

Angiomas cavernosos del tronco cerebral

Dres. Eduardo Wilson¹, Carlos Aboaf²,
Daniel Wilson³, Daniel Scioscia⁴

Resumen

Se presenta una serie de seis casos operados por angiomas cavernosos del tronco cerebral. Todos ellos habían sangrado por lo menos una vez y tenían compromiso neurológico moderado o severo. El diagnóstico en todos los casos fue por resonancia magnética y confirmado con el estudio anatomopatológico de la lesión. La presentación clínica, los hallazgos quirúrgicos y la evolución son similares a los ya establecidos. La evolución fue favorable en cinco casos. Hubo una muerte por complicaciones propias de la gravedad, pero sin haber sufrido agravación posoperatoria. Se hace hincapié en los beneficios de la cirugía a pesar de la gravedad que pueden presentar los episodios hemorrágicos de los angiomas cavernosos.

Palabras clave: Hemangioma cavernoso - cirugía
Tronco cerebral

Desde el desarrollo de las imágenes por resonancia magnética (RM), el angioma cavernoso (AC) se diagnostica cada vez con mayor frecuencia y se le reconoce como responsable de la sintomatología de un importante grupo de pacientes neurológicos con hemorragias intracranéicas y raquídeas. Ni la tomografía computada (TC) ni la angiografía son capaces de demostrarlo con precisión, formando parte de las llamadas malformaciones vasculares angiográficamente ocultas. Dentro de ellas, el angioma cavernoso es la más frecuente⁽¹⁾.

Se distribuyen por todo el sistema nervioso central (SNC), sus envolturas y las estructuras de base de cráneo. Un 70% a 80% tienen localización supratentorial, 15% a 20% infratentorial, y 5% a 10% raquímedular u otras

localizaciones⁽²⁻⁵⁾. La mayoría de los cavernomas infratentoriales se ubican en el tronco. Dentro del tronco cerebral, 83% se encuentran de protuberancia hacia arriba. La localización en tronco cerebral otorga un carácter muy particular a los AC⁽⁶⁾. La hemorragia de estos angiomas determina cuadros graves, aun en los sangrados menores y en los intracapsulares, por la fragilidad y elocuencia de las estructuras vecinas. Además, se les atribuye un riesgo de sangrado mayor que el de los AC en general⁽⁷⁾. Estas particularidades han llevado en los últimos años a una conducta terapéutica agresiva ante los angiomas de tronco. En esta línea, se analizan los resultados obtenidos en los seis casos que hemos tenido ocasión de tratar quirúrgicamente.

Material clínico

Caso 1 - MP. Sexo masculino. 26 años. Sin antecedentes patológicos. En mayo de 1998 presentó episodio brusco de pérdida de fuerzas de los cuatro miembros, desviación de rasgos a derecha y diplopía. Al examen se constató una afectación de los nervios craneales V, VI y VII a izquierda, síndromes neocerebeloso y vestibular izquierdos y un síndrome piramidal de los cuatro miembros. La TC mostró un hematoma pontino y la RM (figura 1) caracterizó la imagen como un AC único, ponto-mesencefálico

Cátedra de Neurocirugía, Instituto de Neurología, Hospital de Clínicas, Facultad de Medicina, Montevideo, Uruguay.

1. Profesor Director de Neurocirugía.
2. Profesor Adjunto de Neurocirugía.
3. Residente de Neurocirugía.
4. Ex Profesor Adjunto de Neurocirugía.

Correspondencia: Dr. Eduardo Wilson, Instituto de Neurología, Hospital de Clínicas, Av. Italia s/n Piso 2, Montevideo CP 11600, Uruguay.

Recibido: 28/4/00.
Aceptado: 11/7/00.

lateralizado a izquierda y asomando al piso del cuarto ventrículo, de 1 cm de diámetro. Fue operado el 21 de mayo de 1998 (E.W.) mediante abordaje suboccipital transventricular, realizándose resección total del angioma. La RM de control (figura 2) confirmó la exéresis y la anatomía patológica confirmó el diagnóstico de AC. En la evolución posoperatoria se observó una regresión lenta de la signología neurológica, manteniendo un año después sólo una leve paresia facial izquierda.

Caso 2 - MA. Sexo femenino. 28 años. Sin antecedentes patológicos. En abril de 1999 presentó brusco déficit sensitivo de hemicuerpo izquierdo sin cefaleas ni vómitos, agregando luego pérdida de fuerzas de miembros izquierdos de evolución progresiva en días, trastornos de la deglución y diplopia. Al examen se constató paresia del

velo del paladar, hemiparesia, hemihipoestesia y síndrome neocerebeloso a izquierda. La TC no fue concluyente. La RM (figura 3) mostró tres AC, uno pequeño de hemisferio cerebeloso, otro rolándico derecho y otro en parte posterior de bulbo lateralizado a izquierda, de 1 cm de diámetro y con indicios de sangrado reciente. Se operó el 17 de mayo de 1999 (E.W.) por abordaje suboccipital mediano, abriendo cisterna magna y parte inferior del techo del cuarto ventrículo, exponiendo bulbo y el AC emergente, realizándose exéresis total. En el posoperatorio mejoró rápidamente el déficit motor de miembros y más lentamente los trastornos sensitivos y de la deglución. A los seis meses persistían dismetría y trastornos de la sensibilidad profunda a izquierda. El estudio anatomopatológico confirmó el AC y la RM posoperatoria (figura 4) no reveló angioma residual.



Figura 1. Caso 1. RM preoperatoria. A izquierda corte coronal. A derecha corte axial. Se observa angioma cavernoso en hemipontuberancia izquierda, haciendo protrusión dentro del cuarto ventrículo.

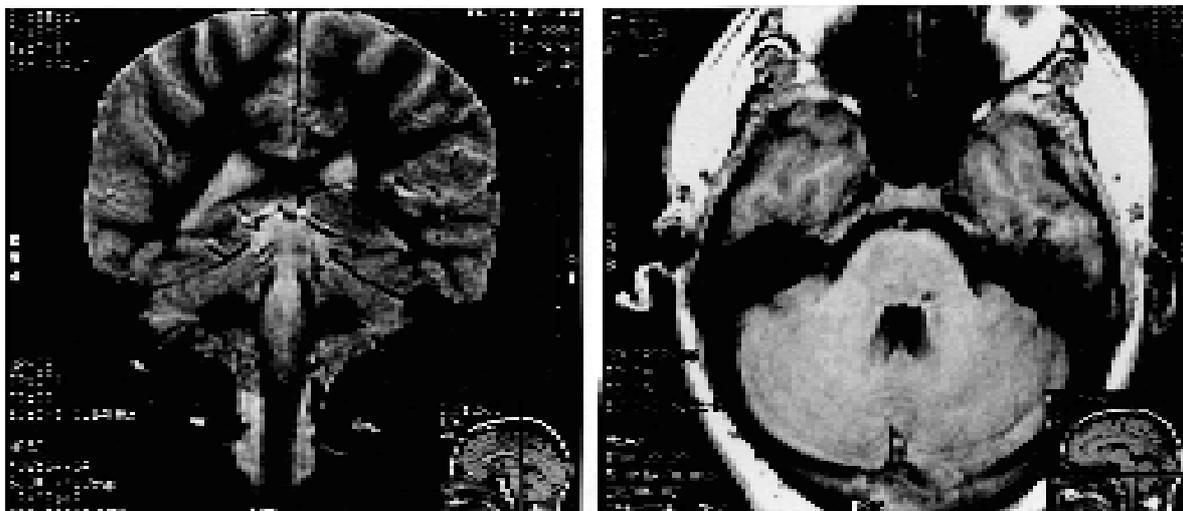


Figura 2. Caso 1. RM posoperatoria. Tanto en el corte coronal (izquierda) como el axial (derecha) se observa desaparición del angioma y su sustitución por pequeña cavidad con líquido cefalorraquídeo.

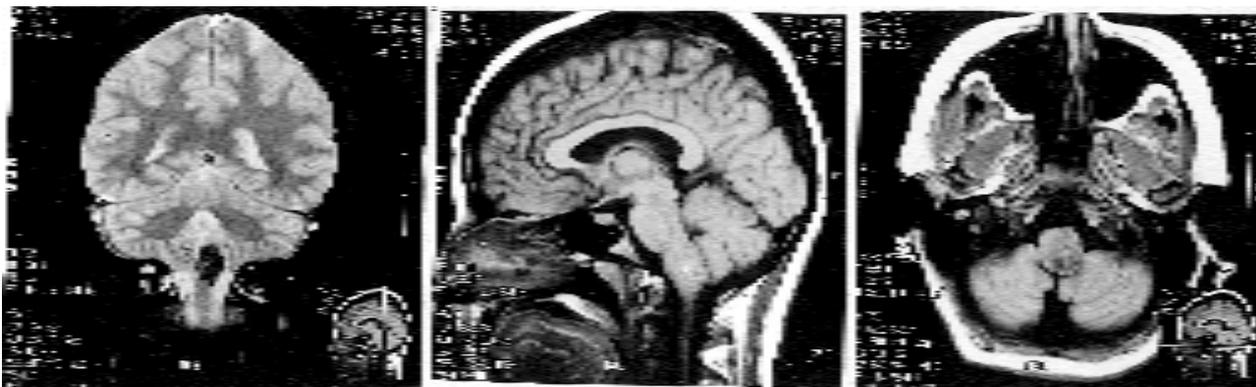


Figura 3. Caso 2. RM preoperatoria con cortes coronal (izquierda), sagital (centro) y axial (derecha). Angioma cavernoso a nivel de bulbo, lateralizado a izquierda y con protrusión en cisterna magna.

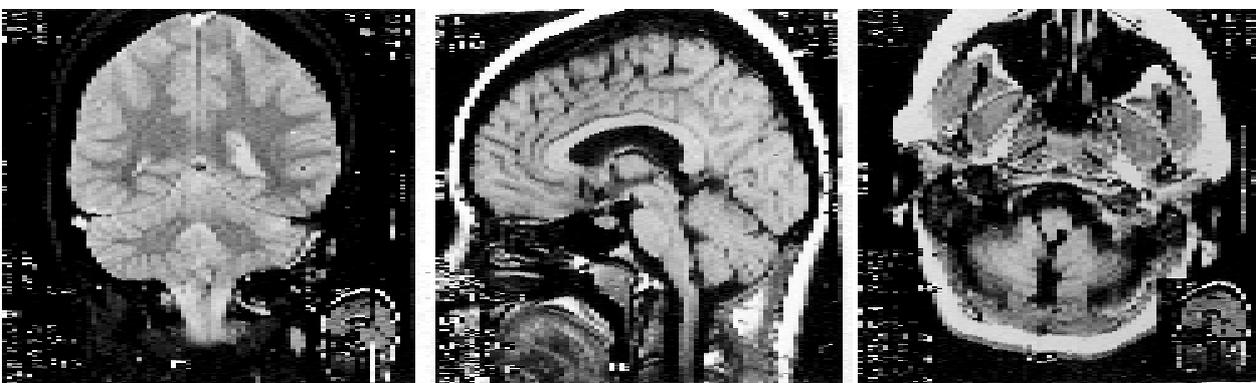


Figura 4. Caso 2. RM posoperatoria con cortes similares a los de la figura 3. El cavernoma ha sido resecado en su totalidad. El lecho operatorio tiene igual intensidad que el líquido cefalorraquídeo, comunicando con la cisterna magna.

Caso 3 - LF. Sexo masculino. 32 años. Sin antecedentes personales. Hermano con AC múltiples (caso 5). En junio de 1996 presentó bruscamente cefaleas, dificultad para articular la palabra, diplopia, lateropulsión a izquierda y déficit motor y sensitivo de hemicuerpo derecho. Examinado a las 48 horas del inicio se constató un paciente lúcido, con disartria de tipo cerebeloso, nistagmus en la mirada lateral izquierda, paresia facial periférica izquierda, Romberg positivo, hemihipoestesia derecha y hemiparesia derecha a predominio braquial. La TC evidenció hemorragia de tronco. La RM (figura 5) demostró lesión con caracteres típicos de AC ponto-mesencefálica lateralizada a izquierda. Se operó a los 30 días de comenzado el cuadro (E.W.) por abordaje suboccipital lateral retro-sigmoideo accediendo a cara lateral de surco mesencefalo-pontino, donde asomaba el angioma, que se resecó en forma total. Mejoría lenta posoperatoria, quedando como secuelas sólo parestesias de hemicara y miembro superior derecho. RM de control con pequeña señal hiperintensa en el lecho quirúrgico que puede corresponder a resto de cápsula (figura 6).

Caso 4 - MS. Sexo femenino. 37 años. Operada en 1993 por angioma cavernoso frontal derecho, con buena evo-

lución y sin secuelas. En setiembre de 1998 presentó episodio brusco con cefaleas, vómitos y pérdida de fuerzas de los cuatro miembros. Al examen se constató una paciente vigil, con parálisis de la mirada lateral bilateral, parálisis facial bilateral y cuadriplejía, configurando un síndrome de cautiverio o "locked in". La TC demostró hemorragia de tronco. La RM puso de manifiesto un AC de 2 cm de diámetro que ocupaba parte media de protuberancia, próximo a cuarto ventrículo (figura 7). Evolucionó sin cambios. A los 14 días fue operada (C.A.) por vía suboccipital transventricular, realizándose evacuación del hematoma y resección de la pared del angioma. No hubo cambios de su estado neurológico en el posoperatorio. A los 10 días desarrolló un seudomeningocele a nivel de la herida que se solucionó con un drenaje lumbar continuo. Posteriormente agregó una meningitis a enterococo y falleció a los 20 días de la operación sin haber mejorado su déficit inicial.

Caso 5 - WF. Sexo masculino. 25 años. Operado por AC parietal gigante derecho en 1996 con buena evolución y con leve hemiparesia izquierda secuelar. Hermano con AC de tronco cerebral operado (caso 3). En julio de 1999 en forma brusca notó aumento de su déficit motor izquierdo y depresión de conciencia. Al examen al ingreso ten-

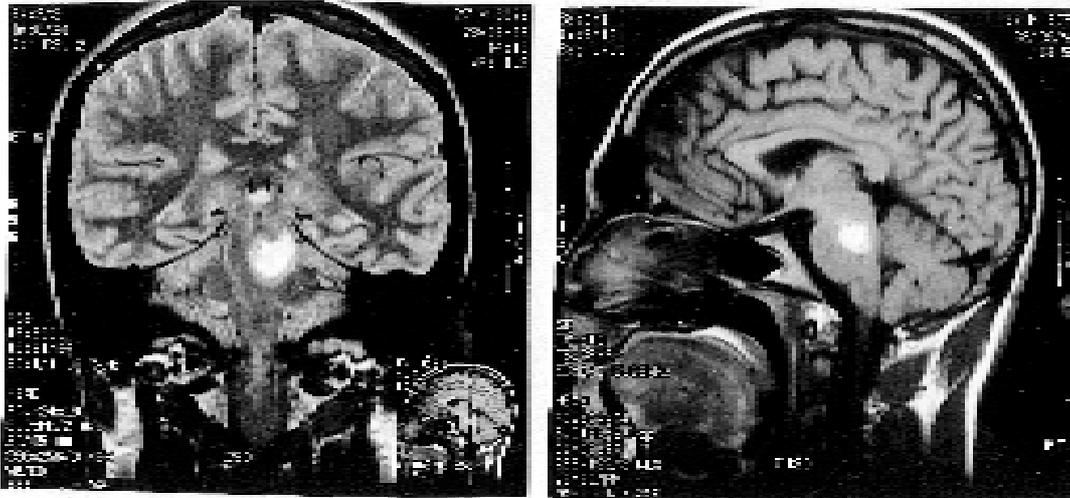


Figura 5. Caso 3. RM preoperatoria en visión coronal (izquierda) y sagital (derecha). Angioma cavernoso ponto-mesencefálico izquierdo, con sangrado reciente.

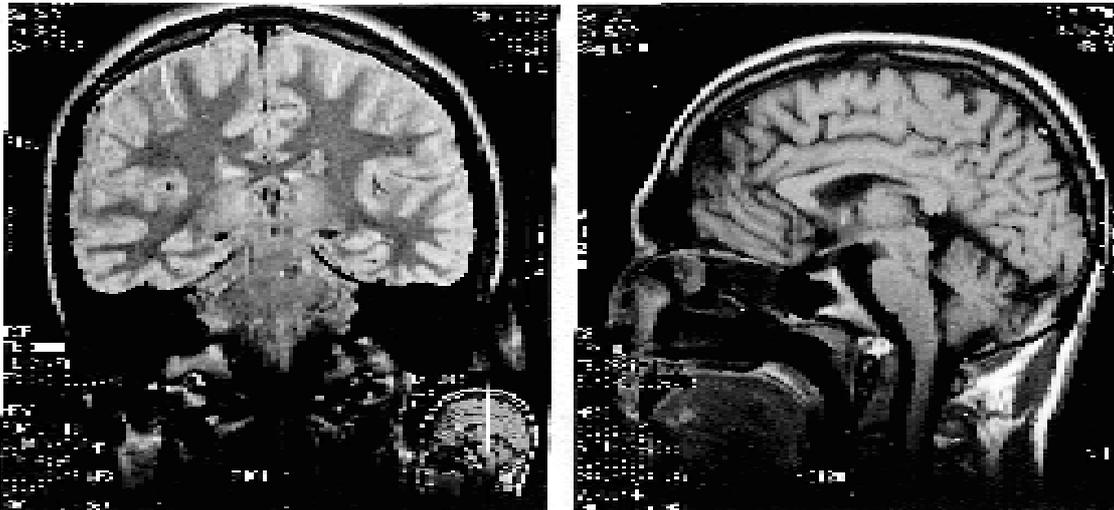


Figura 6. Caso 3. RM posoperatoria coronal a izquierda y septal a derecha. Ha desaparecido la lesión. Sólo se visualiza un punto hiperintenso a izquierda, que podría corresponder a un mínimo remanente capsular.

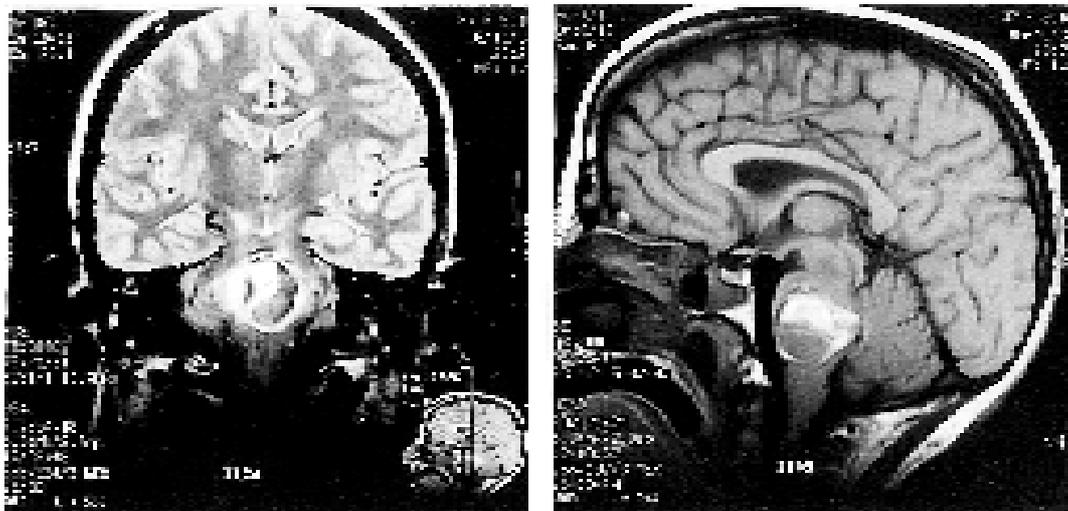


Figura 7. Caso 4. RM preoperatoria, con cortes coronal (izquierda) y sagital (derecha). Gran angioma cavernoso, con hemorragia reciente, que ocupa toda la protuberancia y protruye en cuarto ventrículo.

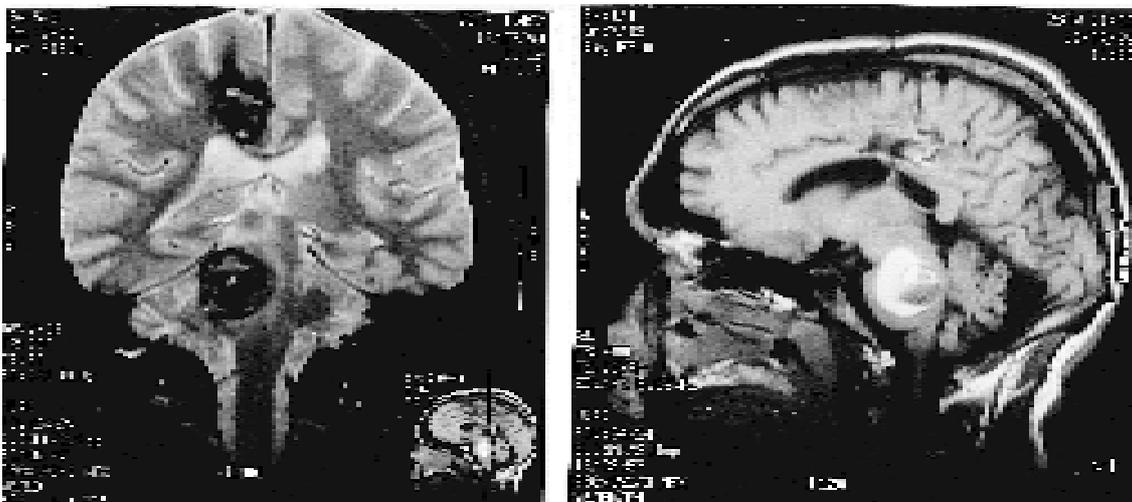


Figura 8. Caso 5. RM preoperatoria con cortes coronal (izquierda) y sagital (derecha). Angioma cavernoso pontino derecho y mediano, con sangrado reciente e invasión mesencefálica. Existe un remanente importante de un angioma parasagital derecho, operado tres años antes con resección parcial, sin evidencia de sangrado actual.



Figura 9. Caso 5. TC posoperatoria. El angioma ha sido resecado, el lecho quirúrgico está en continuidad con el cuarto ventrículo y se ha llenado de líquido cefalorraquídeo.

dencia al sueño, hipoacusia izquierda, síndrome neocerebeloso izquierdo y hemiparesia izquierda. La RM (figura 8) puso en evidencia sangrado reciente de angioma cavernoso de protuberancia que llega a mesencéfalo, mediano y lateralizado a derecha, que asoma al cuarto ventrículo. A nivel parasagital derecho persistía remanente del angioma gigante operado, sin evidencia de sangrado reciente. Se operó el 29 de julio de 1999 (C.A.) realizándose exéresis del angioma por vía suboccipital transversmiana y transventricular. Se hizo TC de control (figura 9) que confirmó la resección del proceso. La evolución posoperatoria fue

satisfactoria, mejorando lentamente su hemiparesia hasta el nivel preoperatorio.

Caso 6 - MR. Sexo masculino. 23 años. Sin antecedentes patológicos. Comenzó cuatro días antes del ingreso con cefaleas, agregando en los días sucesivos disartria, desviación de rasgos faciales y pérdida de fuerzas a izquierda. Al examen lúcido, paresia facial izquierda, hipoacusia derecha y hemiparesia izquierda. La TC demostró proceso expansivo pontino, con sangre, y la RM un AC protuberancial de 2 cm de diámetro (figura 10). Dos días des-



Figura 10. Caso 6. Primera RM preoperatoria. Angioma cavernoso de protuberancia, mediano, con sangrado reciente. Tanto en el corte sagital (izquierda) como en el axial (derecha) se lo ve separado del cuarto ventrículo por parénquima sano.

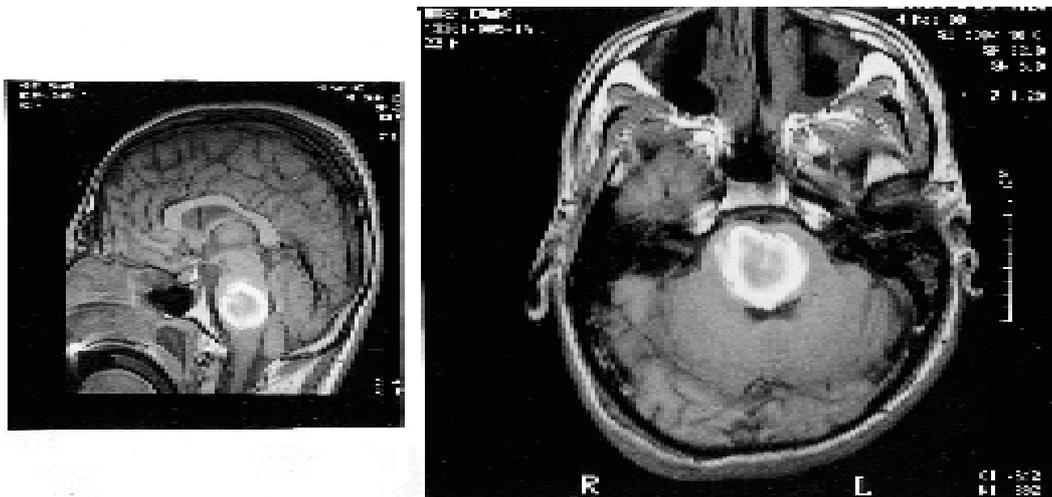


Figura 11. Caso 6. Segunda RM preoperatoria. A las dos semanas del estudio previo, observado en la figura 10, y 12 días después de severa agravación clínica, se observa franco aumento del foco hemorrágico que ahora asoma a la luz del cuarto ventrículo en el corte axial (derecha).

pués del ingreso, agravación brusca, con coma, reactividad extenso-pronadora bilateral, parálisis de la mirada lateral bilateral y paresia facial periférica bilateral. Evolucionó en forma estacionaria y a los 12 días se repitió RM observándose un aumento de volumen de la lesión hemorrágica, que ahora se aproximaba a la superficie endimaria del piso del cuarto ventrículo (figura 11). Fue operado (D.S.) por vía suboccipital transvermiana y transventricular. El estado neurológico no varió en el posoperatorio inmediato, mejorando luego progresivamente a partir de la segunda semana. Al mes estaba vigil, con paresia de mirada lateral bilateral y hemiplejía izquierda, mejorando día a día.

Resultados

La edad de los pacientes varió entre los 23 y los 37 años,

con un promedio de 28,5 años. Dos eran del sexo femenino y cuatro del sexo masculino. Dos pacientes eran hermanos. Dos pacientes presentaron antecedentes de otros AC, ambos supratentoriales. Uno de ellos era de presentación familiar.

Todos ellos ingresaron por síndromes neurológicos de instalación brusca, catalogados como accidentes vasculares encefálicos hemorrágicos. Fueron estudiados con TC de cráneo que evidenció en cinco de los seis casos un hematoma a nivel del tronco y con RM de cráneo que puso de manifiesto en todos los casos alteraciones características: masa circunscrita con señales de intensidad variable en su seno, de acuerdo a la evolución del coágulo, con reborde hipointenso en T1 y T2, sin variaciones con el contraste, lo que aseguró el diagnóstico de angioma cavernoso. El tamaño de la lesión fue de 1 a 2 cm de diáme-

tro y su topografía fue pontina en tres casos, ponto-mesencefálica en dos y bulbar en un caso. El estado neurológico preoperatorio mostró un compromiso moderado en cinco casos y severo en un caso. Uno de los moderados se fue agravando en forma progresiva, seudotumoral, (caso 2) y otro resangró al sexto día, con agravación brusca y severa (caso 6).

Los pacientes fueron todos operados utilizándose el abordaje suboccipital en posición sentada. En los que tenían al AC contra el epéndimo del cuarto ventrículo se utilizó una vía transventricular, en el que asomaba en cara posterior de bulbo, se atravesó la cisterna magna y se abrió el cuarto ventrículo ampliando el agujero de Magendie rostralmente, en el que asomaba en cara lateral de la unión ponto-mesencefálica se utilizó una vía lateral retrosigmoidea.

Los hallazgos operatorios fueron de lesión con contenido hemorrágico evolucionado, con una cápsula que se logró separar del tejido sano, en general fragmentándola. Sólo en un caso se detectó una malformación venosa asociada, en la periferia del angioma.

La evolución posoperatoria fue hacia la mejoría neurológica alejada en cinco de los seis casos, o sea en todos los que sobrevivieron. Fue característica la lentitud de la mejoría. Ninguno agravó el déficit neurológico preoperatorio. El paciente que falleció lo hizo por complicaciones relacionadas con la gravedad del cuadro: cuadriplejía que no mejoró con la extracción del angioma. Los controles alejados con RM permitieron certificar la exéresis del angioma, salvo en el caso que falleció, que no fue estudiado en el posoperatorio.

Discusión

Las características anatomopatológicas de los angiomas cavernosos permiten ubicarlos como una lesión primaria del SNC. Está compuesto por acúmulos de pequeños vasos malformados cuyas paredes se asemejan a las de los capilares, están constituidas por endotelio rodeado de tejido fibroso y entre los vasos no hay tejido nervioso interpuesto. La asociación de hemorragias evolucionadas dentro del proceso, con trombos más o menos organizados y a veces calcificaciones, así como hemorragias en la periferia, da lugar a cavidades anfractuosas como cavernas, lo que dio origen a su nombre de angioma cavernoso o cavernoma o malformación cavernosa.

La incidencia en la población no es muy discordante entre los diversos autores. La serie autopsica más numerosa los revela en 0,53% de los encéfalos⁽⁴⁾ y las series imagenológicas que analizan su aparición en RM consecutivas, los sitúan entre 0,39%⁽²⁾ y 0,47%⁽⁸⁾ de la población.

Sí hay desacuerdo en las estimaciones del riesgo de sangrado^(2,9,10). Las estimaciones por paciente y por año

van de 0,25%⁽²⁾ hasta 2,3%⁽⁹⁾. El riesgo de sangrado por lesión y por año es mayor. Para Zabramski y colaboradores⁽¹¹⁾ el riesgo prospectivo de hemorragia es de 1,1% por lesión y por año y de 6,5% por paciente y por año. Siendo que el sangrado puede ser intralesional con o sin manifestación clínica, o extralesional invadiendo el parénquima vecino y que la presencia de sangre en la RM no es suficiente para definir un episodio hemorrágico, se plantean dudas sobre estas cifras. Porter y colaboradores⁽¹²⁾ proponen no hablar de “episodio hemorrágico” sino de “evento”, definido éste como cualquier circunstancia clínica que se acompañe de agravación del estado previo, con o sin variaciones en la RM. El riesgo de ocurrir un “evento” de esta naturaleza es, según el mismo autor, de 4,2% por año y por paciente. A nivel del tronco cerebral se acepta que este riesgo es mayor^(1,7,13-16). Fristschi y colaboradores⁽⁷⁾ calculan un riesgo de sangrado por lesión y por año de 2,7%, y un riesgo de resangrado de 21%. Porter y colaboradores⁽¹⁷⁾ dan cifras mayores, de 5% y 30%, respectivamente, admitiendo que su población es seleccionada por ser sintomática y actuar su institución como centro de referencia. El caso 6 de la presente serie es un ejemplo de la realidad de estos resangrados.

La frecuencia importante de formas familiares y la multiplicidad de las lesiones en ellas^(3,18) se corrobora también en nuestra serie, en la cual dos de los casos son hermanos, y uno de ellos tiene múltiples AC. La familia de la otra paciente con AC múltiples, que también podría ser una forma familiar, no pudo ser estudiada con RM hasta ahora.

La manifestación inicial de los AC ocurre entre los 20 y 40 años^(17,19,20). Los pacientes de la presente serie no se apartan de este rango etario. En todos ellos el “evento” que llevó a la consulta fue un episodio hemorrágico con confirmación por RM y traducción clínica localizadora de la lesión en tronco cerebral.

Hay acuerdo en que los AC de tronco tienen indicación quirúrgica una vez comprobado el sangrado, siempre que se encuentren próximos a la superficie ependimaria del cuarto ventrículo o a la superficie pial^(17,21-23). Ello sucedió en todos nuestros casos, agregándose en uno de ellos la marcha progresiva seudotumoral, evolución infrecuente de estos procesos, en otro un severo compromiso neurológico inicial y en un tercero la aparición de un resangrado, factores todos que afirmaban la indicación. La vía elegida fue la más adecuada en cada situación para llegar al angioma sin comprometer estructuras elocuentes⁽²²⁾. El hallazgo operatorio fue similar en todos los casos, comprobándose una lesión típica, encapsulada, con restos de sangre, y sólo en un caso se halló una malformación venosa asociada, que fue respetada. Esta asociación de malformación venosa con AC ha sido descrita como existiendo en un quinto de los casos^(5,24).

Es llamativa la alta frecuencia con que mejoran estos

casos luego de la cirugía. Aunque también mejoran espontáneamente los no operados, el grado de déficit secuelar es menor en los operados⁽²⁵⁾. En la presente serie, todos los casos que sobrevivieron la hemorragia tuvieron una lenta pero sostenida mejoría luego de la cirugía, inclusive el grave caso 5. La reiteración de estos resultados en los casos operados, junto con la escasa morbilidad de la cirugía si se la indica juiciosamente, hace que se deba aconsejar fuertemente la exéresis de los angiomas cavernosos del tronco cerebral, como lo hacen todos los autores que se han ocupado del tema^(21-23,26).

Summary

A six-patient series who underwent surgical treatment for cavernous angiomas of the brain stem is reported. All patients had bled at least once and had moderate or severe neurological compromise. Diagnosis were determined in every cases by magnetic resonance imaging and confirmed by anatomopathological study of the damage. Clinical presentation, surgical findings, and development were similar to those already known. Clinical course was positive in five cases. There was one death due to complications proper to severity of the abnormality, although there was not post-operative aggravation. Surgical benefits are remarked even considering the severity of bleeding events that could occur in cavernous angiomas.

Résumé

Présentation d'une série de six cas opérés à cause d'angiomes caverneux du tronc cérébral. Tous avaient saigné au moins une fois et avaient une atteinte neurologique sévère ou modérée. Le diagnostique, dans tous les cas, a été fait par RM et confirmé par l'étude anatomopathologique de la lésion. La présentation clinique, les trouvailles chirurgicales et l'évolution sont similaires à ceux déjà établis. L'évolution a été favorable dans cinq des cas. Il s'est produit une mort à cause de complications propres à la gravité de la maladie, mais pas à cause de complications post-opératoires. On met l'accent sur les bénéfices de la chirurgie malgré la gravité que les épisodes hémorragiques des angiomes caverneux peuvent présenter.

Bibliografía

- 1) **Zimmerman RS, Spetzler RF, Lee KS, Zabranski JM, Hargraves RW.** Cavernous malformations of the brain stem. *J Neurosurg* 1991; 75: 32-9.
- 2) **Curling OD Jr, Kelly DI Jr, Elster AD, Craven TE.** An analysis of the natural history of cavernous angiomas. *J Neurosurg* 1991; 75: 702-8.
- 3) **Hsu FPK, Rigamonti D, Huhn SL.** Epidemiology of cavernous malformations. In: Awad IA, Barrow DL (eds): *Cavernous Malformations*. Park Ridge, AANS, 1993: 13-23.
- 4) **Otten P, Pizzolato GP, Rilliet B, Berney J.** A propos de 131 cas d'angiomes cavernoux (cavernomes) du SNC, repérés par l'analyse retrospective de 24535 autopsies. *Neurochirurgie* 1989; 35: 82-3.
- 5) **Rigamonti D, Spetzler RF.** The association of venous and CMs: Report of 4 cases and discussion of the pathophysiological, diagnostic, therapeutic implications. *Acta Neurochir (Wien)* 1988; 92:100-5.
- 6) **Moriarty JL, Clatterbuck RE, Rigamonti D.** The natural history of cavernous malformations. *Neurosurg Clin North Am* 1999; 10: 411-7.
- 7) **Fritschi JA, Reulen HJ, Spetzler RF, Zabranski JM.** Cavernous malformations of the brainstem. A review of 139 cases. *Acta Neurochir (Wien)* 1994; 130: 35-46.
- 8) **Robinson JR, Awad IA, Little JR.** Natural history of the cavernous angioma. *J Neurosurg* 1991; 75: 709-14.
- 9) **Kim DS, Park YG, Choi JU, Chung SS, Lee KC.** An analysis of the natural history of cavernous malformations. *Surg Neurol* 1997; 48: 9-12.
- 10) **Kondziolka D, Lunsford LD, Kestle JRW.** The natural history of cerebral cavernous malformations. *J Neurosurg* 1005; 83: 820-4.
- 11) **Zabranski JM, Wascher TM, Spetzler RF, Johnson B, Goffinos J, rayer BP, et al.** The natural history of familial cavernous malformations: Results of an ongoing study. *J Neurosurg* 1994; 80: 422-32.
- 12) **Porter PJ, Willinsky RA, Harper W, Wallace C.** Cerebral cavernous malformations: natural history and prognosis after clinical deterioration with or without hemorrhage. *J Neurosurg* 1997; 87: 190-7.
- 13) **Aiba T, Tanaka R, Koike T, Kameyama S, Takeda N, Komati T.** Natural history of intracranial cavernous malformations. *Neurosurgery* 1995; 83: 56-9.
- 14) **Isamat F, Conessa G.** Cavernous angiomas of the brain stem. *Neurosurg Clin North Am* 1993; 4: 507-18.
- 15) **Pozzatti E, Acciarri N, Tognetti F, Mardiani T, Giangaspero F.** Growth, subsequent bleeding and de novo appearance of cerebral cavernous angiomas. *Neurosurgery* 1996; 38: 662-70.
- 16) **Robinson JR, Awad IA, Magdinec M, Paranandi L.** Factors predisposing to clinical disability in patients with cavernous malformations. *Neurosurgery* 1993; 32: 730-5.
- 17) **Porter RW, Detwiler PW, Spetzler RF, Lawton MT, Baskin JJ, Derksen PT, et al.** Cavernous malformations of the brainstem: experience with 100 patients. *J Neurosurg* 1999; 90: 50-8.
- 18) **Rigamonti D, Hadley MN, Drayer BP, Johnson PC, Hoening-Rigamonti K, Knight JT, et al:** Familial cerebral cavernous malformations. *N Engl J Med* 1988; 319: 343-7.
- 19) **Giombini S, Morello G.** Cavernous angiomas of the brain: Account of 14 personal cases and review of the literature. *Acta Neurochir (Wien)* 1978; 40: 61-82.
- 20) **Steinberg GK, Chang SD, Gewirtz RJ, López JR.** Microsurgical resection of brainstem, thalamic, and basal ganglia angiographically occult vascular malformations. *Neurosurgery* 2000; 46: 260-71.
- 21) **Fahlbusch R, Strauss C, Huk W.** Surgical removal of pontomesencephalic cavernous hemangiomas. *Neurosurgery* 1990; 26: 449-57.
- 22) **Morcos JJ, Heros RC, Frank DE.** Microsurgical treatment of infratentorial malformations. *Neurosurg Clin North Am* 1999; 10: 441-74.
- 23) **Ojemann RG, Crowell RM, Ogilvy CS.** Management of cranial and spinal cavernous angiomas. *Clin Neurosurg* 1993; 40: 98-123.
- 24) **Bertalanffy H, Gilsbach JM, Eggert HR, Seeger W.** Microsurgery of deep-seated cavernous angiomas: Report of 26 cases. *Acta Neurochir (Wien)* 108: 91-9, 1991.
- 25) **Amin-Hanzani S, Ogilvy CS.** Overall surgical results of occult vascular malformations. *Neurosurg Clin North Am* 1999; 10: 475-84.
- 26) **LeDoux MS, Aronin PA, Odrezin GT.** Surgically treated cavernous angiomas of the brainstem: Report of two cases and review of the literature. *Surg Neurol* 1991; 35: 395-9.