

Malformaciones arteriovenosas cerebrales: experiencia personal con 121 pacientes tratados con microcirugía

Jordi Vilalta

Introducción. Las malformaciones arteriovenosas (MAV) se pueden encontrar en el 0,1% de la población, y la forma de presentación más frecuente es la hemorragia intracranial.

Objetivo. Análisis descriptivo de una serie de MAV operadas por un neurocirujano.

Pacientes y métodos. De un registro hospitalario se han seleccionado los casos de MAV cerebrales operados por el autor en el período 1990-mayo 2014, revisando los aspectos clínicos, demográficos y angiográficos, y los resultados clinicorradiológicos seis meses después de la cirugía.

Resultados. De los 400 pacientes tratados en el mismo período, 121 fueron intervenidos por el autor, con una media de edad de 34,3 años (rango: 5-75 años). El 61,7% de los pacientes se diagnosticó por una hemorragia cerebral, y la segunda forma de presentación más frecuente, el 19,8%, por crisis epilépticas. La localización superficial supratentorial, en 97 casos (80,2%), fue la más frecuente. Más de la mitad de los enfermos presentaba una MAV de grados bajos, I-II, según la escala de Spetzler y Martin. Doce pacientes (10%) tenían aneurismas no intranidales asociados. En la mayoría de los casos, 109 (90,1%), se realizó cirugía electiva. La resección completa de la MAV después del último examen angiográfico se obtuvo en 118 pacientes (97,5%). Los resultados clínicos fueron buenos (buena recuperación y moderada incapacidad) en 114 casos (95%), y malos (gran incapacidad y muerte), en seis (5%).

Conclusiones. La cirugía para las MAV cerebrales, con un criterio de selección apropiado, es la mejor opción terapéutica para muchos pacientes.

Palabras clave. Hemorragia cerebral. Malformaciones arteriovenosas cerebrales. Microcirugía. Tratamiento quirúrgico.

Introducción

Una de cada 1.000 personas tiene una malformación arteriovenosa (MAV) cerebral [1,2]. La forma de presentación más frecuente es la hemorragia cerebral, que representa el 1-2% de los ictus, con un 18% de mortalidad [3]. El 5% de las epilepsias focales sintomáticas se relaciona con una MAV [4].

Actualmente hay tres modalidades terapéuticas para erradicar la MAV (cirugía, radiocirugía y embolización), que se utilizan solas o en combinación. A pesar de que el tratamiento quirúrgico, con una selección adecuada, sigue siendo la mejor opción terapéutica [5], la mala reputación del tratamiento invasivo para las MAV no rotas ha culminado, después de muchos esfuerzos y autores implicados, en un estudio multicéntrico (ARUBA), donde se concluye que el tratamiento médico es superior al tratamiento intervencionista (radiocirugía, embolización y cirugía) para prevenir la muerte o un ictus en pacientes con MAV no rotas [6]. El estudio ARUBA ha sido cuestionado por muchos autores [7,8], y conviene remarcar que lo peor de todo es que el es-

tudio puede hacer pensar a los médicos no especialistas que todas las MAV que no han sangrado no deben tratarse, lo que impide a numerosos pacientes jóvenes, con un tratamiento adecuado, evitar el riesgo de morir por una hemorragia cerebral.

Se presenta una experiencia personal en el tratamiento quirúrgico de las MAV cerebrales.

Pacientes y métodos

De un registro prospectivo de patología neurovascular de un servicio de neurocirugía se han seleccionado los pacientes operados de una MAV cerebral por el autor desde 1990 a mayo de 2014. Se han excluido los casos no operados y los que fueron tratados por otros neurocirujanos del servicio. Se han revisado los datos demográficos, clínicos y angiográficos. El nivel de conciencia se ha valorado con la escala de coma de Glasgow, y se ha considerado que el paciente estaba en coma cuando tenía una puntuación inferior a 9. Se ha simplificado la localización de las MAV siguiendo la clasificación de Yasargil [9].

Servicio de Neurocirugía.
Hospital Universitari Vall d'Hebron.
Barcelona, España.

Correspondencia:

Dr. Jordi Vilalta Castán.
Servicio de Neurocirugía.
Hospital Universitari Vall d'Hebron.
Pg. Vall d'Hebron, 119-129.
E-08035 Barcelona.

E-mail:

pelagatosiv@gmail.com

Agradecimientos:

A todos los compañeros que a lo largo de los años participaron en el tratamiento de estos pacientes y a los colegas del Área Científica de la Sociedad Española de Neurología que me estimularon a realizar este trabajo.

Aceptado tras revisión externa:

14.10.15.

Cómo citar este artículo:

Vilalta J. Malformaciones arteriovenosas cerebrales: experiencia personal con 121 pacientes tratados con microcirugía. Rev Neurol 2015; 61: 481-9.

© 2015 Revista de Neurología

Tabla. Características y resultados clinicorradiológicos de la serie ($n = 121$).

Edad media (rango)		34,5 años (5-75 años)
Hombres/mujeres		63 (52,1%) / 58 (47,9%)
Embarazo		4 (3,3%)
HIC, HIV, HSA (malformaciones arteriovenosas rotas)		74 (61,7%)
Resangrado intrahospitalario		6 (4,9%)
Coma preoperatorio		8 (6,6%)
Escala de Spetzler y Martin	I-II	68 (56,2%)
	III	38 (31,4%)
	IV-V	15 (12,4%)
Aneurismas (no intranidales)		12 (10%)
Malformaciones arteriovenosas múltiples		1
Otras lesiones		8 (6,7%) (6 cavernomas, 2 tumores)
Localización de la malformación arteriovenosa	Supratentorial superficial	97 (80,2%)
	Supratentorial profunda	8 (6,6%)
	Cerebelo	16 (13,2%)
Cirugía	Cirugía urgente	12 (10%)
	Cirugía electiva	109 (90,1%)
	Cirugía de rescate	11 (9,1%)
	Embolización preoperatoria planificada	6 (5%) (3 con aneurismas asociados)
	Complicaciones intraoperatorias	6 (5%)
	Reoperación	20 (16,5%)
	Resultados clínicos	Buena recuperación/moderada incapacidad
	Gran incapacidad/muerte	6 (5%)

HIC: hemorragia cerebral; HIV: hemorragia intraventricular; HSA: hemorragia subaracnoidea.

Durante estos años, los estudios preoperatorios que se han utilizado, además de la angiografía, son: tomografía computarizada y, más recientemente, angiotomografía computarizada, resonancia magnética, tomografía simple por emisión de fotón único basal y con acetazolamida, potenciales evocados y Doppler. La monitorización intraoperatoria con presión tisular de oxígeno (PtiO₂), los potenciales evocados intraoperatorios y la angiografía intraopera-

toria se emplearon ocasionalmente en los últimos años. En general, todos los pacientes con hemorragia cerebral ingresaron en la unidad de cuidados intensivos siguiendo el tratamiento específico según el estado neurológico y, en los casos de lesiones de la fosa posterior, se colocó un drenaje ventricular en la mayoría de los pacientes según criterios clinicorradiológicos.

Se han examinado las hojas operatorias y las notas personales para determinar el tipo de cirugía, las complicaciones y las reintervenciones. Los resultados clínicos se han valorado seis meses después de la última cirugía con la escala de Glasgow, y se han considerado buenos (buena recuperación y moderada incapacidad) y malos resultados (gran incapacidad, estado vegetativo y muerte). Para los resultados angiográficos se ha considerado la ausencia de *nidus* y de drenaje venoso precoz para confirmar la extirpación de la MAV. Se ha utilizado el programa estadístico Open Epi v. 3.03 para comparar los porcentajes de algunas variables (significación estadística para $p < 0,05$).

Resultados

Durante el período analizado, se han tratado en el mismo hospital 400 pacientes con MAV, 217 con cirugía, y, de éstos, 121 por el autor.

La media de edad de los 121 pacientes seleccionados fue de 34,3 años (rango: 5-75 años); de 36,6 años en los pacientes con MAV no rotas ($n = 46$) y de 33,3 años en los casos de MAV rotas ($n = 74$). Sesenta y tres eran hombres (52,1%), y 58, mujeres (47,9%) (Tabla).

Cuatro pacientes (3,3%) sangraron durante el embarazo, y en ningún caso se conocía previamente la existencia de una MAV.

Seis pacientes (4,9%) resangraron durante su ingreso, tres antes del tratamiento quirúrgico, que en dos casos motivó una cirugía urgente. En otra paciente, el resangrado no modificó su estado neurológico. Ocho pacientes (6,6%) fueron intervenidos en coma.

Casi dos tercios de los pacientes fueron diagnosticados de hemorragia cerebral ($n = 74$; 61,7%). La segunda forma de presentación más frecuente, en 24 pacientes (19,8%), fueron crisis epilépticas.

Más de la mitad de los pacientes presentaba una MAV de grados bajos, I-II, según la escala de Spetzler y Martin (Tabla).

Doce pacientes, que representan el 10% de toda la serie, tenían aneurismas no intranidales asociados. La presencia de aneurismas no intranidales fue más elevada en pacientes con MAV de la fosa pos-

terior. Si se comparan los porcentajes de aneurismas no intranidales en los casos de malformaciones de la fosa posterior (4 pacientes de 16) con los casos de MAV supratentoriales (8 casos de 105), las diferencias son estadísticamente significativas (test Mid-*p* exacto = 0,031).

Una paciente presentaba una MAV occipital que fue tratada quirúrgicamente y una MAV talámica contralateral que se remitió para tratamiento con radiocirugía. En ocho pacientes coexistían otras lesiones cerebrales (Tabla).

La localización más frecuente fue superficial supratentorial en 97 (80,2%) casos (Tabla I). Dieciséis pacientes presentaron una localización infratentorial, y, de estos, sólo en dos casos la forma de presentación no fue hemorrágica. Comparando la localización supra e infratentorial con la forma de presentación hemorrágica, las diferencias son estadísticamente significativas (Mid-*p* exacto < 0,05).

En la mayoría de los casos, 109 (90,1%), se realizó cirugía electiva, y en el 10% (12 pacientes), cirugía urgente. Se realizó embolización del *nidus* o de los aneurismas de forma planificada en seis pacientes (5%). Fueron intervenidos 11 pacientes (9,1%) (Tabla) cuando fracasó el plan terapéutico realizado en otros centros (cirugía de rescate).

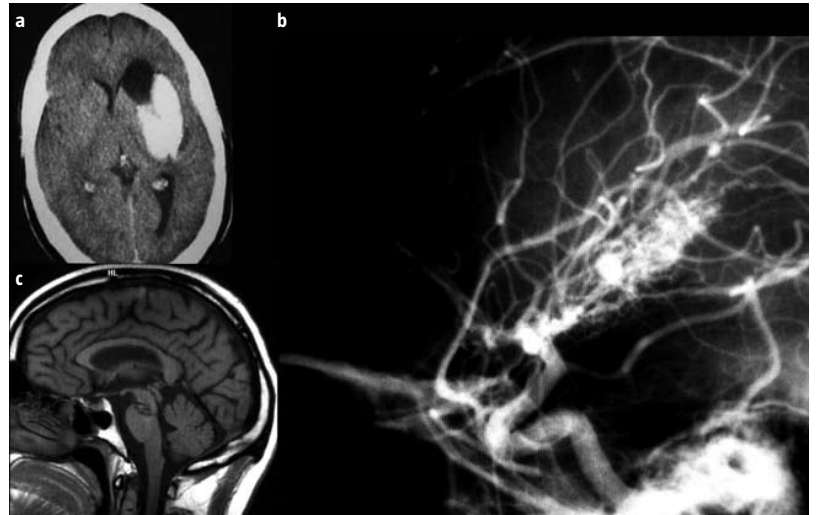
Las historias clínicas, las variables del registro y, en algunos casos, las notas personales permitieron identificar a seis pacientes (5%) con complicaciones intraoperatorias importantes; no se consideraron aquellos eventos que, a nuestro juicio, no implicaron una alteración hemodinámica, por ejemplo, la rotura de la vena principal en la fase final de la disección de una pequeña MAV. Veinte pacientes (16,5%) fueron reintervenidos por complicaciones hemorrágicas o restos de *nidus*, aproximadamente la mitad (11 casos) por restos de *nidus*. Otras causas fueron hematomas (algunos con ambas complicaciones); también para extirpar la MAV, porque la primera operación había tenido como objetivo sólo evacuar el hematoma. Tres casos precisaron un sistema derivativo de líquido cefalorraquídeo con válvula.

La resección completa de la MAV, después del último examen angiográfico, se obtuvo en 118 pacientes (97,5%). Los resultados clínicos fueron buenos (buena recuperación y moderada incapacidad) en 114 casos (95%) y malos (gran incapacidad y muerte) en seis (5%).

Discusión

La edad es un factor muy importante para la decisión del tratamiento quirúrgico y para la obtención

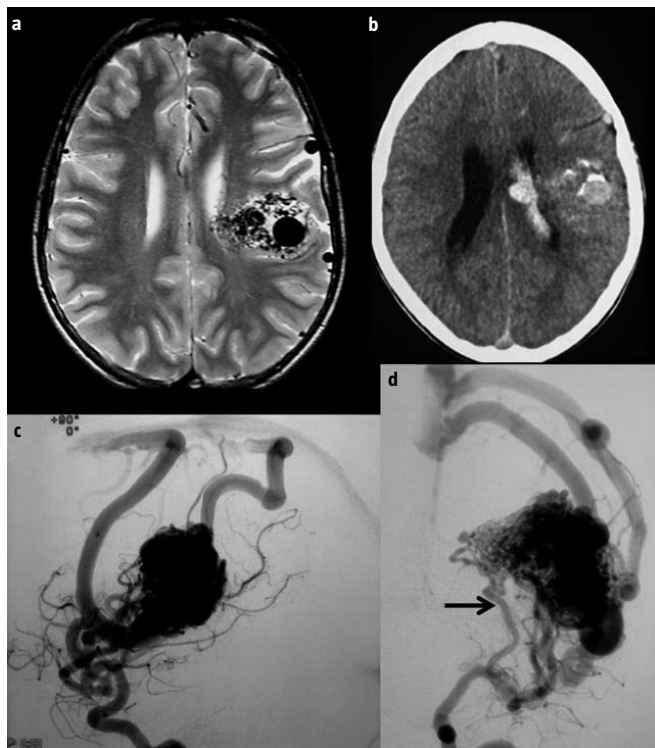
Figura 1. a) Tomografía computarizada con hematoma silviano. El paciente había sido diagnosticado 20 años antes por crisis y tratado con radioterapia. Por persistencia de la malformación arteriovenosa (MAV), se trató con radiocirugía cinco años antes del último ingreso; b) La angiografía preoperatoria no mostraba diferencias en cuanto al tamaño de la MAV con respecto al examen inicial, excepto un crecimiento del aneurisma nidal. Fue intervenido con escisión de la MAV; c) Un estudio con resonancia magnética años después mostró un cavernoma en el tronco, posiblemente radioinducido.



de aceptables resultados clínicos. En este sentido, parece razonable tratar a pacientes jóvenes con MAV de grados IV-V y, por el contrario, es dudoso el beneficio de tratar a un anciano de 90 años con una MAV 'no rota' [10]. La media de edad de 34 años de la presente serie es comparable con otras publicadas [5]. Una media de edad mayor, de 44 años, en el estudio ARUBA [6], sugiere un sesgo de selección; por otra parte, los autores no explican por qué excluyeron a los pacientes menores de 18 años.

La forma de presentación más frecuente fue, en 74 pacientes (61,7%), una hemorragia intracraneal (MAV 'rota'), en cualquiera de sus formas (intracerebral, intraventricular, hemorragia subaracnoidea, subdural), sola o acompañada, que ocasionó alteraciones del estado neurológico más o menos importantes, y en ocho pacientes (6%) condicionó que se operaran en coma (Tabla). Algunos pacientes de la serie habían sido diagnosticados previamente por crisis (Figs. 1 y 2). Por otra parte, la distinción entre MAV 'rotas' y 'no rotas', a nuestro juicio, no sirve para indicar el tratamiento quirúrgico [10,11]. Finalmente, después de reducir el número de pacientes previstos al principio, se han publicado los resultados del estudio ARUBA [6], que han provocado una eclosión de literatura médica sobre el tema. Russin y Cohen-Gadol [12] se preguntan qué he-

Figura 2. a) Resonancia magnética que muestra una malformación arteriovenosa (MAV) 'no rota' diagnosticada por crisis; b) Tomografía computarizada con hemorragia cerebral unos meses después; c, d) Angiografía de la MAV que inicialmente se había planificado tratar con embolización y cirugía. Por problemas técnicos no se pudo embolizar el aporte de la arteria lenticuloestriada (flecha) y se trató quirúrgicamente. A los seis meses, el paciente seguía haciendo rehabilitación de su hemiparesia de predominio braquial, que no le impedía realizar las actividades básicas de la vida diaria.



mos ganado con este estudio y cómo podemos aplicarlo a nuestros pacientes. Quizás, la parte positiva del estudio ARUBA es que, en algunos casos, nos puede servir para refinar nuestro juicio clínico en la selección de pacientes para cualquier tratamiento 'invasivo'. El aspecto más negativo del estudio ARUBA es que puede hacer creer a médicos no especialistas y a las autoridades sanitarias que las MAV no rotas no se deben tratar. Esta evidencia científica de un estudio muy cuestionado puede quitar a muchos pacientes jóvenes la posibilidad de curarse de una enfermedad, a veces, letal.

Entre las MAV no rotas, la forma de presentación más frecuente fue la epilepsia (Tabla). El 5% de las epilepsias focales sintomáticas se relaciona con una MAV según un estudio de nuestro hospital [4].

Cuatro pacientes sufrieron una hemorragia por la MAV durante el embarazo. Una de ellas ya había tenido un hijo y el embarazo previo había transcu-

rrido sin incidencias. En estas cuatro pacientes se siguió el mismo principio terapéutico: hacer lo mismo que se haría si no estuviesen embarazadas, pero teniendo en cuenta que estaban embarazadas. Todas las pacientes evolucionaron bien después de la cirugía y los niños, excepto un aborto, nacieron a término sin complicaciones. La hemorragia de la MAV durante el embarazo podría considerarse más una coincidencia que una causa-efecto, ya que la edad más frecuente de hemorragia cerebral por una MAV coincide con la de máxima fertilidad. Por el contrario, aunque con las limitaciones de un estudio retrospectivo, Gross y Du [13] muestran un riesgo de hemorragia superior durante el embarazo. Difícilmente se podría hacer un estudio prospectivo para asegurar si el embarazo aumenta el riesgo de sangrado, porque muchos neurocirujanos preferiríamos tratar a una paciente con una MAV conocida antes de planificar un embarazo.

El resangrado intrahospitalario (precoz), a diferencia de la hemorragia subaracnoidea aneurismática, es mucho menos frecuente, por lo que, habitualmente, la cirugía es electiva [14]. No obstante, el clásico concepto de esperar varias semanas después de una hemorragia para que el paciente se recupere debería revisarse. En tres pacientes, el resangrado ocurrió antes de la intervención, y en los otros tres, en el postoperatorio inmediato, probablemente por restos de *nidus* o complicaciones postoperatorias. De los tres pacientes que resangraron precozmente durante el ingreso antes del tratamiento, una falleció. Retrospectivamente, el principal error fue intervenir a una paciente con una midriasis bilateral. Aunque la cirugía electiva de las MAV es preferible, algunos pacientes, por deterioro secundario a la hemorragia cerebral, precisan una intervención urgente que, en algunos casos, puede salvarles la vida. De esta serie, ocho pacientes (6,6%) se operaron en coma (Fig. 3).

La escala de Spetzler y Martin para predecir los riesgos quirúrgicos puede cuestionarse, pero aún es la mejor que conocemos y su aplicación es universal. La escala suplementaria ideada por Lawton y validada recientemente [15], en mi opinión, no añade más precisión que el juicio clínico que tiene en cuenta otros factores, y estamos de acuerdo con Bendok et al [16] en que, en el futuro, una fórmula con múltiples variables, incluidas las pruebas de imagen, aumentará el valor predictivo de los riesgos quirúrgicos. Por otra parte, hay tres tipos de factores que se deben considerar para decidir el tratamiento, que son: factores relacionados con el paciente, la MAV y el equipo médico. Un neurocirujano puede ser muy diestro técnicamente, pero sus

resultados, a partir de una cierta experiencia, no mejorarán sólo por su destreza, sino por su juicio clínico y, obviamente, con un equipo interesado en esa patología.

La asociación de aneurismas y MAV es bien conocida [17]. En esta serie, 12 pacientes, el 10% del total, tenían aneurismas asociados. En nuestro registro se excluyeron los aneurismas intranidales. La política que hemos seguido cuando coexistían aneurismas y una MAV ha sido:

- Tratar la lesión que ha sangrado.
- Si no se sabía qué lesión había sangrado, se trató primero el aneurisma.
- Se procuró tratar las lesiones simultáneamente.
- Cirugía/embolización según un acuerdo entre el neurorradiólogo y el autor en esta serie (Figs. 3 y 4).

Se ha referido que muchos aneurismas desaparecen al tratar la MAV, pero otros no, y también, lo que se etiquetó de un aneurisma, en el estudio angiográfico inicial, después de la resección de una MAV, se consideró como una dilatación infundibular.

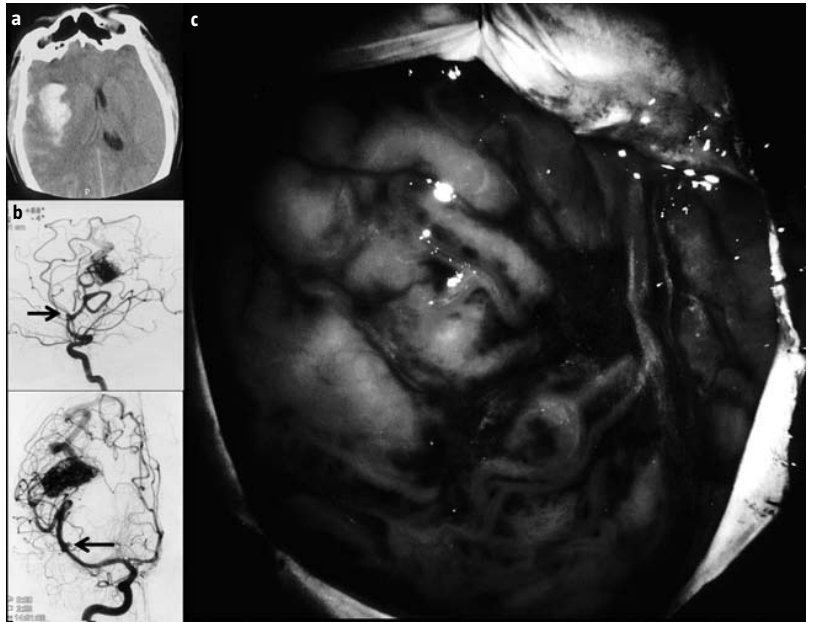
Curiosamente, en algunas series con un número de casos importante, no se menciona el porcentaje de aneurismas y su tratamiento [18-20]. Gross y Du [21], en un metaanálisis sobre la historia natural de las MAV, reconocen la importancia de los aneurismas asociados como factor de riesgo de hemorragia. El porcentaje de aneurismas asociados fue significativamente mayor en las MAV de la fosa posterior, coincidiendo con una mayor frecuencia de una presentación hemorrágica.

Se ha simplificado la localización de la MAV siguiendo el criterio de Yasargil [9], que, con el grado, según la escala de Septzler y Martin, es suficiente para caracterizar la MAV y decidir el tratamiento junto con otros factores [10,14].

Aunque en la mayoría de los pacientes se planificó una cirugía electiva (Tabla), en un 10% de los casos se realizó una cirugía urgente por deterioro neurológico (Fig. 3). De los pacientes operados de forma urgente, en la mitad de los casos se pudo evacuar el hematoma y extirpar la MAV, mientras que en otros sólo se evacuó el hematoma para intervenir en un segundo tiempo la MAV. Cuando se dispone de la información suficiente, el objetivo es evacuar el hematoma y reseca la MAV en un solo tiempo, pero, si no es así, puede ser muy temerario, especialmente si el entorno no es apropiado.

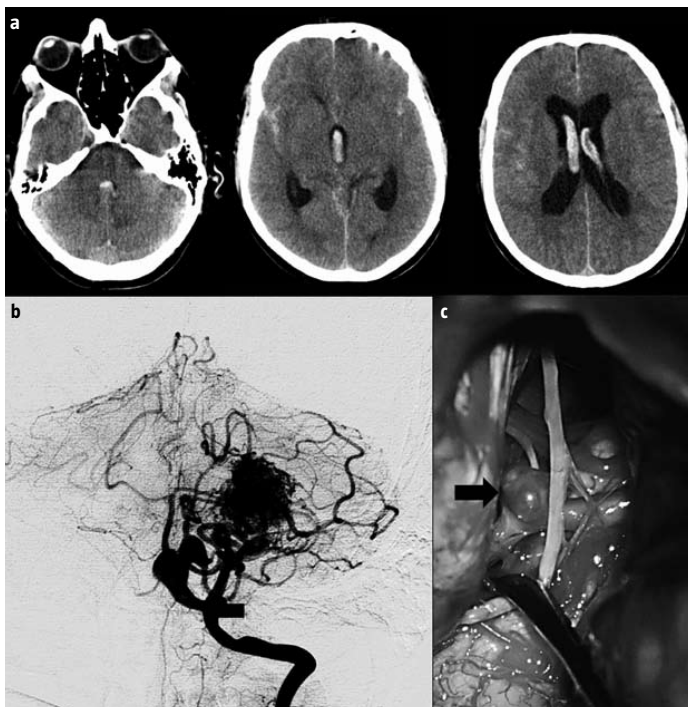
Se ha denominado cirugía de rescate a aquellos casos en que el autor no intervino en el plan terapéutico inicial con embolización y radiocirugía solas o combinadas, y que no consiguieron erradicar la MAV (Fig. 1). Se pensó que, sumando las tasas de

Figura 3. a) Tomografía computarizada con hemorragia subaracnoidea y hematoma silviano. Ingreso con déficit en las extremidades inferiores con empeoramiento hasta el coma (escala de coma de Glasgow = 8); b) El estudio angiográfico muestra una malformación arteriovenosa (MAV) y un aneurisma de la arteria cerebral media (flecha); c) Se intervino de urgencia; se clipó el aneurisma y se extirpó la MAV. Foto operatoria que muestra la MAV antes de iniciar la disección del aneurisma. El paciente quedó con una leve hemiparesia, aunque independiente para todas las actividades de la vida diaria.



curación de estos procedimientos, se podían tratar prácticamente todas las MAV. La experiencia nos ha demostrado que la utilización de embolización previa a la radiocirugía va en detrimento de la tasa de curación [22]. A algunos pacientes ha sido difícil explicarles que la cirugía es mucho más efectiva, pero que puede comportar déficits permanentes que, aunque los podamos prever, no siempre podemos saber su repercusión psicológica y funcional [14]. Aunque con diferentes matices, Abla et al [23] han publicado muy recientemente lo que denominan un nuevo paradigma para tratar MAV de alto grado (escala de Spetzler y Martin grado III-V), que consiste en aplicar varias sesiones de radiocirugía con el objeto de disminuir el grado de la MAV y que posteriormente sean más operables. El artículo es importante porque, considerando la enorme influencia que tienen los autores, puede inducir a que en otros centros, con un perfil diferente de pacientes, apliquen este nuevo paradigma. Conviene resaltar que este nuevo paradigma para MAV de grados III-V se aplicó en un porcentaje muy pequeño del total de MAV de alto grado tratadas con cirugía. Podría

Figura 4. a) Hemorragia subaracnoidea con invasión ventricular; b) Angiografía vertebral que muestra una malformación arteriovenosa (MAV) cerebelosa, un aneurisma de la arteria cerebelosa posteroinferior vertebral (flecha) y aneurismas en la arteria cerebelosa posteroinferior distales, en la arteria que nutría la MAV; c) No se consideró tributario de embolización y fue intervenido, y se le practicó un clipaje del aneurisma proximal y una escisión de la MAV con los aneurismas distales. La evolución clínica fue satisfactoria. El paciente precisó una derivación de líquido cefalorraquídeo mediante válvula.



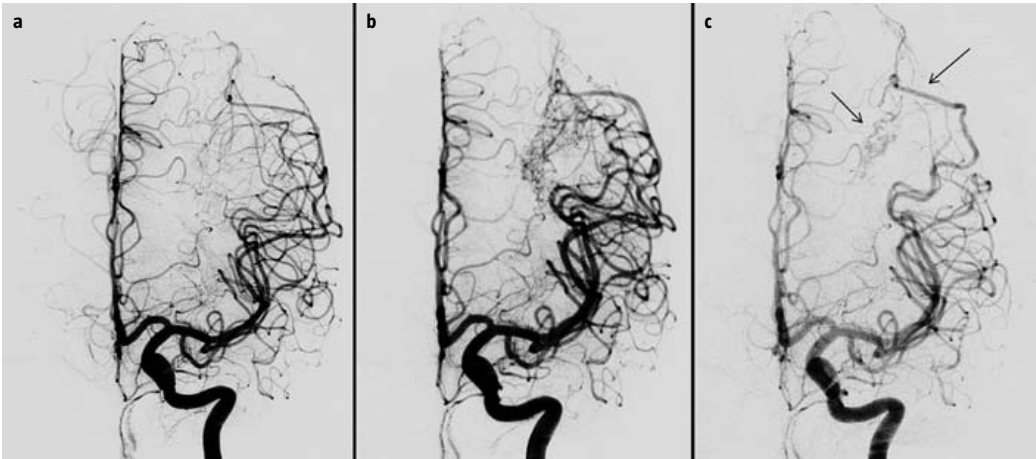
haber sido interesante que Abla et al [23] hubiesen comparado los 16 pacientes a los que se les aplicó el nuevo paradigma con otros 16 pacientes operados, con características similares, que se trataron sin él. La media de duración de dicho tratamiento fue de seis años (rango: 1-19 años) y, teniendo en cuenta que la radiocirugía no modifica el riesgo de sangrado [24], en nuestra opinión, no es un tratamiento recomendable. No estamos de acuerdo con Abla et al [23] en que este nuevo paradigma se debería investigar más en un estudio prospectivo multicéntrico observacional; sí coincidimos en que todas las MAV se deberían registrar en bases de datos apropiadas y, por lo menos, a nivel local, en una época de recursos limitados, las agencias de evaluación de tecnologías deberían saber la eficacia y eficiencia de aplicar los diferentes esquemas terapéuticos [25].

Se empleó embolización preoperatoria planificada sólo en seis casos (5%), tres de ellos con aneurismas asociados, coincidiendo con Yasargil [9], quien

en su tratado de referencia escribía en 1988 que reflejaba más una falta de medios que la sensación de que la embolización era inapropiada. Por otra parte, Başkaya y Heros [26] ya escribieron sobre el abuso de la embolización preoperatoria y, más recientemente, Morgan et al [27] han cuestionado el beneficio de la embolización preoperatoria, y concluyeron que no impidió las complicaciones hemorrágicas que hipotéticamente debía prevenir, pero que no se demostró en la práctica. Entre nosotros [28-31], el uso de la embolización preoperatoria está fuera de dudas. En la experiencia más reciente hemos podido apreciar las bondades de la embolización preoperatoria de las MAV, en especial para tratar aneurismas asociados causantes de la hemorragia. En ocasiones, hemos sentido la frustración de que no se ha podido embolizar un aporte profundo, que sin duda hubiese facilitado la cirugía (Fig. 2); no obstante, hemos de recordar que la embolización no se usa para que el neurocirujano 'tenga un buen día', en palabras de Başkaya y Heros [26], sino porque se estime que el riesgo de la embolización preoperatoria más el riesgo de la cirugía sean inferiores a los de la cirugía sola.

En la revisión de las hojas operatorias y, en especial, de las notas personales del autor, se han encontrado seis pacientes (5%) que sufrieron complicaciones intraoperatorias hemorrágicas importantes, teniendo en cuenta que puede ser un criterio subjetivo, porque no se recogieron datos más objetivos, como el descenso de la hemoglobina, ni otros parámetros que podrían estimar fielmente la repercusión hemodinámica de la complicación hemorrágica intraoperatoria, y sólo en un caso se monitorizó la P_{tiO_2} , que gracias a la colaboración de todo el equipo quirúrgico no tuvo consecuencias. La monitorización intraoperatoria de la P_{tiO_2} permite detectar los episodios de hipoxia cerebral y optimizar la anestesia [32]. Un factor que podríamos considerar es que el equipo de anestesia, en dos tercios de las operaciones, fueron dos anestesistas, y el resto, un grupo de más de 10 anestesistas, con un número de anestesias cada uno inferior a seis operaciones de esta patología. En el trabajo de Torné et al [33] se achaca a la menor experiencia el hecho de presentar más roturas intraoperatorias en el período inicial de la experiencia del autor sénior del trabajo y, contrariamente, en la serie que presentamos, uno de los factores podría ser un exceso de confianza, porque en nuestra serie las complicaciones intraoperatorias graves ocurrieron con mayor frecuencia en el segundo período, coincidiendo con equipos de anestesia menos experimentados. Aunque sin una evidencia científica, el autor cree que estos hechos pu-

Figura 5. a) Angiografía realizada unos días después de evacuar un hematoma que no muestra malformación arteriovenosa (MAV); b) Dos años después, el estudio angiográfico realizado por una resonancia magnética que detectó una lesión vascular próxima al lecho quirúrgico del hematoma confirmó una MAV; c) Angiografía previa al tercer intento de extirpar por completo la MAV (flecha). La angiografía intraoperatoria, después de colocar un clip en el vaso nutricional (flecha) de la MAV, confirmó la ausencia de flujo en la MAV. La extirpación completa del *nidus* se comprobó un año después con un nuevo estudio angiográfico.



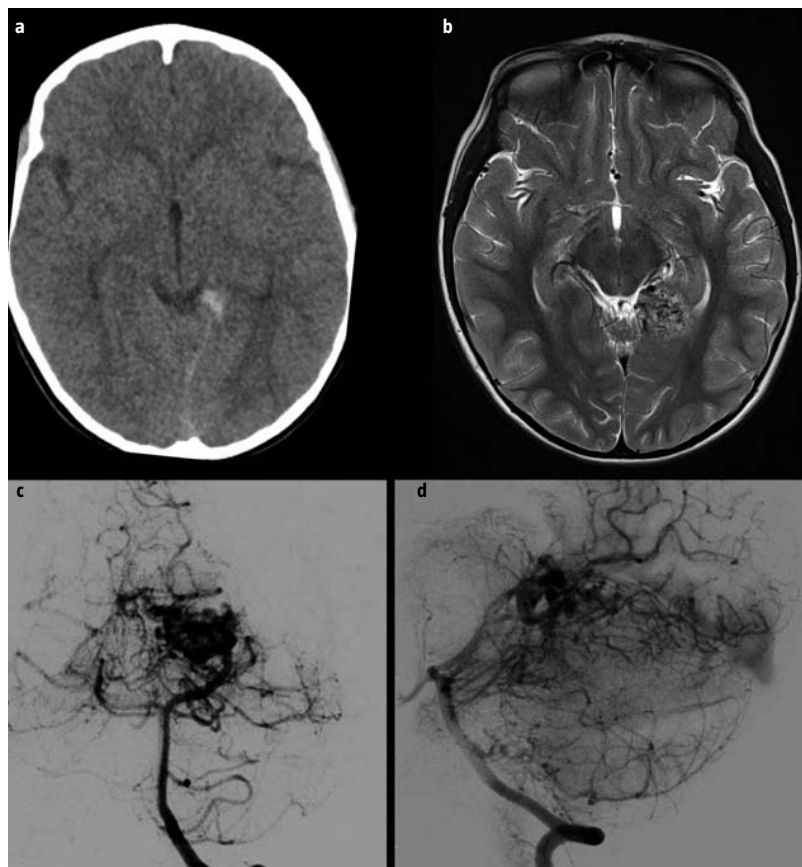
dieron influir en el desarrollo de las operaciones y, por supuesto, el autor asume la responsabilidad de las complicaciones intraoperatorias graves o rotura intraoperatoria de la MAV. Por otra parte, las notas personales, alguna vez, no coinciden con las de la base de datos porque, por ejemplo, la rotura de una vena de drenaje con una hemorragia profusa puede ser percibida de diferente manera por los miembros del equipo. En este sentido, sin datos objetivos, como la repercusión en la PtiO₂, hemoglobina, presión arterial media, etc., no se pueden sacar conclusiones definitivas acerca de las causas y consecuencias de las complicaciones intraoperatorias graves o rotura intraoperatoria de la MAV [33].

El porcentaje (9,1%) de reoperaciones por restos de *nidus* es comparable al 13,9% publicado por Zaidi et al [34]. Tres pacientes, que representan el 2,4% de la serie, se tuvieron que operar en tres ocasiones por persistencia del *nidus*; dos eran niños de 6 y 8 años (Fig. 5). La recurrencia en los niños es un aspecto conocido, con diferentes explicaciones [35]. En este sentido, de los avances tecnológicos de los últimos años, probablemente, la angiografía intraoperatoria es el mejor, especialmente si se realiza en los llamados quirófanos híbridos. La angiografía intraoperatoria, como cualquiera de las aplicaciones modernas que se han ido incorporando a la neurocirugía vascular, debe emplearse de forma selectiva y no de rutina. En las últimas décadas, nuevas tec-

nologías se han incorporado a la cirugía de las MAV [16], y en esta serie se han utilizado, muy ocasionalmente, en algunos pacientes: monitorización de la PtiO₂, potenciales evocados, marco de estereotaxia, neuronavegador, mapeo, videoangiografía y angiografía intraoperatoria. Aunque estamos convencidos de que las nuevas tecnologías pueden proporcionar un alto valor para algunos pacientes cuidadosamente seleccionados, se pueden utilizar de forma indiscriminada con una contribución escasa o nula en la mejoría de los resultados y, por supuesto, sin confundir la dificultad quirúrgica con el riesgo quirúrgico (Fig. 6). La eficiencia de cualquier 'avance' tecnológico debería ser incuestionable. Existe el riesgo de que algunos pacientes muy informados, pero con falta de conocimientos, claudiquen ante el atractivo de un nuevo aparato que le ofrece un especialista, que les hace creer que, con él, la cirugía transcurrirá sin complicaciones y sin déficits.

La resección completa de la MAV, después del último examen angiográfico, se obtuvo en 118 pacientes (97,5%). A un paciente, al que quedó un resto de *nidus* profundo, se le propuso radiocirugía unos meses después, porque en el postoperatorio inmediato había rechazado la reoperación; al realizar la angiografía con el marco de estereotaxia, la MAV había desaparecido. Al igual que la recurrencia, la regresión espontánea de las MAV está bien documentada [36].

Figura 6. a) Tomografía computarizada con una pequeña hemorragia cerebral profunda diagnosticada dos días después de iniciar una cefalea brusca persistente; b) La resonancia magnética muestra una malformación arteriovenosa (MAV) temporobasal; c, d) Angiografía de la MAV nutrida por la arteria cerebral posterior con drenaje venoso profundo.



Los resultados clínicos seis meses después de la cirugía fueron buenos en el 95% de los casos (Tabla) y malos en el 5%. Dos pacientes fallecieron, y retrospectivamente pueden considerarse como errores en la indicación quirúrgica. Una paciente se operó con midriasis bilateral y otro paciente fallecido había sido embolizado previamente y estaba pendiente de tratamiento con radiocirugía en otro centro. Los resultados clínicos de esta serie son comparables a otras series quirúrgicas [5,9,14,15,27,37] de las últimas décadas, donde los resultados no han cambiado sustancialmente. La experiencia demuestra que lo más importante es saber qué pacientes no se deben operar.

En conclusión, la cirugía de las MAV aún tiene un papel destacado en el tratamiento. Los avances tecnológicos pueden ayudar a que más pacientes se

beneficien del tratamiento microquirúrgico. Sin duda, el conocimiento más profundo de la biología de estas lesiones nos permitirá saber qué pacientes van a sangrar y qué medicamento podrá impedirlo [38]. Mientras, la clave es la precisa selección del paciente para la cirugía.

Bibliografía

1. Apsimon HT, Reef H, Phadke RV, Popovic EA. A population-based study of brain arteriovenous malformation: long-term treatment outcomes. *Stroke* 2002; 33: 2794-800.
2. Abecassis JJ, Xu DS, Batjer HH, Bendok BR. Natural history of brain arteriovenous malformations: a systematic review. *Neurosurg Focus* 2014; 37: e7.
3. Brown RD Jr, Wiebers DO, Torner JC, O'Fallon WM. Frequency of intracranial hemorrhage as a presenting symptom and subtype analysis: a population-based study of intracranial vascular malformations in Olmsted County, Minnesota. *J Neurosurg* 1996; 85: 29-32.
4. Torres-Ferrús M, Toledo M, González-Cuevas M, Seró-Ballesteros L, Santamarina E, Raspall-Chaure M, et al. Etiología y tratamiento de la epilepsia en una serie de 1.557 pacientes. *Rev Neurol* 2013; 57: 306-12.
5. Van Beijnum J, Van der Worp HB, Buis DR, Al-Shahi Salman R, Kappelle LJ, Rinkel GJ, et al. Treatment of brain arteriovenous malformations: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2011; 306: 2011-9.
6. Mohr JP, Parides MK, Stapf C, Moquete E, Moy CS, Overbey JR, et al, for the International ARUBA Investigators. Medical management with or without interventional therapy for unruptured brain arteriovenous malformations (ARUBA): a multicentre, non-blinded, randomised trial. *Lancet* 2014; 383: 614-21.
7. Cockroft KM, Jayaraman MV, Amin-Hanjani S, Derdeyn CP, McDougall CG, Wilson JA. A perfect storm: how a randomized trial of unruptured brain arteriovenous malformations' (ARUBA's) trial design challenges notions of external validity. *Stroke* 2012; 43: 1979-81.
8. Bambakidis NC, Cockroft KM, Hirsch JA, Connolly ES, Amin-Hanjani S, Meyers PM, et al. The case against a randomized trial of unruptured brain arteriovenous malformations misinterpretation of a flawed study. *Stroke* 2014; 45: 2808-10.
9. Yasargil MG. Microneurosurgery. In Yasargil MG, ed. *IIIB: AVM of the brain: clinical considerations, general and special operative techniques, surgical results, nonoperated cases, cavernous and venous angiomas, neuroanesthesia*. Stuttgart: Georg Thieme; 1987. p. 1-453.
10. Vilalta J, Arikán F, Torné R. El decálogo de las malformaciones arteriovenosas. *Neurocirugía* 2013; 24: 229-30.
11. Heros RC, Tu YK. Is surgical therapy needed for unruptured arteriovenous malformations? *Neurology* 1987; 37: 279-86.
12. Russin J, Cohen-Gadol AA. What did we learn from the ARUBA trial? *Neurosurg Focus* 2014; 37: e9.
13. Gross BA, Du R. Hemorrhage from arteriovenous malformations during pregnancy. *Neurosurgery* 2012; 71: 349-55.
14. Heros RC. Prevention and management of therapeutic complications. In Jafar JJ, Awad IA, Rosenwasser RH, eds. *Vascular malformations of the central nervous system*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1999. p. 363-73.
15. Kim H, Abla AA, Nelson J, McCulloch CE, Bervini D, Morgan MK, et al. Validation of the supplemented Spetzler-Martin grading system for brain arteriovenous malformations in a multicenter cohort of 1009 surgical patients. *Neurosurgery* 2015; 76: 25-31.
16. Bendok BR, El Teclé NE, El Ahmadieh TY, Koht A, Gallagher TA, Carroll TJ, et al. Advances and innovations in brain arteriovenous malformation surgery. *Neurosurgery* 2014; 74 (Suppl 1): S60-73.
17. Cunha e Sa MJ, Stein BM, Solomon R, McCornick PC. The treatment of associated intracranial aneurysms and arteriovenous malformations. *J Neurosurg* 1992; 77: 853-9.

18. Lawton MT, Du R, Tran MN, Achrol AS, McCulloch CE, Johnston SC, et al. Effect of presenting hemorrhage on outcome after microsurgical resection of brain arteriovenous malformations. *Neurosurgery* 2005; 56: 485-93.
19. Theofanis T, Chalouhi N, Dalyai R, Starke RM, Jabbour P, Rosenwasser RH, et al. Microsurgery for cerebral arteriovenous malformations: postoperative outcomes and predictors of complications in 264 cases. *Neurosurg Focus* 2014; 37: e10.
20. Paul L, Casasco A, Kusak ME, Martínez N, Rey G, Martínez R. Results for a series of 697 arteriovenous malformations treated by gamma knife: influence of angiographic features on the obliteration rate. *Neurosurgery* 2014; 75: 568-83.
21. Gross BA, Du R. Natural history of cerebral arteriovenous malformations: a meta-analysis. *Clinical article. J Neurosurg* 2013; 118: 437-43.
22. Sun DQ, Carson KA, Raza SM, Batra S, Kleinberg LR, Lim M, et al. The radiosurgical treatment of arteriovenous malformations: obliteration, morbidities, and performance status. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2011; 80: 354-61.
23. Abila AA, Rutledge WC, Seymour ZA, Guo D, Kim H, Gupta N, et al. A treatment paradigm for high-grade brain arteriovenous malformations: volume-staged radiosurgical downgrading followed by microsurgical resection. *J Neurosurg* 2015; 122: 419-32.
24. Varela-Rois P, Martínez-Cueto P, López-Medina A, Caeiro-Muñoz M, Salvador-Gómez F, Muñoz-Garzón V, et al. Hemorragia de las malformaciones arteriovenosas cerebrales tras la radiocirugía: importancia del período de latencia. *Rev Neurol* 2008; 47: 403-9.
25. Vilalta J, Arikán F. ¿Quién controla las malformaciones arteriovenosas cerebrales no quirúrgicas en España? *Rev Neurol* 2010; 50: 511-2.
26. Başkaya MK, Heros RC. Indications for and complications of embolization of cerebral arteriovenous malformations. *J Neurosurg* 2006; 104: 183-7.
27. Morgan MK1, Davidson AS, Koustais S, Simons M, Ritson EA. The failure of preoperative ethylene-vinyl alcohol copolymer embolization to improve outcomes in arteriovenous malformation management: case series. *J Neurosurg* 2013; 118: 969-77.
28. Lagares A, Lobato RD, Campollo J, Gómez PA, Ramos A, González P, et al. Embolización de las MAV intracraneales coadyuvante de cirugía o radiocirugía. *Neurocirugía* 2000; 11: 271-80.
29. Angulo-Hervías E, Crespo-Rodríguez AM, Guillén-Subirán ME, Izquierdo-Hernández B, Barrera MR, Guelbenzu S. Evolución tras la embolización de 100 malformaciones arteriovenosas intracraneales. *Rev Neurol* 2006; 42: 8-16.
30. Muñoz F, Castaño C, Clavel P, Molet J, De Teresa S, Solivera J, et al. Manejo actual de las malformaciones arteriovenosas. Estudio retrospectivo de 31 casos y revisión de la literatura. *Neurocirugía (Astur)* 2007; 18: 394-405.
31. Rodríguez-Boto G, Gutiérrez-González R, Gil A, Serna C, López-Ibor L. Combined staged therapy of complex arteriovenous malformations: initial experience. *Acta Neurol Scand* 2013; 127: 260-7.
32. Arikán F, Vilalta J, Noguer M, Olivé M, Vidal-Jorge M, Sahuquillo J. Intraoperative monitoring of brain tissue oxygenation during arteriovenous malformation resection. *J Neurosurg Anesthesiol* 2014; 26: 328-41.
33. Torné R, Rodríguez-Hernández A, Lawton MT. Intraoperative arteriovenous malformation rupture: causes, management techniques, outcomes, and the effect of neurosurgeon experience. *Neurosurg Focus* 2014; 37: e12.
34. Zaidi HA, Abila AA, Nakaji P, Chowdhry SA, Albuquerque FC, Spetzler RF. Indocyanine green angiography in the surgical management of cerebral arteriovenous malformations: lessons learned in 130 consecutive cases. *Neurosurgery* 2014; 10 (Suppl 2): S246-51.
35. Gaballah M, Storm PB, Rabinowitz D, Ichord RN, Hurst RW, Krishnamurthy G, et al. Intraoperative cerebral angiography in arteriovenous malformation resection in children: a single institutional experience. *J Neurosurg Pediatr* 2014; 13: 222-8.
36. Pascual B, Lagares A, Miranda P, Pérez-Núñez A, Arrese I, Lobato RD, et al. Regresión espontánea de las malformaciones arteriovenosas cerebrales: presentación de un caso y revisión de la literatura. *Neurocirugía (Astur)* 2007; 18: 326-9.
37. Vilalta J, Arikán F, Noguer M, Olivé M, Lastra R, Martínez-Ricarte F. Resultados del tratamiento quirúrgico en 100 pacientes con malformaciones arteriovenosas cerebrales. *Rev Neurol* 2007; 44: 449-55.
38. Rangel-Castilla L, Russin JJ, Martínez-del-Campo E, Soriano-Barón H, Spetzler RF, Nakaji P. Molecular and cellular biology of cerebral arteriovenous malformations: a review of current concepts and future trends in treatment. *Neurosurg Focus* 2014; 37: 1-7.

Arteriovenous malformations of the brain: personal experience with 121 patients treated with microsurgery

Introduction. Arteriovenous malformations (AVM) can be found in 0.1% of the population, and the most frequent presenting symptom is intracranial haemorrhage.

Aim. To conduct a descriptive analysis of a series of cases of AVM that had been treated surgically by a neurosurgeon.

Patients and methods. The cases of AVM treated surgically by the author over the period 1990 to May 2014 were selected from a hospital register, and then the clinical, demographic and angiographic aspects were reviewed, together with the clinico-radiological findings six months after surgery.

Results. Of the 400 patients treated over that same period, 121 were operated on by the author, their mean age being 34.3 years (range: 5-75 years). 61.7% of the patients were diagnosed due to a brain haemorrhage, and the second most frequent presenting symptom, in 19.8% of them, was because of epileptic seizures. A superficial supratentorial localisation, occurring in 97 cases (80.2%), was the most common. Over half the patients presented a low-grade AVM, I-II, according to the Spetzler and Martin scale. Twelve patients (10%) had associated non-intracranial aneurysms. In most cases, 109 (90.1%), elective surgery was performed. Complete resection of the AVM after the last angiographic examination was achieved in 118 patients (97.5%). The clinical results were good (good recovery and moderate disability) in 114 cases (95%), and poor (great disability and death), in six (5%).

Conclusions. Surgery is the best therapeutic option for many patients with AVM, if appropriate selection criteria are used.

Key words. Arteriovenous malformations of the brain. Brain haemorrhage. Microsurgery. Surgical treatment.