión. Con técnicas de angiografía avanzada por RM pueden permitir la caracterización del drenaje venoso y otras características vasculares. Se puede monitorizar el tejido circundante que fue sometido a radiación posterior a la terapia radioquirúrgicas en busca de edema cerebral o remanentes vasculares, incluso se puede detectar necrosis por radiación⁵ (Imagen 6).

1.5.3. ANGIOGRAFÍA

La angiografía es el “Gold Standard” para el diagnóstico, la planificación del tratamiento, y seguimiento posterior al tratamiento de las malformaciones arteriovenosas cerebrales. Con esta técnica se puede obtener fácilmente

información sobre los nidos de las MAVs cerebrales como la configuración anatómica y fisiológica, la relación con los vasos circundantes, y la localización del drenaje venoso. Se observan también la presencia de aneurismas que se asocia a un riesgo mayor de hemorragia posterior. Con la ayuda del contraste proporciona información sobre el estado de flujo de la lesión, esto es fundamental para la planificación del tratamiento endovascular. Se han descrito riesgos asociados a la angiografía que incluye accidentes cerebrovasculares, injuria arterial y reacciones adversas al medio de contraste pero representan menos del 1% de los casos⁵ (Imagen 7).

1.6. TRATAMIENTO

Existen varias formas de tratamiento para las malformaciones arteriovenosas en muchas ocasiones se las utiliza en conjunto con el objetivo de remover completamente la lesión. Existe la evidencia de que una MAV parcialmente tratada o residual tiene mayor posibilidad de rotura y complicaciones⁵. Un número de variables que se sabe que afectan la historia natural de las MAV y el riesgo de la intervención son considerados al tomar una decisión si se debe tratar una MAV y con qué modalidad².

1.6.1. TIPOS DE TRATAMIENTO

La cirugía es la base del tratamiento; la radiocirugía es una opción útil en las lesiones consideradas de alto riesgo para la intervención quirúrgica, y la embolización endovascular por lo general se la utiliza como complemento para estas técnicas^{2, 5}.

1.6.2. TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

La microneurocirugía es el patrón de referencia para el tratamiento de una malformación arteriovenosa cerebral, posee una larga historia de uso para el

tratamiento definitivo de estos pacientes y ofrece la mejor oportunidad de cura inmediata en pacientes considerados de alto riesgo de hemorragia (Imagen 8). La cirugía es complicada y a menudo requiere una planificación detallada con la revisión de los estudios de imagen. Sin embargo, esta asocia con hospitalizaciones más prolongadas y mayores complicaciones⁵.

Debido a la historia natural de las MAV se debe evaluar siempre los factores de riesgo y otras variables que puedan aumentar el riesgo de complicaciones e incluso muerte. Las malformaciones grado I y II son indicaciones de microneurocirugía ya que son pequeñas, superficiales y no elocuentes. Se han reportado casos de parálisis, afasia y hemianopsia pero que se dan en un 0 a 15% de los casos sin muertes reportadas. Las lesiones múltiples o grandes, de zonas cerebrales elocuentes, aquellos con drenaje venoso profundo que son de grado IV y V son más difíciles de extirpar y están asociadas a mayor tipo complicaciones y mortalidad⁵.

1.6.2.1. RADIOCIRUGÍA ESTEREOTÁCTICA

La radiocirugía está recomendada sobretodo en lesiones menores de 3cm de diámetro y está localizada en un área elocuente donde una cirugía abierta probable cause un déficit neurológico. En la radiocirugía se procede a irradiar estereotácticamente rayos de fotones o protones de alto poder enfocados en la zona donde esta ubicada el nido de la MAV, esto induce trombosis progresiva con una subsecuente obliteración luminal⁵ (Imagen 9). Posterior al tratamiento existe un periodo de latencia, de aproximadamente 1 a 3 años, donde la obliteración de la MAV se completa pero sigue existiendo riesgo de hemorragia. Se ha demostrado en varios estudios que el riesgo de hemorragia se reduce en un 88% posterior a la obliteración completa de la MAV pero no la elimina. El porcentaje de cura de radiocirugía son de 81 a 90% en lesiones de menos de 3 cm de diámetro, con porcentajes más bajos para lesiones de mayor tamaño².

Las complicaciones pueden variar dependiendo de varios factores como la dosis recibida. Las complicaciones agudas más comunes son convulsiones, náuseas, vómitos y cefaleas pero son autolimitadas. Las complicaciones a largo plazo pueden ocurrir después de semanas hasta años posterior al tratamiento incluyen hemorragia, radionecrosis, edema progresivo y congestión venosa. En raras ocasiones son complicaciones que causan mortalidad. Se ha evidenciado una incidencia de 5.2% de deterioro neurológico progresivo y una incidencia de 1.4% de déficit neurológico permanente. Estas complicaciones ocurren más en lesiones de gran tamaño^{2, 12}.

El rango de éxito de la obliteración de la MAV varía dependiendo de la dosis de radiación administrada a la lesión. Las dosis de 16, 18 y 20 Gy están asociadas con rangos de obliteración de un 70, 80 y 90% respectivamente. En paciente que ya han recibido radiocirugía pero mantienen un residuo de la MAV cerebral, una segunda sesión para una obliteración completa es efectiva en un 60 a 80% de los casos dependiendo del tamaño y otros factores^{2, 12}.

1.6.2.2. TÉCNICAS ENDOVASCULARES

A pesar del optimismo inicial de que los agentes embólicos tales como micropartículas y cianoacrilatos podrían curar MAV cerebrales, menos del 5% de las lesiones se curan con solo embolización. Se ha observado curación total en MAV cerebrales de menos de 1cm de diámetro con una sola arteria aferente. Algunos estudios de flujo han demostrado que la embolización parcial puede aumentar la presión de pedículo y el riesgo de hemorragia.

Sin embargo, la embolización puede ser un complemento eficaz para la radiocirugía y cirugía. La embolización antes de la radiocirugía se emplea para reducir el tamaño del nido de grandes MAV cerebrales a menos de 10 cm³, ya que estas grandes malformaciones arteriovenosas tienen una tasa de curación inferior con radiocirugía únicamente. La embolización antes de la cirugía se emplea para reducir la pérdida de sangre y para ocluir los vasos que pueden

ser difíciles de controlar durante la cirugía. Se han reportado de 6 a 14% de casos de complicaciones por la embolización de MAV cerebrales muchas de las cuales son problemas menores asociados a la cateterización pero también se han reportado hemorragias, enfermedad cerebrovascular incluso muerte^{2,5}.

Con todos los estudios realizados y la experiencia obtenida con los años en el tratamiento de estas lesiones se llega a la conclusión de que ninguna opción terapéutica está libre de riesgos o complicaciones, ninguna garantiza una curación total de la enfermedad. El enfoque del tratamiento de las MAV cerebrales tiene que ser multidisciplinario para tratar de obtener los mejores beneficios con los menores riesgos posibles⁴.

2. CAPITULO II: RADIOCIRUGÍA ESTEREOTÁXICA

La utilidad potencial de las radiaciones ionizantes para tratar el cáncer fue reconocido poco después del descubrimiento de los rayos X, que puede causar grandes daños en el ADN¹³. La radiocirugía estereotáxica se define como la irradiación estereotáxica tridimensional de pequeños blancos intracraneales, tales como MAV y tumores, por medio de técnicas de radiación. El propósito de la radiocirugía en una MAV es irradiar los vasos sanguíneos para producir la obliteración progresiva de su luz, prevenir el sangrado, mejorar el control de las convulsiones y aliviar las cefaleas¹⁴.

Antes del desarrollo de técnicas estereotáxicas, se irradiaba el tejido neoplásico canceroso junto con un volumen significativo de tejido circundante normal. La eficacia terapéutica se basaba en el aumento de la capacidad de reparación del ADN de las células normales en comparación con células tumorales tras la exposición de radiación. La dosis total de radiación es repartida en pequeñas dosis durante varias semanas para permitir que el tejido normal se recupere entre periodos de radiación así el daño a las células tumorales será acumulativo, ya que no poseen las mismas propiedades regenerativas de las células normales. Este enfoque de dosis fraccionadas se la conoce como radioterapia¹³ (RT).

Gracias a los avances en la localización estereotáxica, la neuroimagen, y la física de la radiación se hizo posible irradiar selectivamente un objetivo definido, sin afectar en gran medida el tejido circundante normal. A esto se le llama radiocirugía estereotáxica (RCE), se logra centrando múltiples haces de radiación en el tejido tumoral desde diferentes direcciones¹⁴.

El Dr. Leksell introdujo el concepto de radiocirugía en 1951 cuando comenzó a usar haces de radiación dirigidas a pequeñas lesiones cerebrales. Posteriormente en 1955 el mismo Leksell junto con Larson utilizó Cobalto 60 (60Co) que es un isótopo radioactivo que emite rayos gamma de mayor

penetración. Así se creó la primera unidad de tratamiento que contenía un número fijo de fuentes de ^{60}Co , llamándose Gamma Knife¹⁴ (Imagen 9).

2.1 DEFINICIONES

2.1.1 RADIOTERAPIA (RT)

Es la administración repetida de pequeñas dosis de radiación a un objetivo relativamente grande. El fraccionamiento de la dosis total minimiza el daño a los tejidos normales al dar tiempo a la reparación del ADN dañado y aumenta la muerte de las células tumorales. Los esquemas de dosis fraccionadas convencionales para lesiones intracraneales suelen consistir de 1,8 a 2 Gy en sesiones diarias con dosis acumuladas de 30 a 60 Gy (Imagen 11).

2.1.2 RADIOCIRUGÍA ESTEREOTÁXICA (RCE)

Se refiere a la administración de una sola o un número limitado de dosis de radiación a un objetivo pequeño definido. Esto se logra mediante el uso de múltiples haces de radiación, no paralelas que convergen en la lesión diana. La dosis terapéutica completa se limita a la zona en la que todos los haces convergen, mientras que las áreas no objetivas reciben una dosis mucho más pequeñas de uno de los haces de radiación. Por lo tanto la RCE requiere una localización precisa de la lesión y el posicionamiento del paciente durante el tratamiento (Imagen 11).

La dosis de RCE se define por la cantidad de radiación que se administra en el margen de la lesión; esta se conoce como la dosis de prescripción. Por lo general la dosis administrada en una sola sesión oscila entre 11 Gy (para el tratamiento de lesiones benignas) a tanto como 70 Gy (para talamotomía, en el tratamiento de trastornos del movimiento). La cantidad de radiación absorbida por los tejidos en las zonas adyacentes no objetivas disminuye rápidamente al aumentar la distancia desde el objetivo.

2.1.3 RADIOBIOLOGÍA

2.1.3.1 RADIOTERAPIA (RT)

La dosificación de pequeñas fracciones diarias de radiación acumulativas daña rápidamente la proliferación de células tumorales más que a los tejidos normales. Los principios básicos de la radioterapia se resumen en las cuatro R:

- **Reparación:** Las células normales son más eficaces reparando el daño causado al ADN por las pequeñas dosis administradas de radiación en comparación con las células tumorales.
- **Reoxigenación:** Los tumores a menudo contienen áreas de hipoxia resistentes a la muerte celular inducida por radiación. El fraccionamiento de la dosis puede mejorar la circulación y la oxigenación dentro del tumor, maximizando así los efectos de la radiación.
- **Redistribución y Repoblación:** Las células tumorales siguen el ciclo celular de diferente manera que las células normales. La mayoría de células normales se mantienen en la fase S del ciclo celular posterior a la irradiación, en la fase S las células son altamente resistentes a mayores daños. En contraste, las células tumorales siguen a través del ciclo celular (redistribuyen) y proliferan (repoblar) a pesar de exposición a la radiación. Por lo tanto, las células tumorales se mueven fuera de la fase radioresistente del ciclo celular y son más radiosensibles que las células normales durante los tratamientos posteriores.

2.1.3.2 RADIOCIRUGÍA ESTEREOTÁXICA (RCE)

En la RCE se administra una única o un muy limitado número de fracciones de alta dosis de radiación en área bien definida. De esta manera la protección del tejido normal es progresiva a medida que se va alejando del área de la lesión irradiada.

Los requisitos previos para una RCE incluyen la delimitación precisa del área a tratar mediante neuroimágenes, un buen conocimiento de las estructuras anatómicas que rodean a la lesión, y la tecnología necesaria para administrar la

radiación de forma fiable y precisa. Por lo tanto la planificación y administración de RCE requiere de una estrecha colaboración multidisciplinaria entre neurocirujanos y físicos médicos.

Los procesos celulares provocada por la administración de altas dosis de radiación es poco comprendido pero parecen diferir mucho de los procesos de la RT. Los principios básicos de la RT parecen no tener el mismo efecto en la RCE. Esto se explica en el tratamiento de algunos tumores radioresistentes donde la RT tiene un efecto marginal comparado con la RCE que es más eficaz en estos casos.

2.1.3.3 RADIOTERAPIA VS RADIOCIRUGÍA ESTEREOTÁXICA

Múltiples factores influyen en la decisión de si usar RT o RCE. Estos factores incluyen: el volumen de la lesión, la proximidad a nervios craneales y el área cerebral específica que se quiere irradiar. Para nuestro caso se ha demostrado más efectivo el uso de RCE en el tratamiento de MAV cerebrales.

2.1.3.4 RADIOCIRUGÍA ESTEREOTÁXICA MEDIANTE GAMMA KNIFE

Existen muchos tipos de métodos radioquirúrgicos estereotáxicos que pueden ser por radiación de fotones por rayos gamma o rayos X como el Gamma Knife, el Linac o el Cyber Knife; o por RCE por emisión de rayos de protones. Pero en este estudio nos enfocaremos más en el uso de Gamma Knife ya que es el que actualmente se está utilizando en nuestro medio para tratar las malformaciones arteriovenosas cerebrales (Imagen 9).

La efectividad del Gamma Knife para tratamiento de las MAV ya se conoce hace mucho tiempo, pero uno de los mayores problemas con este tratamiento era el alto costo. Actualmente en nuestro medio sigue siendo un tratamiento con un costo elevado pero por algunos cambios en los servicios de salud ha posibilitado que más personas tengan acceso a este tipo de tratamiento.

El sistema Gamma Knife se compone de un conjunto de más de 200 fuentes de cobalto-60 rodeadas de un escudo de 18.000 kg. Las fuentes están orientados de tal manera que todas los rayos convergen en un solo punto denominado isocentro. Este sistema posee una precisión sobre el objetivo de entre 0,1 y 1 mm, que es al menos tan bueno como la mejor delineación posible de la lesión con la tecnología actual de imágenes.

2.1.3.4.1 PROCEDIMIENTO DE USO DEL GAMMA KNIFE

Previo al procedimiento, el paciente deber ser evaluado por un médico neurocirujano y tener los estudios de imágenes necesarios para una delimitación correcta y análisis de su lesión. Posteriormente se coloca un marco estereotáxico que se fija en cuatro lugares de la cabeza del paciente con anestesia local, en pocas ocasiones se considera la sedación completa del paciente. Con este sistema se consigue minimizar en gran medida el movimiento y molestia alguna en el paciente. Una vez puesto el marco se obtienen las coordenadas de la lesión por medio de los métodos de imagen antes realizados ya sea tomografía computada, resonancia magnética o angiografía (Imagen 12).

Durante el tratamiento, el paciente se coloca de modo que el objetivo coincide con el isocentro de la unidad Gamma Knife. Utilizando técnicas de bloqueo del haz, múltiples o isocentros superpuestos, y ponderación diferenciada del isocentro, el volumen de la radiación se aproxima a la de la lesión diana (Imagen 13). Los shots emitidos y la dosis de radiación emitida dependen de varios factores de la lesión como el tamaño, elocuencia y drenaje venoso. Por lo general se realiza una sola cesión, en raras ocasiones se realizan más de una, posterior al tratamiento el paciente puede seguir sus actividades diarias con sus controles médicos periódicos.

3 CAPITULO III: GAMMA KNIFE Y EL HOSPITAL TEODORO MALDONADO CARBO

El Hospital Teodoro Maldonado Carbo de la ciudad de Guayaquil posee actualmente convenios con el Hospital Alcívar para que dicho establecimiento reciba en sus instalaciones de Gamma Knife Center a los pacientes asegurados por el IESS candidatos a realizarse radiocirugía, los cuales son previamente evaluados por un equipo especializado compuesto por neurocirujanos y físicos médicos que en conjunto trabajan según la necesidad de tratamiento de cada caso.

El Gamma Knife en nuestro país es usado para tratar múltiples patologías como tumores benignos, malignos, patologías vasculares y funcionales con distintos protocolos para cada procedimiento.

Gracias a esta institución y a su equipo de capacitados profesionales, han ayudado a que cientos de pacientes sean tratados por diversas patologías incluidas las MAVs, que tal resulten de difícil obliteración luego del proceso de embolización, cirugía u otros procedimientos.

En nuestro país no existen estudios realizados en base a radiocirugía estereotáxica, por lo que resulta de vital importancia la demostración de la eficacia de la misma en pacientes con malformaciones arteriovenosas cerebrales en nuestro medio.

4 METODOLOGIA

Se realizó un estudio retrospectivo en la que se recoge datos de pacientes con diagnóstico de MAVs intracraneales tratados desde el mes de junio del 2012 hasta diciembre del 2014 en el Hospital Teodoro Maldonado Carbo, dichos fueron diagnosticados por el equipo de neurocirujanos del HTMC especializados en radiocirugía de la ciudad de Guayaquil, y tratados en el área de Gamma Knife Center del Hospital Alcívar. Se realizó el seguimiento luego de un periodo entre 3 a 6 meses de los pacientes intervenidos con radiocirugía.

4.1 SEXO

Comprende 2 categorías cualitativas: Hombre y Mujer.

4.2 EDAD

Comprende la edad de los pacientes en el momento de la presentación clínica de la MAV o de su hallazgo casual. Se crearon tres rangos de edad: Menor de 30 años, de 31 a 45 años y Mayor de 45 años.

4.3 PACIENTES

A partir de la base de datos del Hospital Alcívar de Guayaquil en la que constan todas las intervenciones realizadas en la institución con Gamma Knife, se tomaron un total de 88 pacientes previamente diagnosticados con MAVs cerebrales. En el en el sistema AS-400 del Hospital Teodoro Maldonado Carbo se localizaron dichos pacientes junto a sus historias clínicas, las cuales contaban con las valoraciones previas respectivas a la intervención con radiocirugía, junto a los estudios radiológicos tales como TC, RMN y/o angiografías posteriores a la embolización.

4.4 CLÍNICA DE LOS PACIENTES

Se procedió a la recolección de datos en el AS-400 del HTMC, correspondiente a la sintomatología a partir de la historia neurológica, que corresponde al cuadro clínico del evento que provocó que el paciente acudiera a la consulta médica o al Servicio de Emergencias luego de la embolización. En la presentación clínica, hemos considerado dos posibles variables: Asintomático (cuyo diagnóstico de la MAV resultó ser un hallazgo casual) o sintomático, en el cual a su vez se divide en cinco variables:

- Hemorragia intracraneal, definida como el sangrado en el interior del parénquima cerebral o en los espacios adyacentes, demostrado en TC y/o RM.
- Convulsiones, definidas como actividad convulsiva de tipo parcial o generalizada.
- Cefalea, siendo este tipo de presentación más subjetivo. Se debe diferenciar la cefalea primaria de la cefalea causada por una MAV hemorrágica que se acompaña de signos neurológicos focales o de alteración del estado de la conciencia.
- Déficit focal neurológico, alteración en el funcionamiento del cerebro, la médula espinal o nervios que afectan a un sitio específico.
- Otra sintomatología, como, alteraciones visuales, vómitos o temblores.

4.5 IMAGENOLOGIA

El diagnóstico por imagen se confirmó mediante una arteriografía en base a los resultados previos obtenidos mediante TC y/o RM.

TOMOGRAFIA

En aquellos pacientes con cuadro clínico compatible con hemorragia intracraneal o de déficit neurológico. Si existe hemorragia aguda, se observa lesión hiperdensa, con efecto masa y edema periférico.

ANGIOGRAFIA

En los reportes angiográficos se recogió:

- Localización de la MAV: según hemisferio, tentorio y lóbulo cerebral.
- Elocuente o no elocuente, es decir: MAV localizada o no en corteza sensorial y motora, corteza visual, corteza del lenguaje, ganglios basales, tálamo e hipotálamo, cápsula interna, tronco cerebral, pedúnculos y núcleos cerebelosos).
- La dimensiones de la malformación fue expresado en centímetros (cm) y el volumen de la malformación en cm³ (volumen luego de la embolización).
 - Volumen: Se utilizaron los rangos de Pasqualin y colaboradores (1991), y se definieron cinco categorías: Muy pequeño (<5 cm³), Pequeño (6-10 cm³), Mediano (11-30 cm³), Grande (>30cm³).
 - Tamaño: Corresponde al diámetro máximo de la MAV y se crearon tres categorías según el rango de la escala de Spetzler-Martin: Menos de 3 cm, De 3 a 6 cm y Más de 6 cm.
- El tipo de drenaje venoso se clasificó en: superficial (cuando el drenaje venoso es mediante el sistema venoso cortical: seno recto, tórcula o seno transverso); profundo (cuando el drenaje es a través de venas profundas: vena de Rosenthal, venas cerebrales internas o vena de Galeno) o mixto (mezcla de los dos tipos de drenajes).
- Escala de Spetzler y Martin: se basa en el tamaño en cm, la localización de la elocuencia y el drenaje venoso (superficial o profundo), contemplándose cinco grados posibles (I, II, III, IV y V).

5 RESULTADOS

5.1 CARACTERIZACION DE PACIENTES Y CLINICA DE DEBUT PREVIO A LA RADIOCIRUGIA

5.1.1 SEXO

Se estudiaron un total de 88 pacientes con malformaciones arteriovenosas cerebrales, de los cuales 48 (54,5%) correspondieron al género masculino y 40 (45,5%) al género femenino (Tabla 1, Gráfico 1).

5.1.2 EDAD

La edad media de presentación clínica en nuestro estudio fue de 28,3 años y no se observaron diferencias significativas entre hombres y mujeres (Tabla 1). El rango de edad de presentación fue bastante amplio, comprendiendo desde los 7 hasta 75 años de edad.

Se estudió además la distribución de presentación clínica según grupo etario, en el cual se clasifico a los pacientes dentro de 4 rangos de edad; de 7 a 19 años dentro del cual se analizaron 32 pacientes (36,4%); de 20 a 40 años con 39 pacientes (44,3%); de 41 a 65 años con 16 pacientes (18,2%) y mayores de 65 con 1 paciente (1,1%). (Tabla 2, Grafico 2).

5.1.3 CLINICA DE PRESENTACION

En la tabla 3 se demuestra la clínica de debut de los 88 pacientes en estudio, de los cuales 10 pacientes (11,4%) resultaron ser asintomáticos y su hallazgo de malformación arteriovenosa cerebral resulto ser un hallazgo casual (Tabla 3 Grafico 3), mientras que 78 pacientes (88,6%) cursaron con diversa sintomatología (Tabla 4), en el que la cefalea (63,6%) fue el síntoma que la mayoría de los pacientes refirieron previo a la realización de radiocirugía, seguido por los cuadros hemorrágicos (29,5%), convulsiones (18,2%), déficit focal (12,5%) y otra sintomatología que presentaron tan solo 4 pacientes

(4,5%). (Tabla 5) como disminución de agudeza visual (1,1%), temblor en reposo de manos (1,1%) y vómitos (2,3%).

5.2 LOCALIZACION DE LA MAV

5.2.1 LOCALIZACION ANATOMICA

La localización anatómica en estos 88 pacientes con malformaciones arteriovenosas cerebrales fueron divididas en 2 categorías: supratentorial e infratentoriales, de los cuales 83 pacientes (94,31%) correspondieron a MAVs de localización supratentorial, en la que predomina el lóbulo temporal con 29 pacientes (32,95%), seguido por la región parietal con 24 pacientes que representan 27,27%, las regiones tanto occipital como frontal con 12 pacientes respectivamente representan el 13,64% cada uno del total de la población estudiada. (Tabla 6).

En 3 pacientes se detectaron MAVs de localización temporoparietal (3,40%), 2 pacientes con localización parietooccipital (2,27%) y 1 temporooccipital (1,13%). Con respecto a la localización hemisférica cerebral, se presentaron 43 pacientes con MAVs cerebrales derechas (48,86%) significando la mayoría con respecto al área izquierda con 39 pacientes (44,31%), el restante corresponde a localización interhemisférica de 6,83 %.

5.3 DIMENSIONES DE LA MAV

Las dimensiones iniciales de las malformaciones arteriovenosas cerebrales luego de la embolización de los 88 pacientes estudiados fueron analizadas según su volumen en centímetros cúbicos (cm³) y su longitud en centímetros (cm).

El rango de volumen inicial de las MAVs después de la embolización (Tabla 7, Grafico 4), comprendió desde 0,59 a 57,84 cm³. En nuestro estudio, la media de volumen inicial fue de 8,93 cm³.

Se dividieron las MAVs según intervalos de volumen en 4 rangos, en la que el más común fueron malformaciones muy pequeñas (< 5 cm³) correspondientes a 40 pacientes (49,4%) de los pacientes estudiados, seguida de malformaciones medianas (11 – 30 cm³) con 24,7%, malformaciones pequeñas de (6 – 10 cm³) en 21,0% y finalmente nidos de gran volumen (> de 30 cm³) en un 4,9%.

Los pacientes también fueron clasificados considerando su longitud medido en centímetros (cm), en las que se clasificaron en 3 intervalos según la escala de Spetzler - Martin que corresponde en su mayoría a MAVs de pequeño tamaño (<3 cm) en 36,7%, seguido por aquellas malformaciones de mediano tamaño (3 – 6 cm) con 48,6% y finalmente, 14,7 % las de gran tamaño (>6 cm). (Tabla 8, Grafico 5).

5.4 DRENAJE VENOSO DE LA MAV

De los 88 pacientes estudiados, en su mayoría presentan drenaje venoso de tipo superficial (54,6%), mientras que 26,1% de los pacientes presentaron drenaje mixto y finalmente 19,3% pacientes con drenaje profundo. (Tabla 9)

5.5 ELOCUENCIA

Las MAVs estudiadas en su gran mayoría estuvieron localizadas en un área elocuente (64,4%) y el restante en un área no elocuente (35,6%). (Tabla 10)

5.6 ESCALA DE SPETZLER - MARTIN

Al aplicar la escala de Spetzler - Martin, tomando en cuenta las variables; tamaño del nido, elocuencia del área cerebral afecta y profundidad de la malformación se encontraron en el estudio en su mayoría ubicados en la escala 3 con 41 pacientes que corresponden al 46,6% de la población estudiada, seguido del grado 2 con 29.5% de pacientes. (Tabla 11)

5.7 CLINICA POSTERIOR A LA RADIOCIRUGIA

El seguimiento posterior a corto plazo comprendido entre 3 a 6 meses luego de la intervención con radiocirugía encontramos como resultado que el 70,45% de los pacientes no refirieron ninguna sintomatología posterior a la intervención hasta los 6 meses de seguimiento, la población restante, en cuanto a los signos y síntomas de la población, resulto que en 12 pacientes (13,6%) se presenten cefaleas esporádicas que ceden al tratamiento con analgésicos orales, seguido por la persistencia de convulsiones de tipo tónico clónicas en 7 pacientes que representan el 8,0 % de la población en estudio. (Tabla 11). Además hubo otros síntomas como déficit focal y hemorragia en un pequeño porcentaje (1,1%). (Tabla 12, Grafico 6)

6 DISCUSION

6.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS PACIENTES Y EVOLUCION CLINICA

En un universo de 88 pacientes nos encontramos que el 54.4% fueron de género masculino y 45.5% de género femenino, lo que coincide con los resultados obtenidos por Crawford y colaboradores (1986) que indican que la proporción de mujeres fue ligeramente menor en relación al género masculino. La edad de los pacientes en nuestro estudio variaba entre 7 a 75 años de edad con una media de 28.3 años que resultó ser menor que en otros estudios como Stapf y colaboradores (2003) en el cual la edad media resulta ser de 31.2 años. Observamos que la presentación de las malformaciones arteriovenosas fue de predominio supratentorial con un 94.31%, siendo el lóbulo temporal el más común con un 32.95% seguido del lóbulo parietal con un 27.27% que coincide con los resultados obtenidos por Stapf y colaboradores (2003). Previo al proceso de la intervención con Gamma Knife se debe medir el volumen la MAV en centímetros cúbicos y encontramos que los volúmenes estaban entre 0.59 y 57.8 cm³ con una media de 8.93 cm³. A los pacientes se los debe clasificar en la escala quirúrgica de Spetzler-Martin que compara diferentes variables de la MAV tamaño, elocuencia y drenaje venoso y las clasifica en 5 escalas. Utilizando este tipo de clasificación en el estudio de Costa y colaboradores (2009) se describieron una mayor frecuencia de MAV pequeñas al igual que los resultados de nuestro estudio. La escala 3 fue la predominante con un 46.6% seguida de la escala 2 con 29.5% de los pacientes. Hicimos la descripción de las manifestaciones clínicas de las MAV previo al tratamiento con radiocirugía estereotáxica y posterior al tratamiento con la cita médica posterior entre 3 y 6 meses. Y encontramos que la manifestación clínica prevalente fue la cefalea con 63.6% seguido de las convulsiones con un 18.2% y en tercer lugar los déficit focales en un 12.5% de pacientes. En un 29.5% de los pacientes debutaron con una hemorragia intracraneal, y un 11.4 de los pacientes estuvieron completamente asintomáticos y su diagnóstico fue un

hallazgo casual. Todos los pacientes fueron previamente embolizados. Posterior al tratamiento con Gamma Knife encontramos que un porcentaje alto de pacientes presentaron mejoría sin presentar sintomatología que fue del 70.45%. Los pacientes que si presentaron síntomas un 13.6% lo hizo con cefalea y un 8.0% lo hizo con convulsiones focales. El 1.1% de pacientes presento complicaciones posterior al tratamiento siendo la hemorragia intracraneal la predominante. Durante el tiempo investigado del estudio tuvimos 0% de mortalidad.

7 CONCLUSIONES

Dentro de las masas intracraneales, las malformaciones arteriovenosas están entre las menos comunes por lo que su clínica y tratamiento, resultan de vital importancia.

El tratamiento con radiocirugía estereotáxica en este caso con el Gamma Knife ha dado buenos resultados a corto plazo como hemos demostrado en este estudio donde la mayoría de pacientes no presentaron ningún signo o síntoma dentro de los primeros meses después del tratamiento, pero a largo plazo se ha demostrado en otros estudios que puede tener otras complicaciones. En conclusión el Gamma Knife es un tratamiento eficaz contra las MAV que su intervención neuroquirúrgica representa una dificultad muy alta más que todo siendo utilizada en conjunto con otros tratamiento como la embolización. Por sobre todo el manejo de pacientes diagnosticados con MAV siempre debe ser minucioso y multidisciplinario, valorando siempre el riesgo-beneficio del tratamiento para tratar de brindarles una buena calidad de vida.

8 BIBLIOGRAFÍA

1. Friedlander RM. Clinical practice. Arteriovenous malformations of the brain. *N Engl J Med* 2007; 356:2704.
2. Mohr JP, Kejda-Scharler J, Pile-Spellman J. Diagnosis and treatment of arteriovenous malformations. *Curr Neurol Neurosci Rep* 2013; 13:324.
3. Brown RD Jr, Flemming KD, Meyer FB, et al. Natural history, evaluation, and management of intracranial vascular malformations. *Mayo Clin Proc* 2005; 80:269.
4. Maruyama K, Kawahara N, Shin M, et al. The risk of hemorrhage after radiosurgery for cerebral arteriovenous malformations. *N Engl J Med* 2005; 352:146.
5. Ángel Martínez-Ponce de León, Hilario Paúl Alanís-Reséndiz, Guillermo Elizondo-Riojas, Eduardo Alberto Cabañas-Corona, Víctor Daniel Morales-García. Malformaciones arteriovenosas cerebrales: evolución natural e indicaciones de tratamiento. *Medicina Universitaria* 2009; 11(42):44-54.
6. Moftakhar P, Hauptman JS, Malkasian D, Martin NA. Cerebral arteriovenous malformations. Part 2: physiology. *Neurosurg Focus* 2009; 26:E11.
7. Moftakhar P, Hauptman JS, Malkasian D, Martin NA. Cerebral arteriovenous malformations. Part 1: cellular and molecular biology. *Neurosurg Focus* 2009; 26:E10.
8. Robert F. Spetzler, M.D., and Francisco A. Ponce, M.D. A 3-tier classification of cerebral arteriovenous malformations. *J Neurosurg* 114:842–849, 2011.
9. Guo Y, Saunders T, Su H, et al. Silent intralesional microhemorrhage as a risk factor for brain arteriovenous malformation rupture. *Stroke* 2012; 43:1240.
10. Fullerton HJ, Achrol AS, Johnston SC, et al. Long-term hemorrhage risk in children versus adults with brain arteriovenous malformations. *Stroke* 2005; 36:2099.
11. Da Costa L, Wallace MC, Ter Brugge KG, et al. The natural history and predictive features of hemorrhage from brain arteriovenous malformations. *Stroke* 2009; 40:100.
12. Hiroki Kurita, Shunsuke Kawamoto, Tomio Sasaki, Masahiro Shin, Masao Tago, Atsuro Terahara, Keisuke Ueki, Takaaki Kirino. Results of radiosurgery for brain stem arteriovenous malformations. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2000; 68:563–570.

13. LARS LEKSELL. Stereotactic radiosurgery. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* 1983; 46:797-803.
14. Felipe Farias-Serratos¹, Guillermo A. Gutiérrez-Aceves², J.E. Suárez-Campos², Nadia M. Farias-Serratos³. Historia de la radioneurocirugía. *Arch Neurocién (Mex)* Vol. 16, No. 2: 104-109; 2011.
15. Weinsheimer S; Kim H; Pawlikowska L; Chen Y; Lawton MT; Sidney S; Kwok PY; McCulloch CE; Young WL ARUBA Study. Unruptured brain arteriovenous malformation trial. [ARUBA Study Site]. Feb 2006.
16. Ondra SL, Troupp H, George ED, Schwab K: The natural history of symptomatic arteriovenous malformations of the brain: a 24-year follow-up assessment. *J Neurosurg* 73:387-391, 1990
17. Mast H, Young WL, Koennecke HC. Risk of spontaneous haemorrhage after diagnosis of cerebral arteriovenous malformation. *Lancet*. 1997 Oct 11. 350(9084):1065-8.
18. Halim AX, Johnston SC, Singh V. Longitudinal risk of intracranial hemorrhage in patients with arteriovenous malformation of the brain within a defined population. *Stroke*. 2004 Jul. 35(7):1697-702.
19. Gamma Knife Center; Centro de Tumores Cerebrales; Guayaquil Ecuador. Consultado el 3 de Febrero 2015: <http://www.gammaknife.com.ec/gamma-knife>
20. Pomponio Lujan–Castilla, Mauricio Durán–Cruz, Mario Enríquez–Barrera, Luís García–Muñoz, Jorge Hernández–Oviedo y José Barragán–Pérez; Stereotactic radiosurgery with linear accelerator (LINAC). Report of the technical experience; *Gac Med Mex*. 2005 Sep-Oct;141(5):367-82.
21. Chang JH, Chang JW, Park YG, Chung SS.; Factors related to complete occlusion of arteriovenous malformations after gamma knife radiosurgery; *J Neurosurg*. 2000 Dec;93 Suppl 3:96-101
22. Kida Y, Kobayashi T, Tanaka T.; Radiosurgery of symptomatic angiographically occult vascular malformations with gamma knife.; *Acta Neurochir Suppl*. 1995;63:68-72.
23. Javalkar V, Pillai P, Vannemreddy P, Caldito G, Ampil F, Nanda A.; Gamma knife radiosurgery for arteriovenous malformations located in

eloquent regions of the brain; *Neurology*. India. 2009 Sep-Oct; 57(5):617-2. Consulta 13 de Noviembre 2014. DOI: 10.4103/0028-3886.57818.

24. Fernández-Melo, G. López-Flores, O. Cruz-García, J. Jordán-González, A. Felipe-Morán, J. Benavides-Barbosa, G. Mosquera-Betancourt; Modalidades de tratamiento de las malformaciones arteriovenosas cerebrales; 2003; *Rev Neurol*; 37: 967-75.
25. Crawford PM, West CR, Chadwick DW, Shaw MD. Arteriovenous malformations of the brain: Natural history in unoperated patients. *J Neurol Neurosurg Ps* 1986; 49:1-10.
26. Stapf C, Khaw AV, Sciacca RR, Hofmeister C, Schumacher HC, Pile-Spellman J, et al. Effect of age on clinical and morphological characteristics in patients with brain arteriovenous malformation. *Stroke* 2003b; 34:2664-2670.

9 ANEXOS

IMAGENES

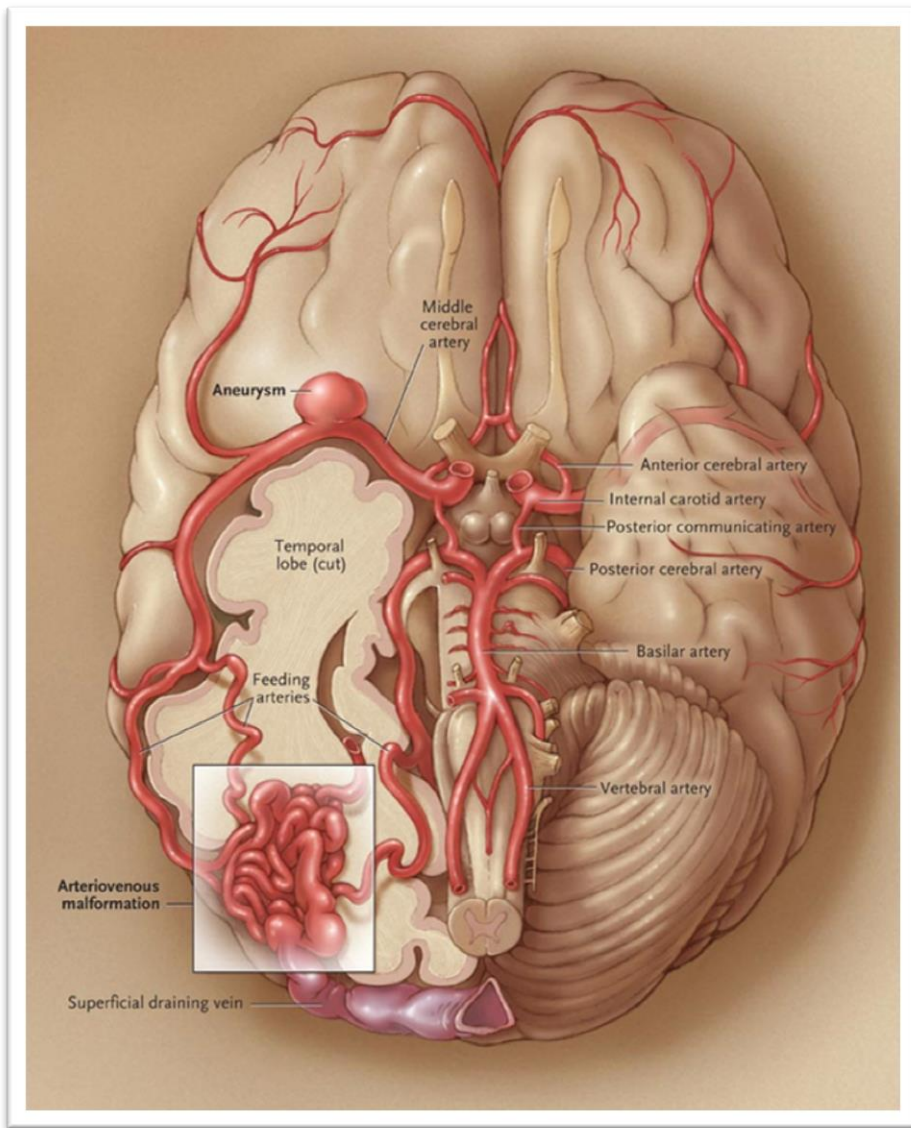


Imagen 1. Malformación Arteriovenosa cerebral. Friedlander RM. Clinical practice. Arteriovenous malformations of the brain. *N Engl J Med* 2007; 356:2704.

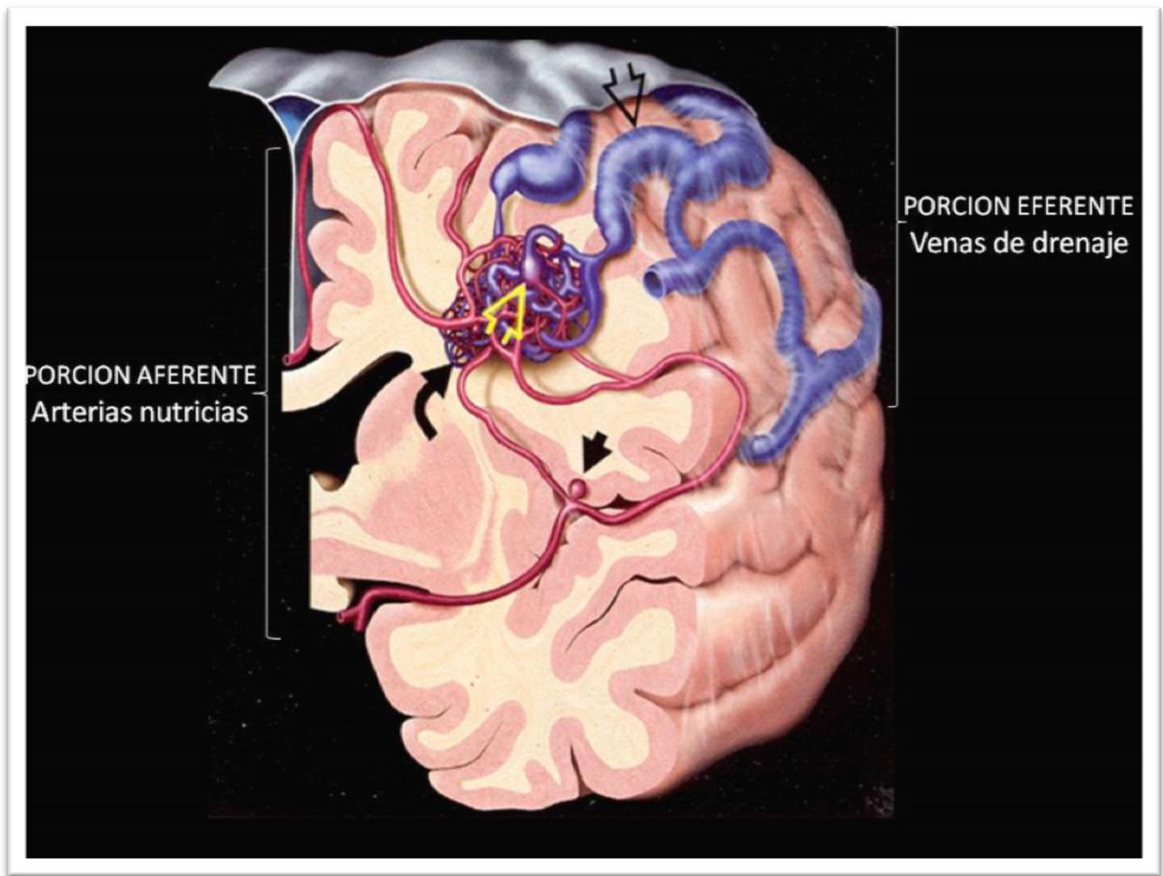


Imagen 2. Esquema de una MAV (Flecha negra curva: nido; Flecha negra hueca: vena de drenaje dilatada tortuosa; Flecha amarilla: aneurisma en el nido; Flecha negra corta: aneurisma en arteria nutricia). Adaptado de Osborn, 2000.

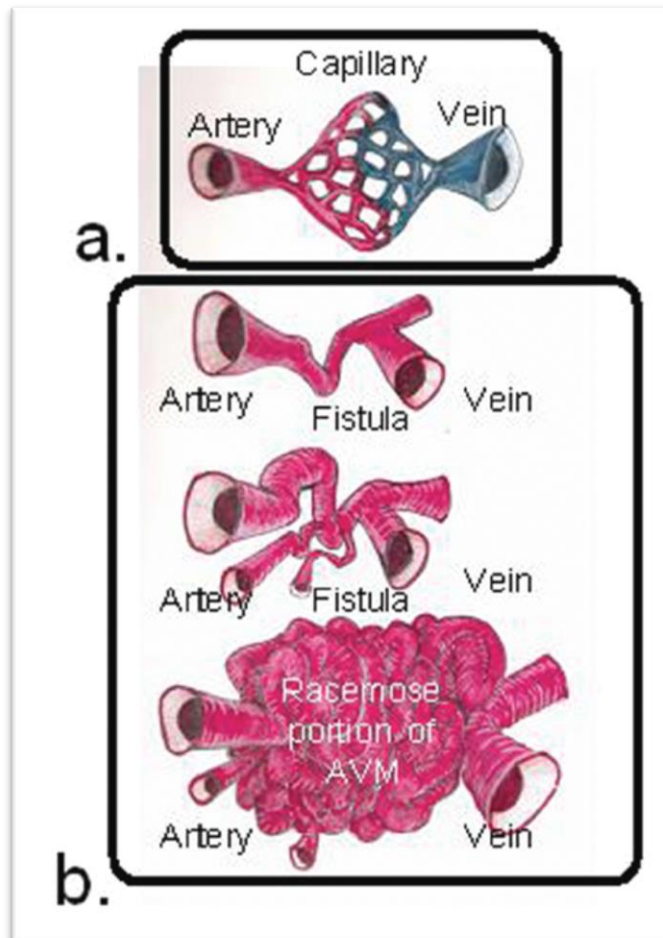


Imagen 3. a: En la ilustración se observa la relación arteriovenosa normal. b: Se observa como por falla de la formación capilar se desarrolla una conexión fistular anormal que causa la arterialización del flujo venoso. Moftakhar P, Hauptman JS, Malkasian D, Martin NA. Cerebral arteriovenous malformations. Part 2: physiology. Neurosurg Focus 2009; 26:E11.

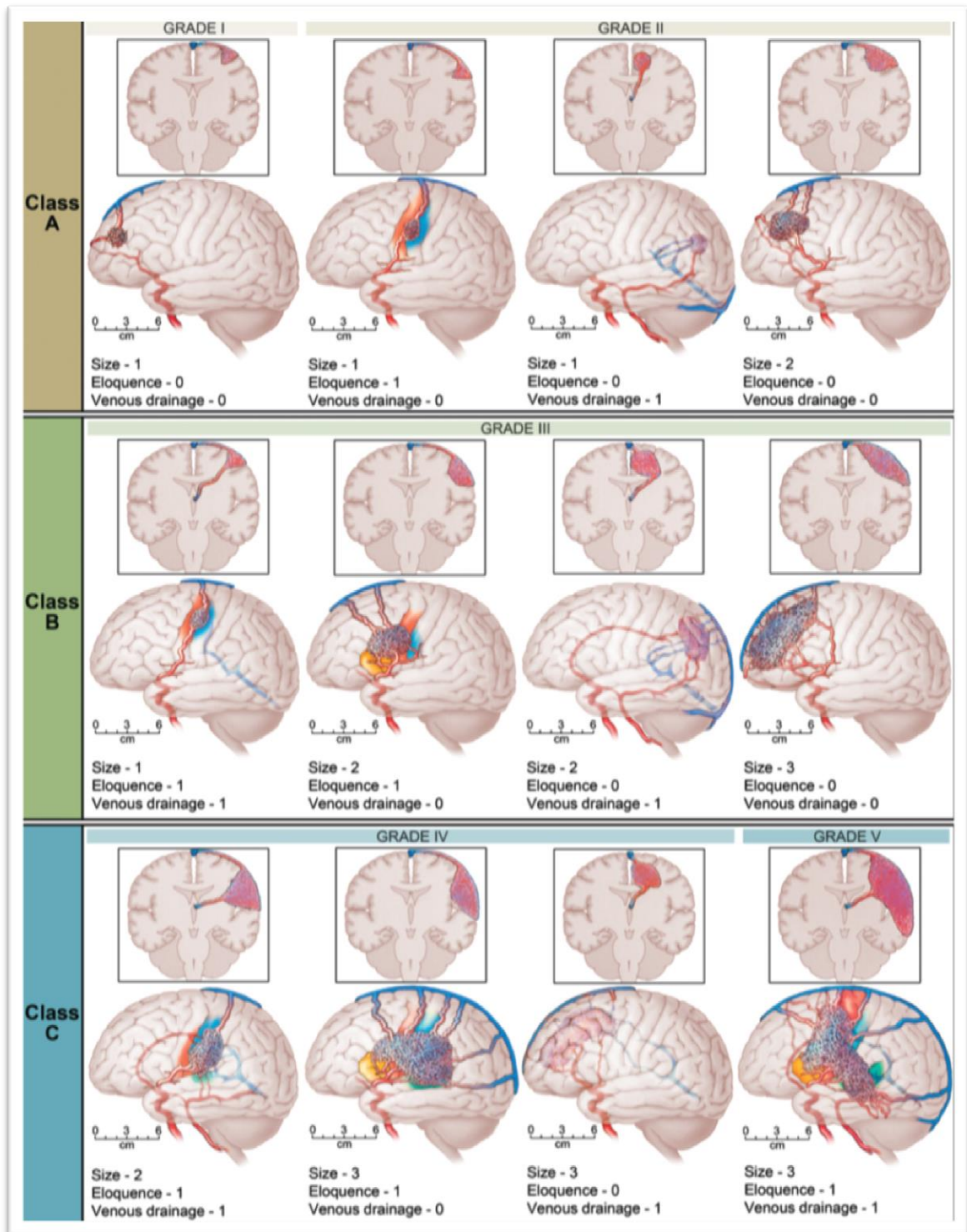


Imagen 4. Representación grafica de la combinación de grados de variables en 3 clases. Robert F. Spetzler, M.D., and Francisco A. Ponce, M.D. A 3-tier classification of cerebral arteriovenous malformations. J Neurosurg 114:842-849, 2011.

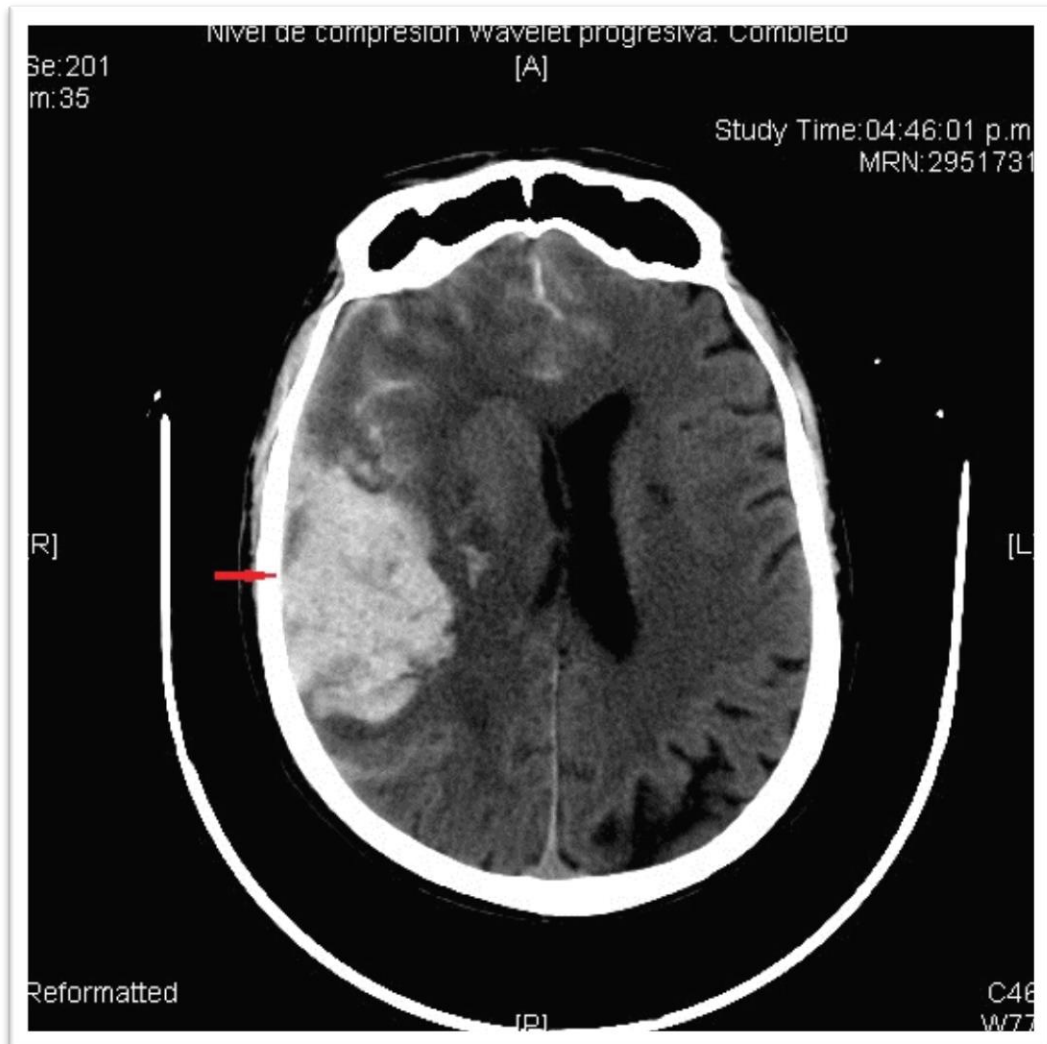
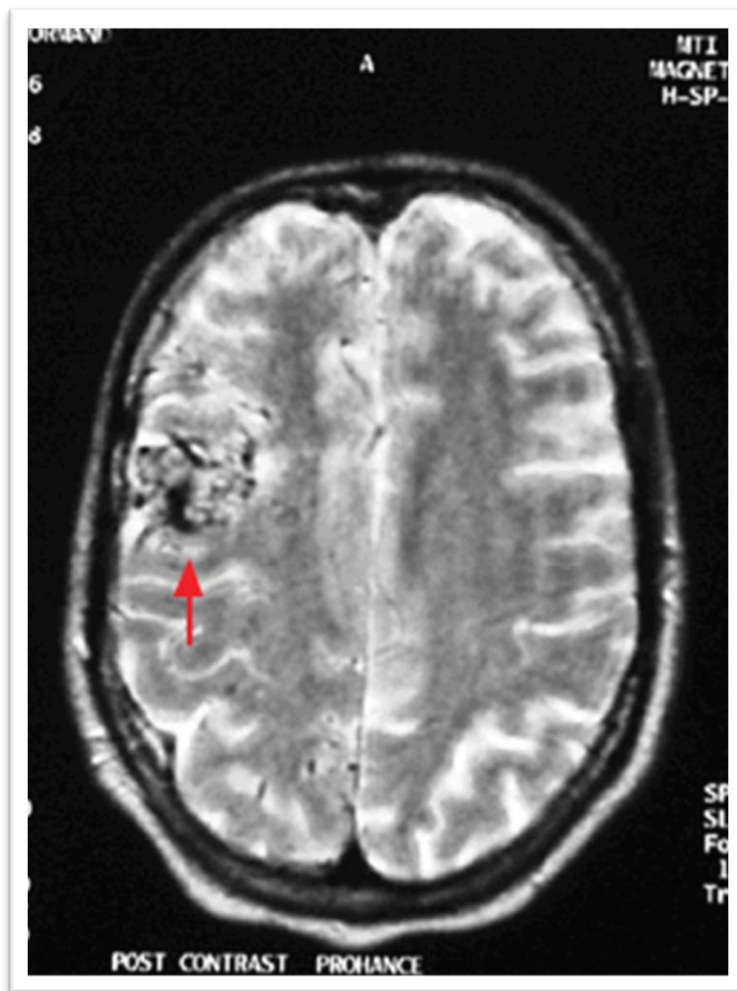


Imagen 5. TAC cerebral mostrando importante hemorragia cerebral (flecha roja), cuya causa fue una MAV.
<http://www.leonardolustgarten.com/malformaciones-vasculares-cerebrales/#sthash.URpDOBYn.dpuf>



*Imagen 6. Resonancia Magnética donde observa (flecha roja) una imagen de nido característico de una MAV.
(Courtesy of Guy Rodfort, MD.)*

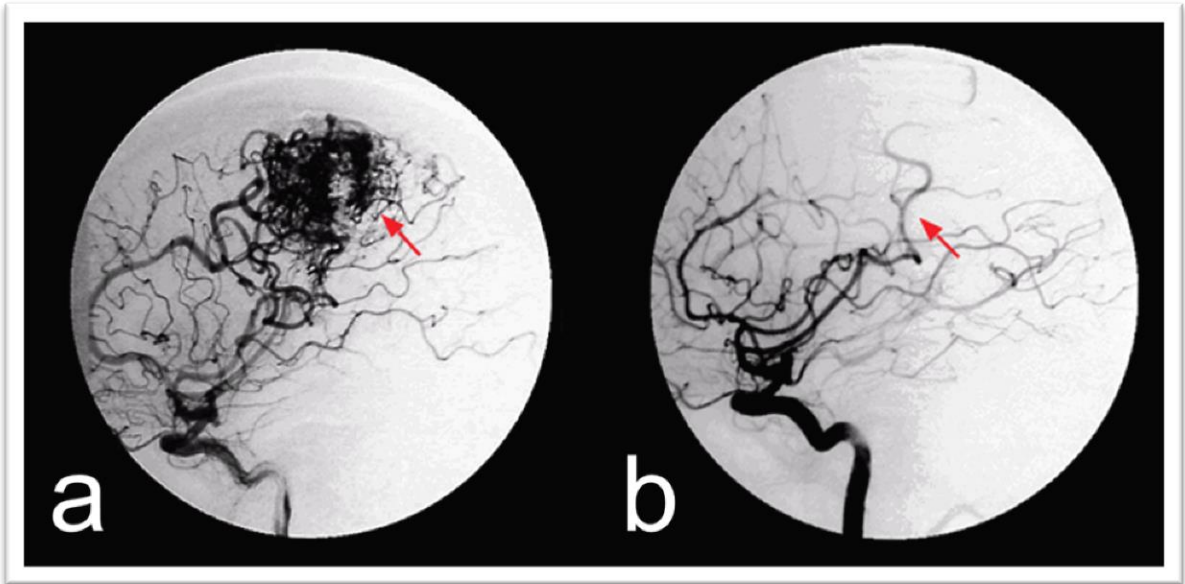


Imagen 7. a: Angiografía donde se observa imagen en “nido” característico de las MAV. b: Angiografía de la lesión posterior a la terapia. (Courtesy of Guy Rodfort, MD.)



Imagen 8. Vista intraoperatoria de una MAV cortical en región occipital. Se observa drenaje venoso cortical con flujo arterial (flecha). Friedlander RM. Clinical practice. Arteriovenous malformations of the brain. N Engl J Med 2007; 356:2704.



Imagen 9. Gamma Knife. <http://gammaknife.com.ec/>

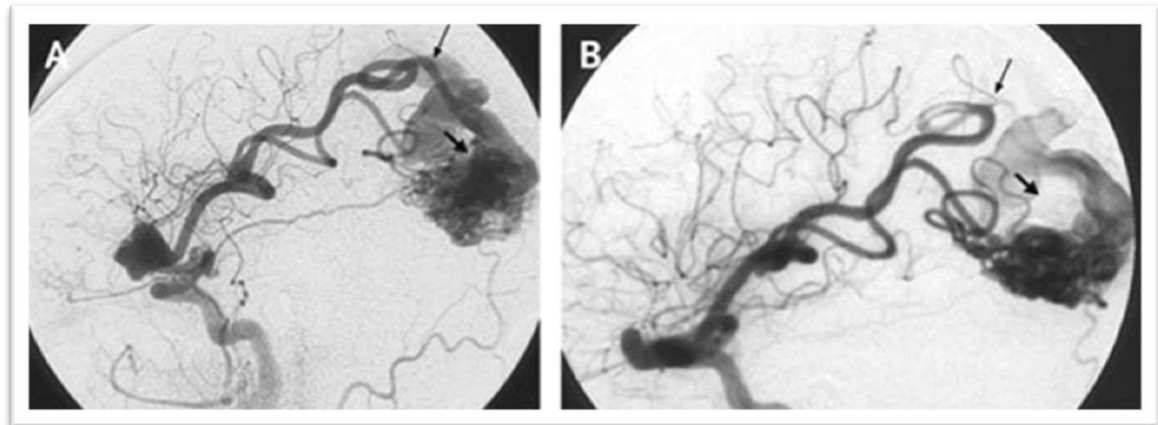


Imagen 10. Embolización de rama profunda de arteria cerebral media. Se muestra en sitio de la embolización (flechas delgadas) antes (A) y después (B) del tratamiento, con reducción del llenado de la parte superior de la MAV (flechas gruesas).

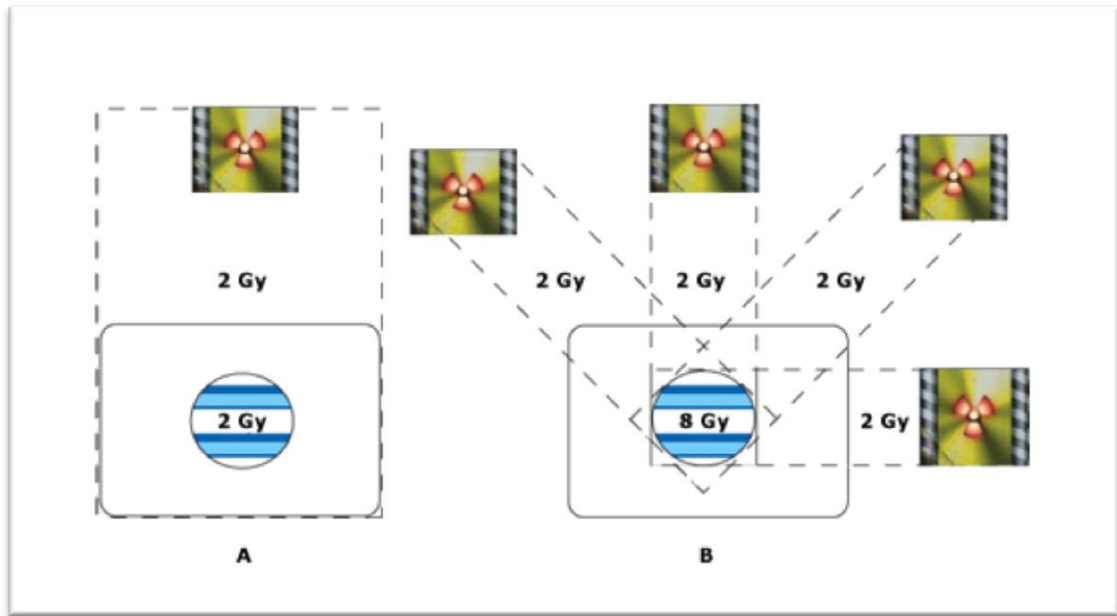


Imagen 11. A. Ilustración de radioterapia donde el tejido normal recibe la misma dosis que el tejido a tratar. B. Ilustración de la radiocirugía estereotáxica donde múltiples fuentes no paralelas convergen en el sitio de la lesión definida. El volumen de la lesión total recibe un total de 8Gy mientras el tejido adyacente solo 2Gy.

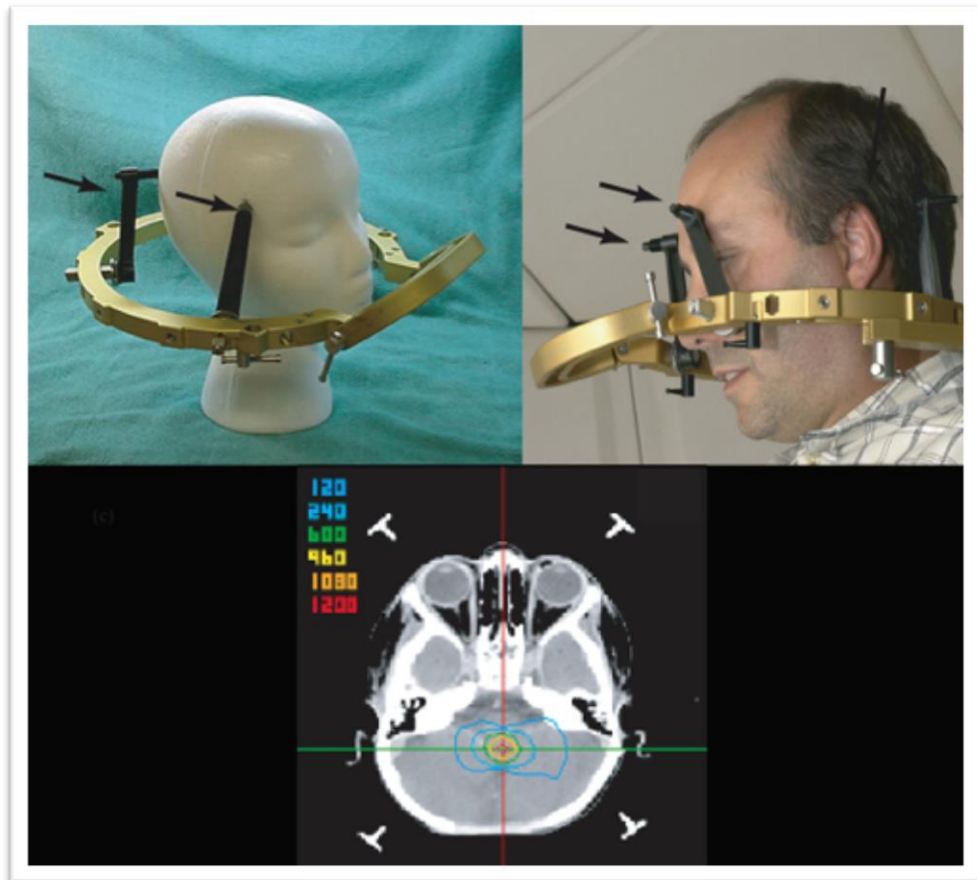


Imagen 12. En los cuadros superiores muestra el marco que se fija bajo anestesia local a la cabeza del paciente. En el cuadro inferior se visualiza el marco alrededor de la cabeza que ayuda a inmovilizar al paciente mientras se efectúa el tratamiento. (Courtesy of Massachusetts General Hospital).

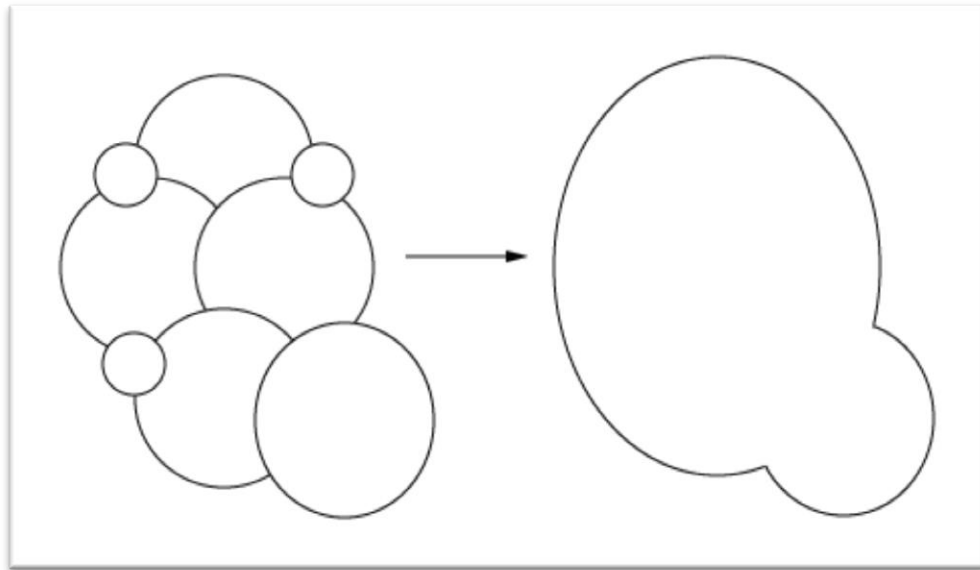


Imagen 13. Superposición de múltiples isocentros de diferentes tamaños (izquierda) permite la radiación uniforme de las lesiones con forma irregular (derecha). Sin embargo, esto se logra a expensas de la homogeneidad de la dosis.

Sistema de valoración de Spetzler-Martin

Criterio	Puntuación
Tamaño del nido	
Pequeño (< 3 cm)	1
Mediano (3-6 cm)	2
Grande (> 6 cm)	3
Elocuencia de área cerebral	
No	0
Sí	1
Profundidad	
No (superficial)	0
Sí (profunda)	1
Puntuación total	
(Tamaño + Elocuencia + Profundidad) =	Grado MAV

Imagen 14. Escala de Spetzler-Martin. La suma de la puntuación de las variables es igual al grado.

TABLAS

SEXO	n	MEDIA	+/- DE	MINIMO	MAXIMO
MUJER	40	32,52	18,74	7	75
HOMBRE	48	24,58	14,88	8	57
TOTAL	88	28,3	16,81	7	66

Tabla 1. Edad de presentación clínica según el sexo. Significancia según prueba t de Student, p=0.168

EDAD	n	%
7-19 AÑOS	32	36,4%
20-40 AÑOS	39	44,3%
41-65 AÑOS	16	18,2%
> 65 AÑOS	1	1,1%
TOTAL	88	100%

Tabla 2. Distribución de MAVs por grupo etario

PRESENTACION CLINICA	n	%
SINTOMATICOS	78	88,6%
ASINTOMATICOS	10	11,4%
TOTAL	88	100%

Tabla 3. Presentación clínica

CLINICA	n	%
HEMORRAGIA	26	29,5%
CONVULSIONES	16	18,2%
CEFALEA	56	63,6%
DEFICIT FOCAL	11	12,5%

Tabla 4. Sintomatología de clínica hemorrágica y no hemorrágica

	n	%
DISMINUCION DE LA AGUDEZA VISUAL	1	1,1%
TEMBLOR EN REPOSO	1	1,1%
VOMITO	2	2,3%
TOTAL	4	4,5%

Tabla 5. Otra sintomatología referida

LOCALIZACION		n	%
SUPRATENTORIAL	FRONTAL	12	13,64
	PARIETAL	24	27,27
	TEMPORAL	29	32,95
	OCCIPITAL	12	13,64
	TEMPOROPARIETAL	3	3,40
	PARIETOOCCIPITAL	2	2,27
	TEMPOROOCCIPITAL	1	1,13
INFRATENTORIAL	CEREBELO	4	4,54%
	PROTUBERANCIA	1	1,13
TOTAL		88	100%

Tabla 6. Localización supratentorial e infratentorial de las MAVs

VOLUMEN	n	%
< De 5 cm ³	40	49,4%
6-10 cm ³	17	21,0%
11-30 cm ³	20	24,7%
> De 30 cm ³	4	4,9%

Tabla 7. Volumen de MAVs en pacientes previamente embolizados

TAMAÑO	n	%
<3cm	32	36.7 %
3 - 6	43	48.6 %
>6 cm	13	14.7 %
TOTAL	88	100 %

Tabla 8. Tamaño de MAVs según diámetro

DRENAJE VENOSO	n	%
SUPERFICIAL	48	54,6
PROFUNDO	9	9,3
MIXTO	31	36,1

Tabla 9. Drenaje venoso de la MAV

ELOCUENCIA	n	%
SI	57	64.4
NO	31	35,6
TOTAL	88	100

Tabla 10. Áreas de elocuencia en pacientes con MAVs cerebrales

		Recuento	% del N de columna
SPETZLER MARTIN	1	1	1,1%
	2	26	29,5%
	3	41	46,6%
	4	16	18,2%
	5	4	4,5%

Tabla 11. Escala de Spetzler - Martin

CLINICA	Recuento	% del N de columna
HEMORRAGIA	1	1,1%
CONVULSIONES	7	8,0%
CEFALEA	12	13,6%
DEFICIT FOCAL	4	4,5%

Tabla 12. Cuadro clínico posterior a radiocirugía

GRAFICOS

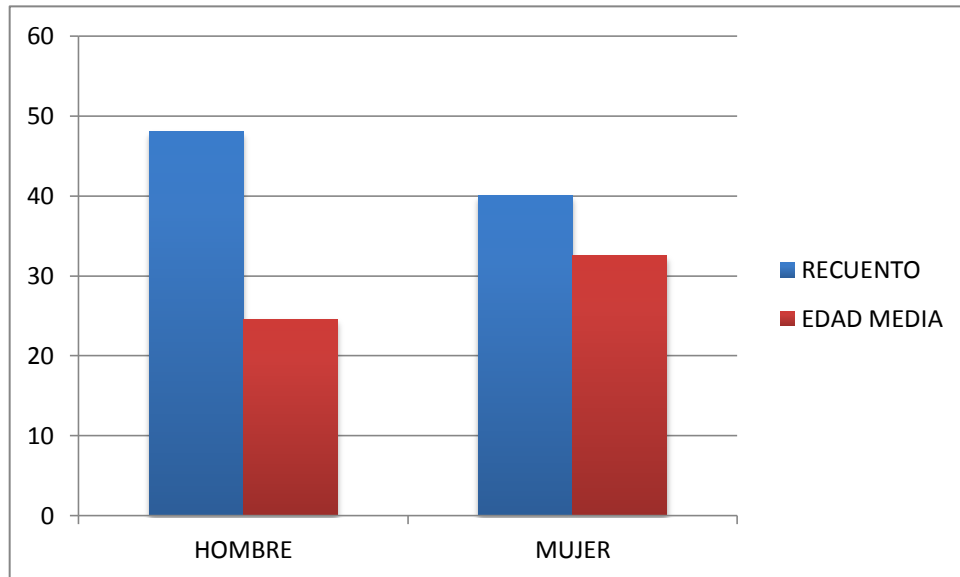


Grafico 1. Edad media promedio según el sexo con MAVs

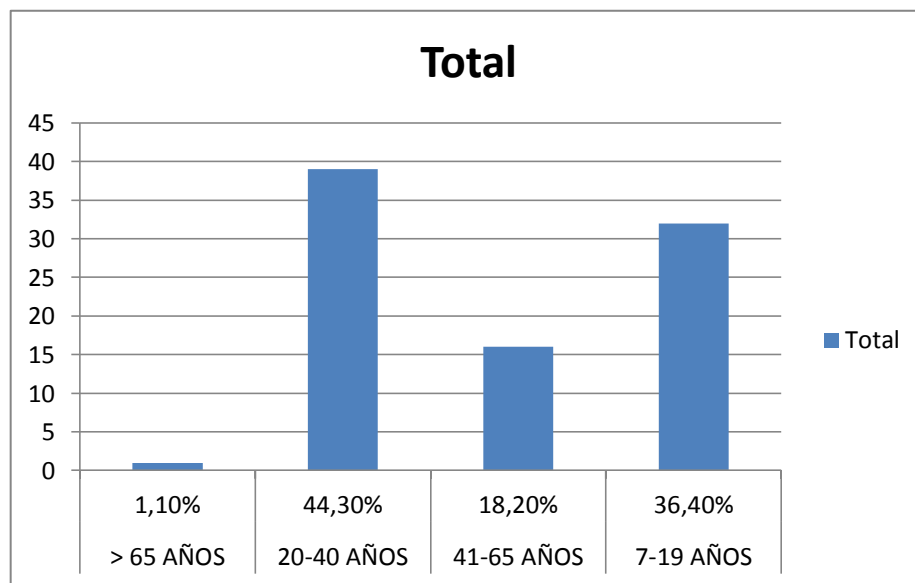


Grafico 2. Prevalencia de pacientes según grupos etarios

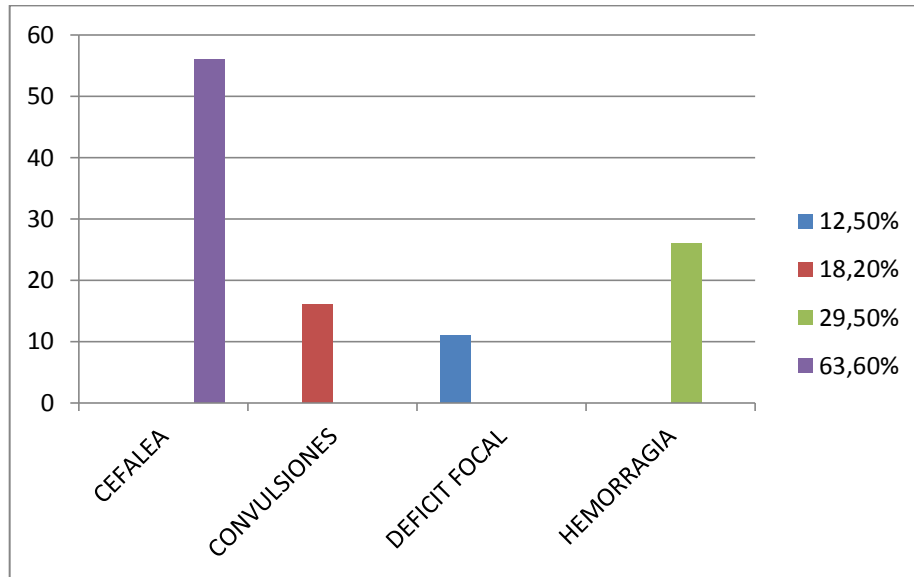


Gráfico 3. Prevalencia de presentación clínica en pacientes con MAVs embolizadas

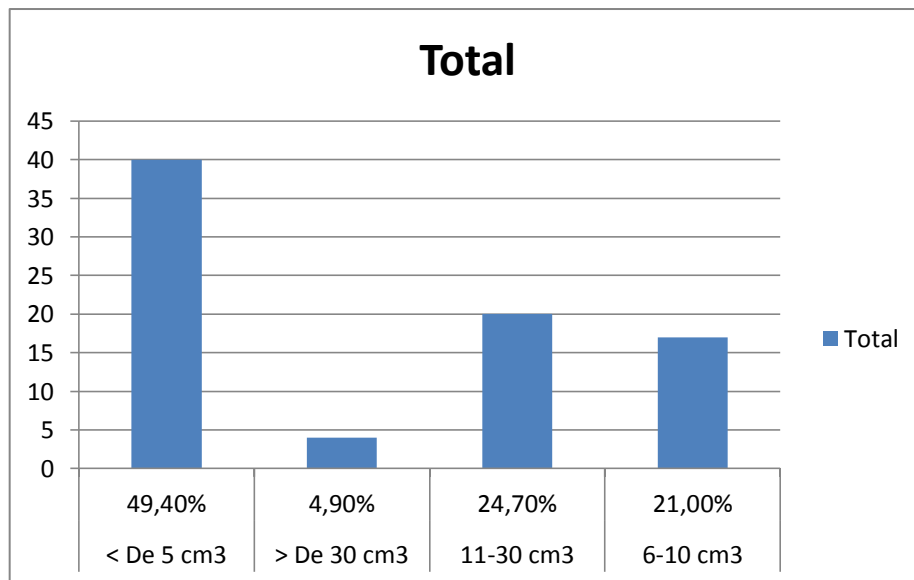


Gráfico 4. Recuento de pacientes según volumen de MAVs cerebrales

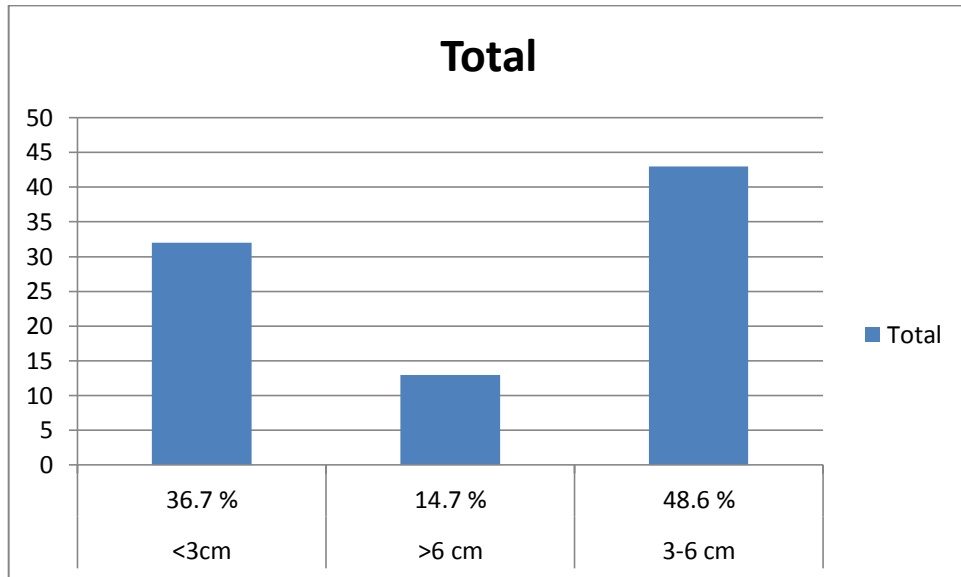


Grafico 5. Recuento de pacientes según diámetro de la MAV

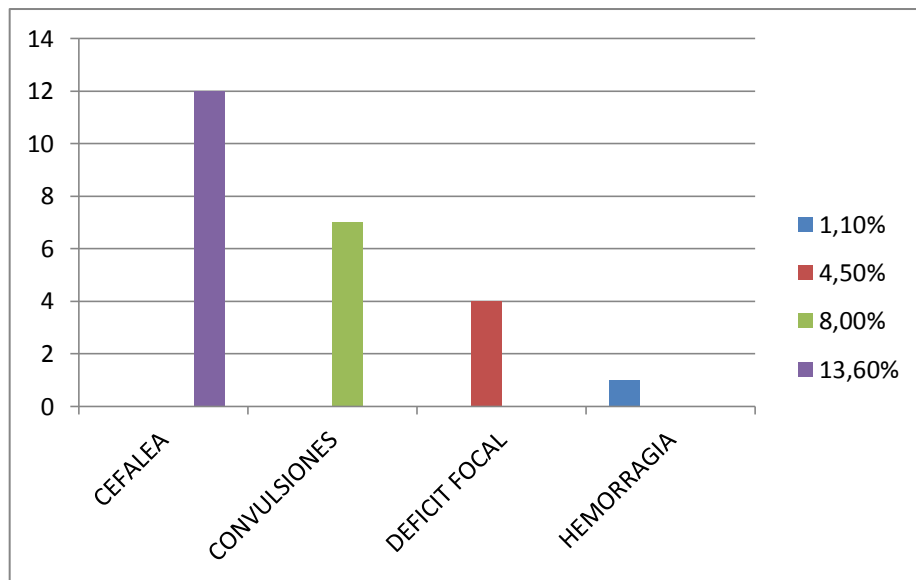


Grafico 6. Seguimiento de los pacientes entre 3 a 6 meses luego de la intervención