

## Manejo actual de las malformaciones arteriovenosas. Estudio retrospectivo de 31 casos y revisión de la literatura

F. Muñoz; P. Clavel; J. Molet; C. Castaño\*; S. de Teresa; J. Solivera; C. de Quintana; P. Tresserras; R. Rodríguez y F. Bartumeus

Servicios de Neurocirugía y Neurorradiología Intervencionista\*. Hospital Santa Creu i Sant Pau. Barcelona.

### Resumen

**Objetivos.** Establecer unos criterios terapéuticos en las malformaciones arteriovenosas (MAVs) grados III, IV y V de Spetzler y Martin y análisis de resultados en el subgrupo de tratamiento con embolización más cirugía.

**Material y métodos.** Estudio retrospectivo de 31 pacientes con MAVs cerebrales tratados en nuestro servicio entre 1999 y 2004. Se trata de 19 mujeres y 12 hombres, con una edad media de 31,6 años (rango de 1 a 62a). La forma de presentación fue en un 77,4% hemorragia intracranial, en un 12,9% crisis comicial y en un 3,2% cefalea, infarto isquémico y hallazgo casual en cada uno de ellos. En 29 casos se realizó arteriografía diagnóstica y en 2 casos el diagnóstico fue anatomopatológico. Según la clasificación de Spetzler y Martin, 10,3% fueron de Grado I, 24,1% de Grado II, 37,9% de Grado III, 24,1% de Grado IV y 3,4% de Grado V. Se clasificaron en 6 grupos según el tratamiento realizado (cirugía, embolización, radiocirugía, embolización más cirugía, embolización más radiocirugía y tratamiento conservador).

**Resultados.** Las MAVs grado III, IV y V (19 pacientes) fueron tratadas en su mayoría por cirugía (6 casos) y embolización más cirugía (5 casos) pero también se utilizaron otras modalidades de tratamiento (embolización, radiocirugía y conservador). Los resultados funcionales de estos 3 subgrupos muestra un 36,8% (7 casos) de asintomáticos o con mínimos síntomas (Rankin m 0-1), un 52,6% (10 casos) de discapacidad leve pero independientes (Rankin m=2), un 5,3% (1 caso) de moderada discapacidad (Rankin m=3), y un 5,3% (1 caso) de mortalidad. En el manejo combinado embolización más cirugía de malformaciones complejas, se observa un alto porcentaje de sangrado postembolización que motivó cirugía precoz con buen resultado funcional. Hubo un caso de mortalidad postquirúrgica.

**Conclusiones.** En el tratamiento de las MAVs cere-

brales se debe tener en cuenta factores como la historia natural, la forma de presentación (hemorragia), las características angioestructurales (presencia de aporte arterial profundo, aneurismas), la escala de Spetzler y Martin y el estado clínico del paciente.

En el tratamiento con embolización más cirugía es recomendable obtener una embolización prequirúrgica subtotal > 50%, no ocluir más del 50% por sesión, mantener un intervalo entre sesiones de embolización entre 4 y 6 semanas y un intervalo entre última embolización y cirugía entre 1 y 3 semanas.

**PALABRAS CLAVE:** Malformaciones arteriovenosas cerebrales. Cirugía. Embolización. Historia natural.

**Actual Management of arteriovenous malformations. Retrospective study of 31 cases and literature review**

### Summary

**Objective.** To establish some therapeutic criteria about the treatment of AVMs of III, IV and V grade of Spetzler and Martin and to analyse the results in the subgroup of preoperative embolization plus surgery.

**Methods.** We perform a retrospective analysis of a group of 31 patients with arteriovenous malformations (AVMs) treated in our center between 1999 and 2004. There were 19 women and 12 men, with a mean age of 31,6 years old (range, 1-62a). Their symptoms upon admission were intracranial hemorrhage in 77,4%, seizures in 12,9%, headache, ischemic event and incidental finding in 3,2% each group. Diagnostic angiography was performed in 29 cases and anatomopathologic diagnostic in 2 cases. The malformations were classified with Spetzler and Martin Grading Scale, in 10,3% grade I, 24,1% grade II, 37,9% grade III, 24,1% grade IV and 3,4% grade V. Patients were classified in 6 subgroups of treatment (surgery, embolization, radiosurgery, embolization plus surgery, embolization plus radiosurgery and conservative treatment).

**Results.** AVMs grade III, IV and V (19 patients) were

Recibido: 30-12-06. Aceptado: 24-01-07

treated with surgery (6 cases), embolization plus surgery (5 cases), but also other kind of treatments (embolization alone, radiosurgery and conservative) were used. Functional results in these groups of patients were 36,8% (7 cases) with no symptoms or slight symptoms (modified Rankin 0-1), 52,6% (10 cases) minor disability (mRankin 2), 5,3% (1 case) moderate disability and 5,3% (1 case) mortality. We observe a high rate of postembolization hemorrhage in the group of patients in which the combination of preoperative embolization plus surgery was used. In these cases, early surgery was performed with a good functional recovery. There was one case of postoperative mortality.

**Conclusion.** We should consider some factors like the natural history, clinical presentation (hemorrhage), angiographic features (deep arterial supply, aneurisms), Spetzler and Martin Grading and the clinical condition of the patient before treating a cerebral AVM.

In the subgroup of treatment with embolization plus surgery, we recommend to achieve a subtotal preoperative embolization > 50%, not to obliterate more than 50% in one session, to perform staged embolization waiting from 4 to 6 weeks between procedures, and from 1 to 3 weeks between the last embolization and surgery.

**KEY WORDS:** Brain arteriovenous malformations. Surgery. Embolization. Natural History.

## Introducción

Durante 25 años, desde 1980 al 2004, se han intervenido quirúrgicamente 80 malformaciones cerebrales (MAVs) en nuestro servicio. A lo largo de todo este periodo, el modo de tratar una MAV ha variado de una manera progresiva conforme han evolucionado las distintas opciones terapéuticas. El tratamiento quirúrgico ha mejorado sus resultados con la mayor experiencia en técnica microquirúrgica, mayor información aportada por los medios diagnósticos (arteriografías, resonancias magnéticas funcionales, neuronavegación, mapeo cortical), mejores materiales (hemoclips), etc. El tratamiento endovascular ha experimentado importantes avances en su técnica (microcateterismos superselectivos), han aparecido nuevos materiales de embolización, lo que ha permitido el tratamiento de lesiones vasculares cada vez más complejas. También la radiocirugía ha evolucionado hacia una tecnología más avanzada y conocimientos más precisos enfocados al tratamiento de las MAVs.

En nuestro centro, disponemos de un servicio de Neurorradiología Intervencionista desde 1999, lo cual ha motivado que esta revisión incluya las MAVs cerebrales tratadas desde entonces.

**Tabla 1**  
**Localización de las MAVs**

Localización	Nº Casos
Frontal	8
Parietal	5
Occipital	2
Temporal	6
Rolándica	3
Silviana/insular	1
Ganglios basales	2
Cerebelo	
Vermis	3
Hemisferio	1
<b>TOTAL</b>	<b>31</b>

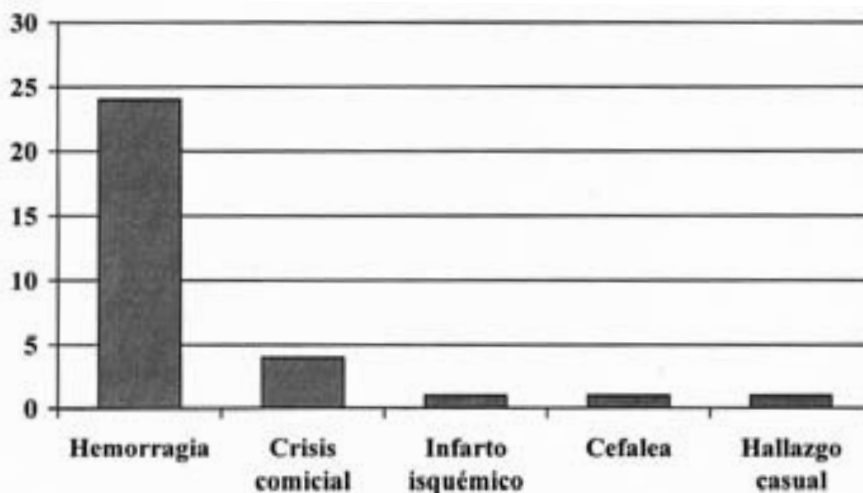
La evolución de las técnicas terapéuticas ha contribuido a modificar los criterios de tratamiento de las MAVs. Si nos basamos en la clasificación de Spetzler y Martin<sup>40</sup> (S-M), observamos que las de grado I y II se tratan básicamente con cirugía<sup>14,19,31,32</sup>. Las grado V, la mayoría de autores abogan por tratamiento conservador<sup>15,20,31,32,39</sup>. Sin embargo, en los grado III y IV, dada su heterogeneidad, no hay un criterio de indicación terapéutica bien definido. En nuestra serie, precisamente estos dos subgrupos son los que muestran mayor variabilidad en el tipo de tratamiento utilizado.

En estos 5 años de experiencia en el manejo combinado de tratamiento endovascular y quirúrgico de las MAVs, hemos observado una gran variabilidad de criterios en la forma de realizar dicho tratamiento tanto en nuestro centro como en lo publicado en la literatura hasta la fecha.

## Material y métodos

Un total de 31 pacientes con MAVs cerebrales fueron tratados en nuestro centro entre los años 1999 y 2004. De ellos, 19 fueron mujeres y 12 hombres, con una edad media de 31,6+/-14,5 años en un rango de 1 a 62 años. En 27 (87%) de estos pacientes las MAVs fueron supratentoriales (14 de hemisferio derecho y 13 izquierdo) y 4 (13%) fueron infratentoriales (ver tabla 1). La forma de presentación durante el periodo de estudio fue hemorragia intracraneal en 24 pacientes (77,4%), crisis comicial en 4 (12,9%), cefalea en 1 (3,2%), infarto isquémico en 1 (3,2%) y hallazgo casual en 1 (3,2%) (ver tabla 2). En los casos que se presentaron con sangrado, según la escala de Hunt y Hess<sup>23</sup> al ingreso, 7 pacientes (29,2%) se encontraban en grado I, 3 (12,5%) en grado II, 2 (8,3%) en grado III, 10 (41,6%) en grado IV y 2 (8,3%) en grado V. En 29 casos se realizó arteriografía diagnóstica y se pudo agrupar mediante la

**Tabla 2**  
**Forma de presentación:**



clasificación de Spetzler y Martin en los siguientes grupos: 3 (10,3%) fueron de Grado I, 7 (24,1%) de Grado II, 11 (37,9%) de Grado III, 7 (24,1%) de Grado IV y 1 (3,4%) de Grado V (ver tabla 2). En 2 casos se obtuvo el diagnóstico mediante examen anatomopatológico, dado que fueron tratadas mediante intervención quirúrgica urgente sin poderse realizar arteriografía.

Las diferentes MAVs se agrupan en 6 grupos diferentes según la actitud terapéutica tomada: 15 (51,7%) tratamiento quirúrgico, 2 (6,9%) embolización, 2 (6,9%) radiocirugía, 5 (17,2%) embolización más cirugía, 1 (3,4%) embolización más radiocirugía y 4 (13,8%) tratamiento conservador (ver tabla 3). El material utilizado en el tratamiento endovascular para embolización fue en la mayoría de los casos el Glubran® (mezcla de N-butyl-

2-cianoacrilato más metacrilosisolfolano). Los pacientes que fueron tratados con radiocirugía fueron trasladados a otro centro.

Los resultados se evalúan a partir de la escala funcional Rankin modificado<sup>36,45</sup> (Rankin m) al año de seguimiento (Ver tabla 4).

## Resultados

### Mortalidad global y por sangrado

Nuestra población de estudio presenta una mortalidad global del 6,5% (2 de 31 pacientes). Uno de los casos, falleció tras debutar con una hemorragia masiva que se intentó drenar por cirugía urgente sin éxito. El otro caso presentó

**Tabla 3**  
**Tratamiento según la clasificación de Spetzler y Martin\***

Tratamiento	I	II	III	IV	V	Total
Cirugía	3	5	5	2		15 (51,7%)
Embolización		1		1		2 (6,9%)
Radiocirugía			2			2 (6,9%)
Embol + cir			2	3		5 (17,2%)
Embol + rcir		1				1 (3,4%)
Conservador			2	1	1	4 (13,8%)

\* Se excluyen 2 MAV's intervenidas quirúrgicamente cuyo diagnóstico fue anatomopatológico. (Embol: embolización; Cir: Cirugía; Rcir: Radiocirugía)

**Tabla 4**  
**Escala de Rankin modificado**

0	Asintomático
1	Discapacidad no significativa a pesar de los síntomas; capaz de llevar a cabo todas las tareas y actividades habituales.
2	Discapacidad leve; incapaz de llevar a cabo todas sus actividades anteriores, pero capaz de cuidar de sus propios asuntos sin ayuda
3	Discapacidad moderada; requiere alguna asistencia, pero es capaz de andar sin ayuda
4	Discapacidad moderadamente severa; incapaz de andar y de atender satisfactoriamente sus necesidades corporales sin ayuda.
5	Discapacidad severa; confinamiento en la cama, incontinencia y requerimiento de cuidados y atenciones constantes.
6	Exitus.

**Tabla 5**  
**Clasificación según hemorragia**

	HEMORRAGIA (14 pacientes)		NO HEMORRAGIA (5 pacientes)	
	Rankin m	Nº pacientes	Rankin m	Nº pacientes
GRADO III, IV Y V (19 pacientes)	0	2	0	1
	1	1	1	3
	2	9	2	1
	3	1	3	
	4		4	
	5		5	
	6	1	6	

**Tabla 6**  
**Clasificación según elocuencia**

	ELOCUENTE (16 pacientes)		NO ELOCUENTE (3 pacientes)	
	Rankin m	Nº pacientes	Rankin m	Nº pacientes
GRADO III, IV Y V (19 pacientes)	0	3	0	
	1	3	1	1
	2	8	2	2
	3	1	3	
	4		4	
	5		5	
	6	1	6	

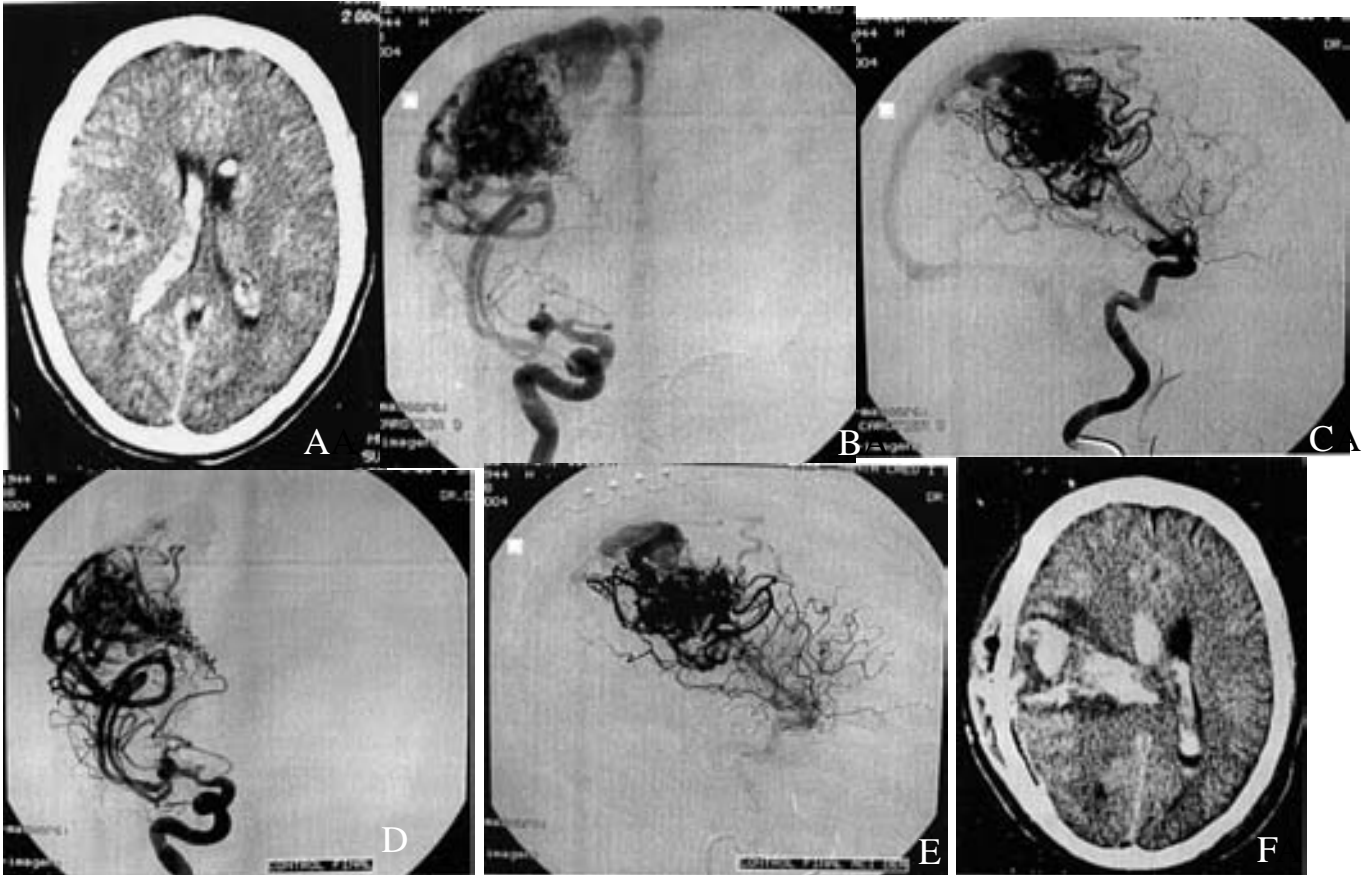


Figura 1. Mujer de 59 años que ingresa por hemorragia intraventricular (foto A). En angiografía se observa MAV frontoparietal derecha grado IV de S-M (fotos B y C). Presenta fenómenos de robo de arteria cerebral anterior derecha, un aneurisma intranidal y dilatación de la vena de drenaje. Se decide realizar una sesión de embolización donde se consigue ocluir un 30% aproximadamente (fotos D y E). Se interviene quirúrgicamente de forma electiva realizándose la exéresis macroscópica total de la MAV. En el postoperatorio inmediato, la paciente presenta una hemiparesia izquierda densa y a las 48h presenta disminución del nivel de consciencia. En la TC craneal se observa hematoma en lecho quirúrgico (foto F). La paciente presenta una evolución tórpida siendo éxitus a las 3 semanas de la operación.

un hematoma postoperatorio falleciendo a las 3 semanas (figura 1).

#### Exclusión completa de la MAV

De los 31 casos, en 4 pacientes se llevó a cabo tratamiento conservador y 2 pacientes fueron éxitus por lo que no podemos evaluar exclusión completa en dichos pacientes. Se consiguió la exclusión completa de la MAV confirmada por arteriografía en un 88% de los casos tratados (22/25).

En los 3 pacientes en los que no quedó completamente ocluida la MAV, se consiguió más del 90% de exclusión en 2 casos y en el otro un 50% aproximadamente.

En los pacientes tratados con radiocirugía se confirmó la exclusión completa mediante angiografía a los 2 años del tratamiento.

#### Resultados funcionales

Los resultados funcionales de toda la serie al año de seguimiento fueron de un 45,2% de asintomáticos o con síntomas leves (Rankin m 0-1), un 41,9% de discapacidad leve pero independientes (Rankin m=2), un 6,5% de discapacidad moderada (Rankin m=3) y un 6,5% de mortalidad (2 casos).

Según el tipo de tratamiento, la mayoría de grupos terapéuticos muestran unos resultados favorables (si consideramos como tal un Rankin  $\leq 2$ ), excepto 4 casos que corresponden: 2 al grupo de cirugía, 1 al de embolización más cirugía y el último al de tratamiento conservador.

En los subgrupos de MAVs grado III, IV y V, se muestra un 36,8% (7 casos) en Rankin m 0-1, un 52,6% (10 casos) en Rankin m=2, un 5,3% (1 caso) en Rankin m=3, y un 5,3% (1 caso) de mortalidad.

Según su forma de presentación, en los pacientes que debutaron con hemorragia se observa una tendencia a presentar un cierto grado de discapacidad (pacientes con Rankin  $m \geq 2$ ): un 78,6% (11/14) de pacientes con hemorragia versus un 20% (1/5) de pacientes que no se presentaron con sangrado (ver tabla 5).

También existe una tendencia a presentar discapacidad si la MAV se encuentra en área elocuente 10/16 (62,5%). No nos es posible comparar los resultados con las MAVs situadas en área no elocuente de estos grados (III, IV y V) debido al bajo número de casos resultante (3 pacientes) (ver tabla 6).

#### *Grupo embolización más cirugía*

De un total de 5 pacientes, 2 fueron clasificados en grado de S-M III y 3 fueron considerados grado IV. Los resultados funcionales fueron de 4 pacientes en Rankin  $m$  de 2 y 1 en Rankin  $m$  6 (éxitos). Uno de ellos fue embolizado parcialmente en otro centro en 10 ocasiones e ingresó con un sangrado en nuestro hospital. Se intentó una nueva embolización en nuestro centro pero no fue posible la oclusión, por lo que se operó posteriormente. De los otros 4 que fueron embolizados en nuestro centro, se realizaron un total de 8 sesiones de embolización de forma electiva, en 2 de ellos se realizaron 3 sesiones y en otros 2 se realizó una sola sesión. El tiempo medio entre sesiones de embolización fue de 14,25 $\pm$ 5,6 días. El tiempo entre embolización y cirugía tuvo lugar entre 1 y 13 días, motivado en la mayoría de los casos por la complicación del sangrado postembolización. La media de embolización prequirúrgica fue del 61,5 $\pm$ 26,6% (un caso el 95%, 2 casos el 60% y un caso el 30%). De estos 4 pacientes, 3 presentaron sangrado postembolización: uno de los casos ocurrió tras la embolización en una sola sesión del 60% de la MAV, en otro caso sangró a los 6 días de ocluirse un 95% de la MAV (figura 2) y el otro caso sucedió en las primeras 24h tras la tercera sesión de embolización donde se ocluyó un 60% de la lesión. Dichos casos fueron tributarios de tratamiento quirúrgico precoz con drenaje del hematoma y exéresis de la MAV.

#### **Discusión**

El tratamiento de las MAVs cerebrales debe partir del amplio conocimiento de su historia natural con el fin de determinar si ésta es mejorable mediante las medidas terapéuticas que tenemos actualmente. Los estudios al respecto muestran un riesgo de sangrado en las MAVs no tratadas del 2 al 4% anual<sup>2,6,11,13,35</sup>. Tras la primera hemorragia, hay una mortalidad del 10-30% y una morbilidad grave del 10-20%<sup>2,6,13,30,33,35</sup>. Sobre la recurrencia del sangrado, numerosos artículos muestran una recurrencia de hemorragia del 6 al 18% al año<sup>5,9,11,13,35</sup>. Todo ello depende

de las características de la MAV en la que tendremos en cuenta como factores predictores de sangrado más significativos: la hemorragia previa, la presencia de aneurismas intranidales (según Redekop G<sup>37</sup>, el riesgo de hemorragia con aneurisma intranidal es del 9,8%) y el drenaje venoso profundo<sup>3,5,16,37</sup>.

En nuestra serie hemos observado que la hemorragia como forma de presentación es un importante factor que condiciona el resultado funcional final de nuestros pacientes. Un 78,6% de los pacientes que se presentaron con sangrado presentan Rankin  $m \geq 2$  frente a un 20% de los que no tuvieron hemorragia.

Por este motivo, creemos que para tomar una determinada actitud terapéutica o establecer un pronóstico de una MAV no debemos guiarnos únicamente por la clasificación de Spetzler y Martin. Coincidiendo con otros autores, se deben tener en cuenta también otros factores como son la forma de presentación (principalmente la hemorragia)<sup>6,11,13,30</sup>, la edad<sup>17</sup>, el estado clínico del paciente<sup>17,19,44</sup> y las características angioestructurales de la MAV<sup>8,37</sup> (aportes arteriales profundos, aneurismas intranidales).

Tanto en nuestra serie como en lo publicado en la literatura hasta la fecha, existen pocas dudas en tratar aquellas MAV grado I y II, dado que los resultados superan ampliamente los de la historia natural. El tratamiento de elección sería la cirugía, quedando en casos muy seleccionados (lesiones profundas) la radiocirugía y/o la embolización<sup>14,19,31,32</sup>. En las MAVs grado V se optaría por tratamiento conservador salvo casos muy seleccionados<sup>15,20,31,32,39</sup>.

En nuestra revisión y en la literatura existe una marcada variabilidad en la actitud terapéutica tomada para los grupos III, IV. Nuestro criterio terapéutico para dichos grupos vino determinado por el tamaño de la MAV (mayor o menor de 3cms), la localización (elocuencia), la clínica del paciente y las características angiográficas de la MAV.

En nuestra serie de MAVs grado III (11 pacientes), se decidió en 5 casos utilizar la cirugía, en 2 la embolización más cirugía, en 2 la radiocirugía y en 2 el tratamiento conservador por decisión del paciente y la familia. En los casos en que la MAV era mayor de 3cms localizada en área elocuente indicamos embolización más cirugía, a no ser que la embolización no fuera técnicamente posible y/o el paciente se presentara con hemorragia causante de sintomatología aguda, en cuyo caso indicamos cirugía como único tratamiento. En las MAV en área no elocuente el tratamiento de elección fue la cirugía. En las MAVs < 3cms localizadas en área elocuente profunda se utilizó la radiocirugía. En 2 casos que se presentaron con hemorragia en área elocuente se decidió adoptar una actitud conservadora por decisión de los pacientes y la familia. Dicha opción no debe ser desestimada; Lawton MT<sup>28</sup> en su serie de 174 MAVs grado III, recomienda tratamiento conservador en las MAVs que

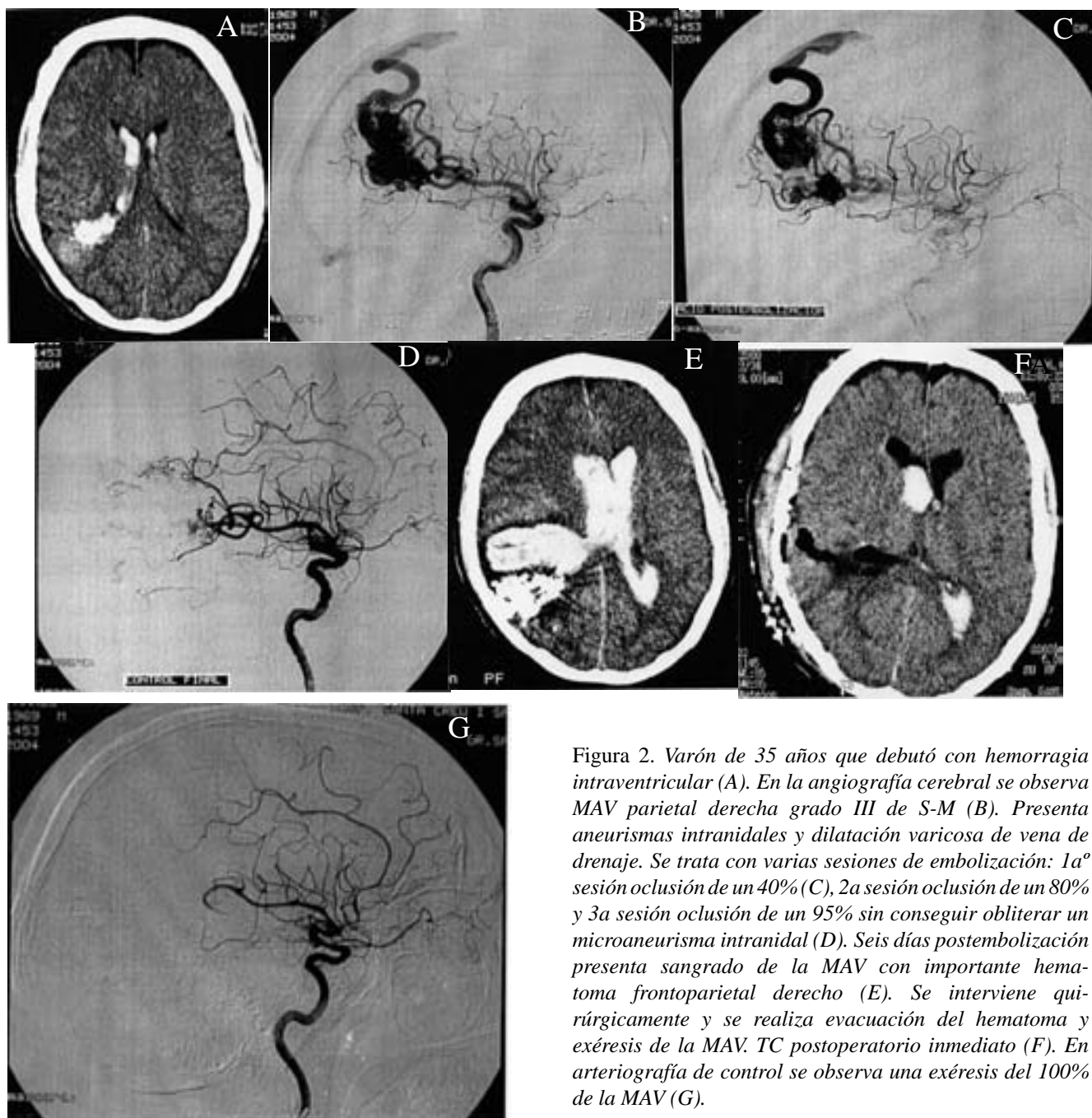


Figura 2. Varón de 35 años que debutó con hemorragia intraventricular (A). En la angiografía cerebral se observa MAV parietal derecha grado III de S-M (B). Presenta aneurismas intranidales y dilatación varicosa de vena de drenaje. Se trata con varias sesiones de embolización: 1ª sesión oclusión de un 40% (C), 2ª sesión oclusión de un 80% y 3ª sesión oclusión de un 95% sin conseguir obliterar un microaneurisma intranidal (D). Seis días postembolización presenta sangrado de la MAV con importante hematoma frontoparietal derecho (E). Se interviene quirúrgicamente y se realiza evacuación del hematoma y exéresis de la MAV. TC postoperatorio inmediato (F). En arteriografía de control se observa una exéresis del 100% de la MAV (G).

miden de 3 a 6 cms situadas en área elocuente dado que el tratamiento de las mismas supone un resultado considerado desfavorable en un 14,8%.

En nuestra revisión, las MAVs grado IV fueron tratadas en su mayoría. De 7 pacientes sólo en uno se realizó tratamiento conservador. El factor determinante en la decisión de tomar una actitud terapéutica activa fue la forma de presentación. Se trataron aquellas que fueron sintomáticas, es decir, las que habían debutado con hemorragia (4 casos) o presentaron crisis resistentes al tratamiento (2 casos).

Hubo un caso que se diagnosticó como hallazgo casual por lo que se optó por tratamiento conservador. La modalidad de tratamiento de elección fue la embolización más cirugía salvo en 3 casos: se indicó cirugía en dos casos, uno de ellos fue una MAV en área no elocuente y el otro caso fue un paciente que ingresó con clínica aguda por sangrado de la MAV. Se realizó embolización parcial en un caso, con el fin de reducir el fenómeno de robo y controlar una epilepsia refractaria.

Tuvimos un caso de MAV grado V que se presentó con

crisis comiciales controladas con medicación en el que se decidió realizar tratamiento conservador.

Autores como Han P y Spetzler RF<sup>15</sup> en su estudio sobre 73 pacientes con MAVs grado IV y V, tomaron una actitud conservadora en un 75% de los casos ya fueran sintomáticas o no, realizaron tratamiento con embolización parcial en un 10% en aquéllas con fenómenos de robo sintomático, realizaron tratamiento de los aneurismas asociados bien por técnica endovascular o cirugía en un 10% y únicamente realizaron tratamiento completo con embolización más cirugía en un 5%, en aquéllas que habían presentado múltiples hemorragias estableciendo un déficit permanente. Otros grupos neurovasculares también apoyan esta actitud conservadora<sup>20,31,32,39</sup>. Sin embargo, otros autores como Chang SD<sup>4</sup>, en su artículo sobre tratamiento de MAVs gigantes (la mayoría grado IV y V), aboga por tratamiento activo siempre que sean sintomáticas aunque con unos resultados dispares: 30% de morbimortalidad y sólo en un 36% de los pacientes se consiguió la obliteración completa de la MAV. Ferch RD y Morgan MK<sup>8</sup> en su revisión de 46 MAVs de alto grado, establece dos grupos, 29 MAVs intervenidas quirúrgicamente y 17 tratadas de forma conservadora, objetivando como factor pronóstico de la cirugía, la presencia de aporte arterial profundo. Así, en las MAVs intervenidas con pedículos arteriales profundos obtiene un 44% de morbimortalidad asociada frente a un 11% en las MAVs que no lo presentaban.

Ante tal diversidad de criterios debemos plantearnos si la historia natural de las MAVs de alto grado sin tratar supera la alta morbimortalidad asociada al tratamiento activo. Consideramos el grupo de MAVs sintomáticas aquéllas que se han presentado con hemorragia, crisis resistentes al tratamiento médico o con fenómenos de robo. En estas dos últimas formas de presentación parece que la mayoría de autores está de acuerdo en tratarlas, aunque sea de forma parcial, dado que estos síntomas afectan de forma muy importante la calidad de vida del paciente<sup>15,20,31,32</sup>. Las MAVs que se presentan con sangrado, como hemos dicho anteriormente, presentan una morbimortalidad por el primer sangrado cercana al 50%<sup>2,6,13,30,33,35</sup>. Existe un 6 al 18% de riesgo de resangrado sobre todo en los primeros años<sup>5,9,11,13,35</sup> y aunque la literatura presenta mucha variabilidad al estimar la morbimortalidad por las siguientes hemorragias, sí parece haber un aumento de la morbimortalidad con los posteriores sangrados. Ondra SL<sup>33</sup> analiza el resultado de MAVs sintomáticas y expone que existe un 1,7%/año de morbilidad grave y un 1%/año de mortalidad, es decir, la historia natural de este tipo de MAVs tendría un 2,7%/año de morbimortalidad asociada. Según este dato, si calculamos el riesgo de morbimortalidad acumulado de las MAVs que han sangrado, resulta un 24% de morbimortalidad a los 10 años y un 42% a los 20 años. Por otro lado, los resultados del tratamiento activo de MAVs de

alto grado muestran un 7 al 17% de morbimortalidad en las MAVs grado IV y un 12 al 38,4% en las grado V<sup>4,8,14,15,19</sup>. Analizando estos resultados podemos llegar a la conclusión de que la historia natural, sobre todo en pacientes jóvenes, acaba por presentar una morbimortalidad acumulada superior a la del tratamiento a largo plazo.

Respecto a las MAV no sintomáticas, en especial aquéllas que no han sangrado, no hay evidencia científica de los beneficios de que el tratamiento activo supere al tratamiento conservador. Para ello será interesante conocer los resultados del estudio multicéntrico ARUBA ("A Randomized Trial of Unruptured Brain AVMs"), actualmente en proceso, que compara intervención versus tratamiento conservador de MAVs que no han sangrado<sup>1,42</sup>.

### ***Aspectos del tratamiento combinado embolización más cirugía***

La modalidad terapéutica embolización más cirugía ha significado en las últimas dos décadas la posibilidad de tratar MAVs complejas disminuyendo el alto índice de morbimortalidad que antes presentaban<sup>27,29,31,34,38,41</sup>.

En el tratamiento de MAVs grado III, IV, incluso V, situadas en área elocuente, con pedículos profundos difíciles de llegar mediante la cirugía, la combinación embolización más cirugía parece la opción más recomendable<sup>15,20,27,29,34,38,41</sup>.

Según la literatura, el tratamiento endovascular de las MAVs como tratamiento único sin cirugía obtiene una oclusión completa en un 10-40% de los casos<sup>12,48,50</sup>. Por otro lado, la embolización parcial no parece disminuir el riesgo de sangrado sino que lo aumentaría<sup>15,20</sup>. Han PP y Spetzler RF<sup>15</sup>, en su serie de 73 pacientes con MAVs grado IV y V, los pacientes a los que se les había realizado embolización parcial tenían un riesgo de 10,4%/año, mientras que los no tratados el riesgo fue de 1,5%/año. Otros autores han observado esta tendencia al sangrado en las MAVs parcialmente ocluidas<sup>21,26,46</sup>. Por ello, parece que cuando nos proponemos tratar una MAV el objetivo deba ser la exclusión completa de la misma.

El riesgo de sangrado postembolización parece aumentar cuando se apura en la oclusión y nos acercamos a la oclusión completa<sup>24</sup>. Además no es una técnica exenta de riesgos; en las mejores series se presenta con un 8% de morbilidad permanente y un 1% de mortalidad<sup>10</sup>.

Si analizamos nuestra experiencia en esta modalidad combinada de tratamiento, vemos que se ha producido un alto porcentaje de sangrado postembolización (4 de 5 casos). Según la literatura actual, la metodología a seguir en este tipo de tratamiento no queda bien establecida. Existe una gran variabilidad sobre el número de sesiones, el intervalo entre procedimientos y el porcentaje de embolización prequirúrgica en los artículos publica-



dos<sup>7,10,18,21,22,24,25,26,43,46,49</sup>. Debido a ello, presentamos una revisión basada en nuestra experiencia y la literatura sobre los pasos a seguir a la hora de llevar a cabo el tratamiento combinado embolización más cirugía.

### 1. Número necesario de sesiones de embolización

Los artículos publicados que hablan al respecto ajustan el número de sesiones de embolización a las características de la MAV, al porcentaje de embolización por sesión y al porcentaje de oclusión final que deseáramos obtener antes de la cirugía. Taylor C<sup>46</sup>, en su artículo, presenta una serie de 201 MAVs embolizadas con una tasa de complicaciones de 9% morbilidad permanente y 2% de mortalidad. Heros R<sup>21</sup> recomienda embolizar "poco a poco", ya que se ha visto que embolizar demasiado puede ser un factor de riesgo para que aparezca la hemorragia. De hecho, Taylor C<sup>47</sup> afirma que en los últimos años han disminuido el % embolizado en cada sesión y por lo tanto, han aumentado en número de sesiones (de una media de 1,2 sesiones en el año 1993 han pasado a 2,2 en el 2002). Heidenreich<sup>18</sup>, en su serie de 66 pacientes en los que 7 pacientes presentaron hemorragia postembolización, observa que embolizar > 60% en una sola sesión es un factor de riesgo para presentar sangrado. Howington J<sup>22</sup>, en su comentario sobre el trabajo de Iwawa T<sup>24</sup> (presenta una serie de hematomas postembolización en 605 MAVs embolizadas), recomienda no embolizar más del 50% de la malformación en una sola sesión dado que ello supondría un estrés hemodinámico tal que aumentaría el riesgo de sangrado.

En resumen, el número adecuado de sesiones estará determinado por el porcentaje de embolización prequirúrgica que deseamos conseguir (más adelante comentado), pero teniendo en cuenta que habría que embolizar la lesión "poco a poco" no ocluyendo más de un 50% de la MAV por sesión.

### 2. Intervalo de tiempo entre sesión y sesión de embolización.

En nuestra serie, el tiempo medio entre sesión y sesión de embolización fue de 14,25+/-5,6 días. En lo publicado en la literatura, no hay datos consistentes sobre cuál es el tiempo adecuado que se debería esperar. Heros R recomienda esperar entre 4 y 6 semanas entre sesiones de embolización<sup>21</sup>, para dar tiempo a que los cambios hemodinámicos que se producen dentro del nidus tras la oclusión se estabilicen.

### 3. Porcentaje de embolización prequirúrgica deseable

Varios autores comentan cuál debería ser el porcentaje de embolización preoperatoria óptimo para facilitar la exéresis

de la lesión por parte del neurocirujano. Viñuela F<sup>49</sup>, en su revisión sobre 101 MAVs tratadas con embolización más cirugía, apunta que sería una oclusión superior al 50-75% de la lesión para favorecer la cirugía. Pasqualin F<sup>34</sup>, en su trabajo sobre 49 pacientes en los que también se realizó tratamiento endovascular más cirugía, señala que un porcentaje de oclusión de la malformación mayor del 40% parece mejorar los resultados de la cirugía. Estos datos podrían dar una idea de cuál es el límite inferior al cual se pretende llegar con el tratamiento endovascular. Por otro lado, el embolizar "demasiado" también tiene sus riesgos; Iwawa T<sup>24</sup>, en su revisión de 605 MAVs embolizadas, observa que los casos de sangrado postembolización coincide con una oclusión del 70 a más del 95%. Otros autores también apoyan el hecho de la aparición de complicaciones hemorrágicas cuando la lesión está casi completamente excluida<sup>21</sup>.

### 4. Intervalo de tiempo entre la última embolización y la cirugía

En nuestra serie, el hecho de que la mayoría de los pacientes presentaron un hematoma postembolización fue lo que motivó el momento de la intervención quirúrgica, por lo que no pudo realizarse de forma electiva. Según la literatura, varios autores abogan por esperar, en la medida de lo posible, entre 1 y 3 semanas entre la última embolización y la cirugía<sup>34,43</sup>. Esperar más de una semana con el fin de permitir de esta forma la trombosis progresiva de la lesión tras la embolización y disminuir el riesgo de hiperemia en el postoperatorio inmediato. No alargar la cirugía más de 3 semanas, por el riesgo teórico de la formación de vascularización colateral que podría llevarse a cabo. Sin embargo, otros autores como Kuhmomen J y Hernesniemi J<sup>25</sup>, recomiendan la realización de embolización más cirugía de forma precoz en un total de 4 días, con el fin de evitar un resangrado de la MAV y acelerar la rehabilitación de los pacientes.

Bajo nuestro punto de vista, sería recomendable esperar entre 1 y 3 semanas entre la embolización y la cirugía.

## Conclusiones

El tratamiento actual de las malformaciones arteriovenosas cerebrales debe abordarse teniendo un conocimiento preciso de su historia natural, forma de presentación, sus características angioestructurales (presencia de aportes arteriales profundos, aneurismas intranidales), la escala de Spetzler y Martin y el estado clínico del paciente.

Las MAVs grado III y IV tratadas en nuestro centro muestran unos resultados funcionales al año globalmente buenos (93,3% Rankin m  $\geq$  2), si bien la forma de presen-

tación, fundamentalmente la hemorragia, parece ser un factor determinante en el estado funcional final de nuestros pacientes.

El tratamiento que parece más recomendable en pacientes con MAV grado III, IV, incluso en alguna grado V tratable, situadas en área elocuente y mayores de 3 cms sería la embolización más cirugía. El tratamiento endovascular sería conveniente realizarlo en varias sesiones con oclusión progresiva de la misma, evitando embolizar más del 50% por sesión, con un intervalo entre embolizaciones de entre 4 y 6 semanas y de 1 a 3 semanas entre embolización y cirugía. El porcentaje de oclusión endovascular prequirúrgica deseable sería > 50%, sin pretender buscar una oclusión completa o casi completa, dado que ello podría aumentar el riesgo de sangrado postembolización.

## Bibliografía

1. Al-Shahi, R., Warlow, C.P.: Interventions for treating brain arteriovenous malformations in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2006; 25(1): CD003436.
2. Brown, R.D., Wiebers, D.O., Forbes, G., et al.: The natural history of unruptured intracranial arteriovenous malformations. *J Neurosurg* 1988; 68: 352-357.
3. Brown, R.J., Wiebers, D., Forbes, G.: Unruptured intracranial aneurysm and vascular malformations: Frequency of intracranial hemorrhage and relationships of lesions. *J Neurosurg* 1990; 73: 859-863.
4. Chang, S.D., Marcellus, M.L., Levy, R.P., et al.: Multimodality treatment of giant intracranial arteriovenous malformations. *Neurosurgery* 2003; 53: 1-13.
5. Columbia AVM Study Group: Arteriovenous malformations of the brain in adults. *N Engl J Med* 1999; 340: 1812-1818.
6. Crawford, P., West, C., Chadwick, D., et al.: Arteriovenous malformations of the brain: Natural history in unoperated patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1986; 49: 1-10.
7. Cronqvist, M., Wirestam, R., Rangren, B. et al.: Endovascular treatment of intracerebral arteriovenous malformations: procedural safety, complications and results evaluated by MR, imaging, including diffusion and perfusion imaging. *AJNR* 2006; 27: 162-176.
8. Ferch, R.D., Morgan, M.K.: High grade arteriovenous malformations and their management. *J Clin Neurosci* 2002; 9: 37-40.
9. Forster, D.M., Steiner, L., Hakanson, S.: Arteriovenous malformations of the brain: a long term clinical study. *J Neurosurg* 1972; 37: 562-570.
10. Frizzel, R.T., Fisher, W.S.: Cure, morbidity and mortality associated with embolization of brain arteriovenous malformations. A review of 1246 patients in 32 series over a 35 year period. *Neurosurgery* 1995; 37: 1031-1040.
11. Fults, D., Kelly, D.L.: Natural history of arteriovenous malformations of the brain: a clinical study. *Neurosurgery* 1984; 15: 658-662.
12. Gobin, Y., Laurent, A., Merienne, I., et al: Treatment of brain arteriovenous malformations by embolization and radiosurgery. *J Neurosurg* 1996; 85: 19-28.
13. Graf, C.J., Perret, G.E., Torner, J.C.: Bleeding from cerebral arteriovenous malformations as part of their natural history. *J Neurosurg* 1983; 58: 331-337.
14. Hamilton, M.G., Spetzler, R.F.: The prospective application of a grading system for arteriovenous malformations. *Neurosurgery* 1994; 34: 2-7.
15. Han, P., Ponce, F., Spetzler, R.F.: Intention to treat analysis of Spetzler Martin Grades IV and V arteriovenous malformations. Natural history and treatment paradigm. *J Neurosurg* 2003; 98: 3-7.
16. Hartmann, A., Mast, H., Mohr, J.P., et al.: Morbidity of intracranial hemorrhage in patients with cerebral arteriovenous malformations. *Stroke* 1998; 29: 931-934.
17. Hartmann, A., Pile-Spellman, Stapf, C., et al.: Risk of endovascular treatment of brain arteriovenous malformations. *Stroke* 2002; 33: 1816-1820.
18. Heidenreich, J.O., Hartlieb, S., Stendel, R. et al.: Bleeding complications after endovascular therapy of cerebral arteriovenous malformations. *AJNR* 2006; 27: 313-6.
19. Heros, R.C., Korouse, K., Diebold, P.M.: Surgical excision of cerebral arteriovenous malformations: late results. *Neurosurgery* 1990; 26: 570-578.
20. Heros, R.C.: Editorial of Han, P., Ponce, F.: Spetzler-Martin Grades IV-V arteriovenous malformations. *J Neurosurg* 2003; 98: 1-2.
21. Heros, R.C.: Editorial of Taylor, C.L., Dutton, K. et al.: Embolization of arteriovenous malformations. *J Neurosurg* 2004; 100: 807-809.
22. Howington, J.: Comment on Iwawa, Yoshimura, K. et al.: Emergency craniotomy for intraparenchymal massive hematoma after embolization of supratentorial arteriovenous malformations. *Neurosurgery* 2003; 53: 1259.
23. Hunt, W.E., Hess, R.M.: Surgical risk as related to time of intervention in the repair of intracranial aneurysms. *J Neurosurg* 1968; 28: 14-20.
24. Iwawa, T., Yoshimura, K., Imhof, H.G., et al.: Emergency craniotomy for intraparenchymal massive hematoma after embolization of supratentorial arteriovenous malformations. *Neurosurgery* 2003; 53: 1251-1260.
25. Kuhmonen, J., Piippo, A., Vaart, K., Hernesniemi, J. et al.: Early surgery for ruptured cerebral arteriovenous malformations. *Acta Neurochir* 2005; (Suppl) 94: 111-114.
26. Kwon, O., Han, H.D., Han, H.M., et al.: Palliative treated cerebral arteriovenous malformations: late results. *J Clin Neurosci* 2000; 7 (Suppl): 69-72.
27. Lagares, A., Lobato, R.D., Campollo, J., et al.: Embolización de MAVs intracraniales coadyuvante de cirugía o radiocirugía. *Neurocirugía* 2000; 11: 271-280.

28. Lawton, M.T.: Spetzler-Martin Grade III arteriovenous malformations. Surgical results and a modification of the grading scale. *Neurosurgery* 2003; 52: 740-749.
29. Lobato, R.D., Gómez, P.A., Lagares, A., et al.: Malformaciones arteriovenosas paraesplénicas. A propósito de 15 casos tratados quirúrgicamente. *Neurocirugía* 2002; 1: 15-22.
30. Mast, H., Young, W.L., Koennecke, H.C., et al.: Risk of spontaneous hemorrhage after diagnosis of cerebral arteriovenous malformations. *Lancet* 1997; 350: 1065-1068.
31. Ogilvy, C.S., Stieg, P.E., Awad, I., et al.: Recommendations for the management of intracranial arteriovenous malformations. *Circulation* 2001; 103: 2644-2657.
32. Oliveira, E., Tedeschi, H., Raso, J.: Comprehensive management of arteriovenous malformations. *Neurol Res* 1998; 20: 673-683.
33. Ondra, S.L., Troupp, H., Georg, E.D., et al.: The natural history of symptomatic arteriovenous malformations of the brain: a 24 year follow up assessment. *J Neurosurg* 1990; 73: 387-391.
34. Pasqualin, A., Scienza, R., Cioffi, F., et al.: Treatment of cerebral arteriovenous malformations with combination of preoperative embolization and surgery. *Neurosurgery* 1991; 29: 358-368.
35. Pollock, B., Flickinger, J., Lunsford, L., et al.: Factors that predict the bleeding risk of cerebral arteriovenous malformations. *Stroke* 1996; 27: 1-6.
36. Rankin, J.: Cerebral vascular accidents in patients over the age of 60. 2. Prognosis. *Scott Med J* 1957; 2: 200-215.
37. Redekop, G., TerBrugge, L., Montanera, W., et al.: Arterial aneurysm associated with cerebral arteriovenous malformations: Classification, incidence and risk of hemorrhage. *J Neurosurg* 1998; 89: 539-546.
38. Roserwasser, R.H., Thomas, J.E., Gannon, R.P., et al.: Current strategies for the management of cerebral arteriovenous malformations. *Rolling Meadows, III: American Association of Neurological Surgeons*; 1998.
39. Söderman, M., Andersson, T., Karlsson, B., et al.: Management of patients with arteriovenous malformations. *Eur J Radiology* 2003; 46: 195-205.
40. Spetzler, R., Martin, N.A.: A proposed grading system for arteriovenous malformations. *J Neurosurg* 1986; 65: 476-483.
41. Spetzler, R.F., Martin, N.A., Carter, L.P., et al.: Surgical management of large AVM's by staged embolization and operative excision. *J Neurosurg* 1987; 67: 17-28.
42. Stapf, C., Mohr, J., Choi, J.H. et al.: Invasive treatment of unruptured brain arteriovenous malformations is experimental therapy. *Curr Opin Neurol* 2006; 19: 63-68.
43. Stein B.M.: Comment on Andrews, B.T., Wilson, C.B.: Staged treatment of arteriovenous malformations of the brain. *Neurosurgery* 1987; 21: 323.
44. Stenmeier, R., Schramm, J., Muller, H.G., et al.: Evaluation of prognostic factors in cerebral arteriovenous malformations. *Neurosurgery* 1989; 24: 193-200.
45. UK-TIA Study Group: The UK-TIA Aspirin Trial: Interim results. *Brit Med J* 1988; 296: 316-320.
46. Taylor, C.L., Dutton, K., Rappard, G., et al.: Complications of preoperative embolization of cerebral arteriovenous malformations. *J Neurosurg* 2004; 100: 810-812.
47. Taylor, C.L.: Comment on Editorial of Heros RC: Embolization of arteriovenous malformations. *J Neurosurg* 2004; 100: 809.
48. Valavanis, A., Yasargil, M.: The endovascular treatment of brain arteriovenous malformations. *Adv Tech Stand Neurosurg* 1998; 24: 131-214.
49. Viñuela, F., Dion, J.E., Duckwiler, G., et al.: Combined endovascular embolization and surgery in the management of cerebral arteriovenous malformations: experience with 101 cases. *J Neurosurg* 1991; 75: 856-864.
50. Viñuela, F., Duckwiler, G., Gugliemi, G., et al.: Intravascular embolization of cerebral arteriovenous malformations. In Maciunas RJ (ed): *Endovascular Neurological Intervention*. American Association of Neurological Surgeons, Park Ridge, IL, 1995, pp. 189-199.

---

Muñoz, F.; Clavel, P.; Molet, J.; Castaño, C.; de Teresa, S.; Solivera, J.; de Quintana, C.; Tresserras, P.; Rodríguez, R.; Bartumeus, F.: Manejo actual de las malformaciones arteriovenosas. Estudio retrospectivo de 31 casos y revisión de la literatura. *Neurocirugía* 2007; 18: 394-405.

---

*Dirección postal:* Dr. F. Muñoz. Hospital Santa Creu i Sant Pau. Hospital Nuevo. Módulo 1. Piso 4. Secretaría de Neurocirugía. Av. Sant Antoni Maria Claret, núm 167. 08025 Barcelona

**Comentario al trabajo: Manejo actual de las malformaciones arteriovenosas. Estudio retrospectivo de 31 casos y revisión de la literatura de F. Muñoz y cols.**

Los autores presentan una serie de 31 pacientes con MAVs cerebrales tratadas en su centro entre 1999 y 2004, 27 de ellas supratentoriales y 4 infratentoriales.

El objetivo del trabajo es establecer unos criterios terapéuticos de las MAVs grados III, IV y V de Spetz-

ler - Martin (S-M) y analizar los resultados del subgrupo de pacientes tratados mediante embolización seguida de cirugía.

En el 77,4% de los casos la forma de presentación fue la hemorrágica y sólo en un caso la MAV resultó ser un hallazgo

casual. Dividen la serie en 6 grupos dependiendo del tratamiento aplicado (cirugía, embolización, radiocirugía, embolización seguida de cirugía, embolización seguida de radiocirugía y no tratamiento) y estiman los resultados funcionales según la escala de Rankin modificada.

El trabajo resulta bastante interesante al tratarse de una serie consecutiva de pacientes con MAVs tratadas en el mismo Hospital durante un periodo de 6 años. De los 31 pacientes de su serie, 19 tenían una MAV grado III - V. Siete de las 11 MAVs grado III fueron tratadas quirúrgicamente, en dos casos con ayuda de embolización previa. Cinco de las 7 MAVs grado IV fueron tratadas mediante cirugía, en tres casos precedida de embolización. Por último, el único caso con MAV grado V fue tratado de manera conservadora.

Estamos de acuerdo con los autores en que la clasificación de S - M no es del todo útil en muchos casos, fundamentalmente en el grado III, sin embargo, los autores no utilizan ninguna subclasificación alternativa. Las posibles variantes de los grados III son, según Lawton<sup>3</sup>:

**III-** : (tamaño (T): 1; venas (V): 1; elocuencia (E): 1): son MAVs con un riesgo quirúrgico similar a las grado II. Se desprende del texto que los autores recomiendan embolización seguida de cirugía, salvo en los casos de imposibilidad para la embolización prequirúrgica, en los que aconsejan cirugía directa. En caso de localizarse en área elocuente profunda (grado III B de Oliveira y cols<sup>4</sup>), los autores parecen recomendar la radiocirugía, al igual que el grupo brasileño. **III+** : (T2VOE1): son MAVs de alto riesgo quirúrgico, por lo que Lawton aconseja manejo conservador. Los autores parecen recomendar embolización seguida de cirugía, aunque en 2 casos decidieron tratamiento conservador "por decisión de los pacientes y la familia". **III** : (T2V1EO): son-MAVs de riesgo quirúrgico intermedio, por lo que Lawton aconseja seleccionar cada caso individualmente. **III\*** : (T3VOEO): son muy raras y el riesgo quirúrgico es incierto.

Aunque no utilizan las subclasificaciones de Lawton o de Oliveira para los grados III de S-M, los autores presentan unos resultados globales muy buenos, con un 90% de buena evolución (Rankin  $\leq$  2) en los 19 pacientes con MAVs grados III - V, siendo 12 de ellos tratados quirúrgicamente.

Como es bien conocido, la embolización ha encontrado un papel relevante como técnica coadyuvante al tratamiento

quirúrgico o radioterápico de las MAVs. De hecho, figura en los protocolos de tratamiento de centros con amplia experiencia, fundamentalmente en MAVs grados III, IV y V. Este tratamiento ha facilitado la cirugía de MAVs por varias razones: en primer lugar, los vasos embolizados son fácilmente distinguibles en el campo quirúrgico, lo que facilita la identificación de arterias en tránsito que no nutren la malformación; en segundo lugar, la embolización permite delimitar mejor el nidus, lo que facilita su disección; por último, tanto el sangrado intraoperatorio como el tiempo quirúrgico total se reducen de manera significativa<sup>2</sup>. Sin embargo, el tratamiento endovascular de las MAVs no está exenta de riesgos, presentando un 8.6% de morbilidad permanente a largo plazo en la serie del Barrow Neurological Institute<sup>1</sup>. De esta forma, parte de la morbilidad asociada años atrás al cirujano, pasan ahora a estar asociada al neurorradiólogo intervencionista. Por este motivo, los pacientes con MAVs deberían ser tratados en equipos multidisciplinarios donde trabajen neurocirujanos, neurointervencionistas y radioterapeutas. De esta forma se puede decidir, en los pacientes que van a ser intervenidos, la necesidad o no de tratamiento endovascular previo y qué pedículos arteriales conviene cerrar para facilitar realmente la cirugía posterior, sin añadir morbilidades innecesarias al tratamiento.

## Bibliografía

1. Kim, L.J., Albuquerque, F.C., Spetzler, R.F., McDougall, C.G.: Postembolization neurological deficits in cerebral arteriovenous malformations: stratification by arteriovenous malformation grade. *Neurosurgery* 2006; 59: 53-59.
2. Lagares, A., Lobato, R.D., Campollo, J., Gómez, P.A., Ramos, A., González, P., and de la Lama, A. Embolización de MAVs intracraneales coadyuvante de cirugía o radiocirugía. *Neurocirugía* 2000; 11: 271-280.
3. Lawton, M.T.: Spetzler-Martin Grade III arteriovenous malformations: surgical results and a modification of the grading scale. *Neurosurgery* 2003; 52: 740-748.
4. de Oliveira, E., Tedeschi, H., Raso, J.: Comprehensive management of arteriovenous malformations. *Neurol. Res.* 1998; 20: 673-683.

J.F. Alén

A. Lagares

R.D. Lobato

Madrid