

Diagnóstico y Tratamiento Microquirúrgico de las Fístulas Arteriovenosas Durales Espinales

Dr. Gabriel Jungberg

Neurocirujano

División Neurocirugía, Hospital General de Agudos "Dr. Ignacio Pirovano"

Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires.

Miembro del Colegio Argentino de Neurocirujanos.

Miembro Titular de la Asociación Argentina de Neurocirugía

**Diagnóstico y Tratamiento Microquirúrgico de las Fístulas
Arteriovenosas Durales Espinales**

Introducción: Las malformaciones arteriovenosas (MAVs) medulares son lesiones raras cuyo diagnóstico se ha hecho más frecuente debido al mejor conocimiento de su historia natural y a los avances tecnológicos en neurorradiología particularmente al desarrollo de las Imágenes por Resonancia Magnética (IRM) y de la Angiografía Digital Súperselectiva (ADS).

Estas lesiones se clasifican de acuerdo con Heros y Anson y Spetzler en cuatro tipos principales. El Tipo I o fístula arteriovenosa dural espinal (FAVDE), es un shunt localizado en la vaina dural de una raíz espinal cuya aferencia proviene de una arteria radiculomenígea con una porción intradural compuesta por un dilatado, pero anatómicamente normal plexo venoso perimedular localizado en la superficie pial dorsal de la médula espinal. Este tipo comprende el 80 a 90% de las MAVs espinales (Figura 1).

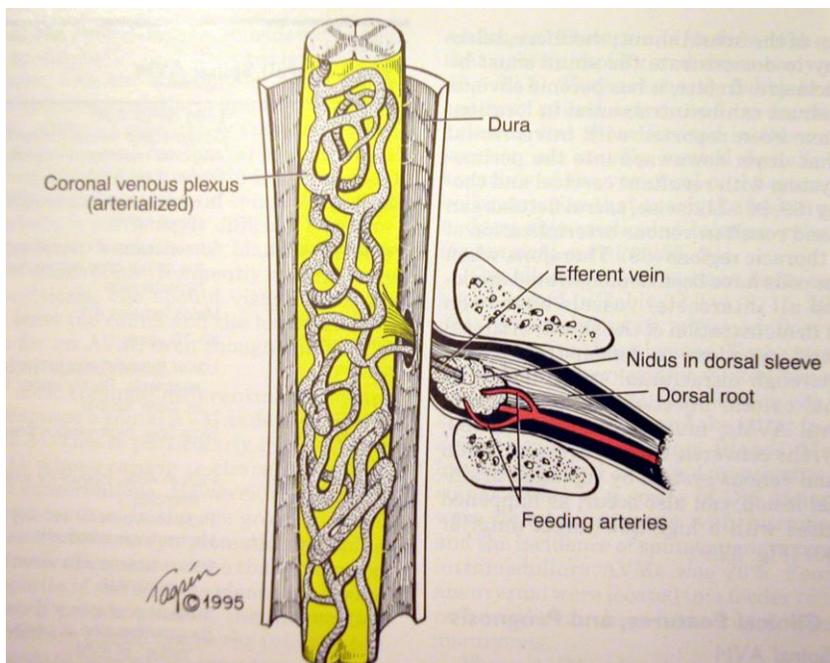


Figura 1. Malformación A-V espinal Tipo 1 o Fístula Arteriovenosa Dural Espinal

El tipo II o MAV tipo glomus es una malformación con un nido verdadero localizado totalmente en la médula espinal o puede tener una porción intramedular y otra parte perimedular (Figura 2).

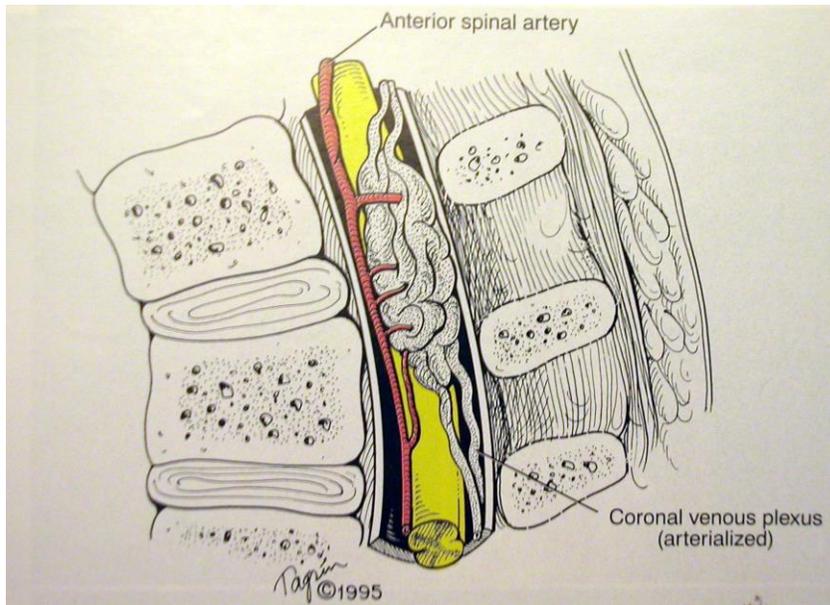


Figura 2. Malformación A-V espinal Tipo 2 o Glómic

El tipo III o MAV tipo juvenil, el más complejo, posee un gran nido que se extiende desde dentro de la médula hasta el espacio epidural, el cuerpo vertebral y los tejidos paravertebrales a lo largo de varios segmentos con múltiples aferencias y drenajes (Figura 3).

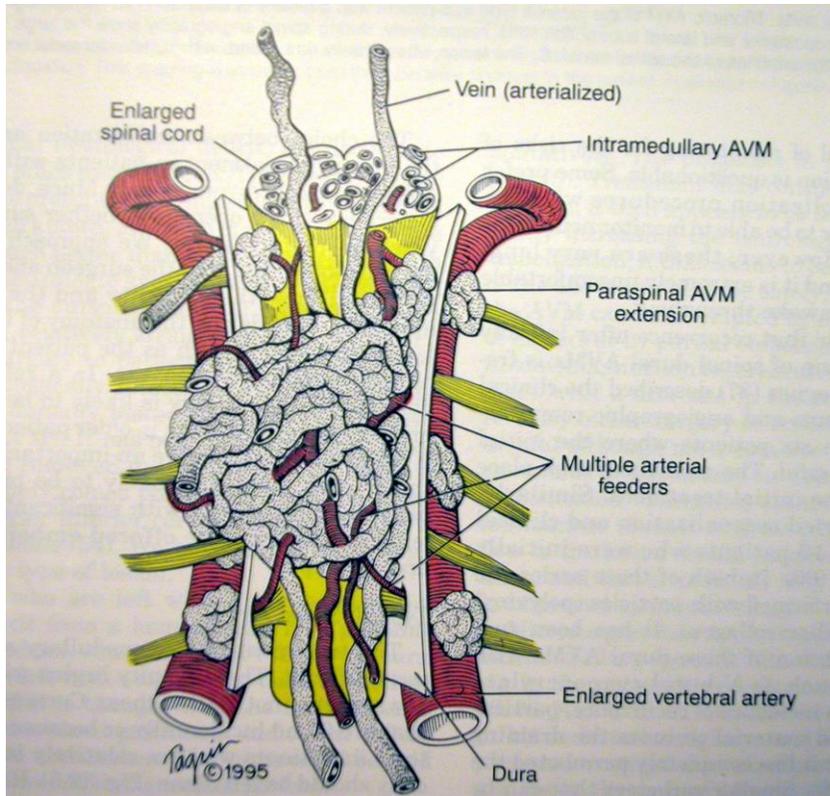


Figura 3. Malformación A-V espinal Tipo 4 o Juvenil

El tipo IV o fístula arteriovenosa espinal directa es una fístula directa entre la arteria espinal anterior y una vena, habitualmente perimedular, anterior a la médula con una importante dilatación del sistema venoso. Este último tipo se subdivide en 3 categorías según la cantidad y el tamaño de los aferentes y eferentes (Figura 4).

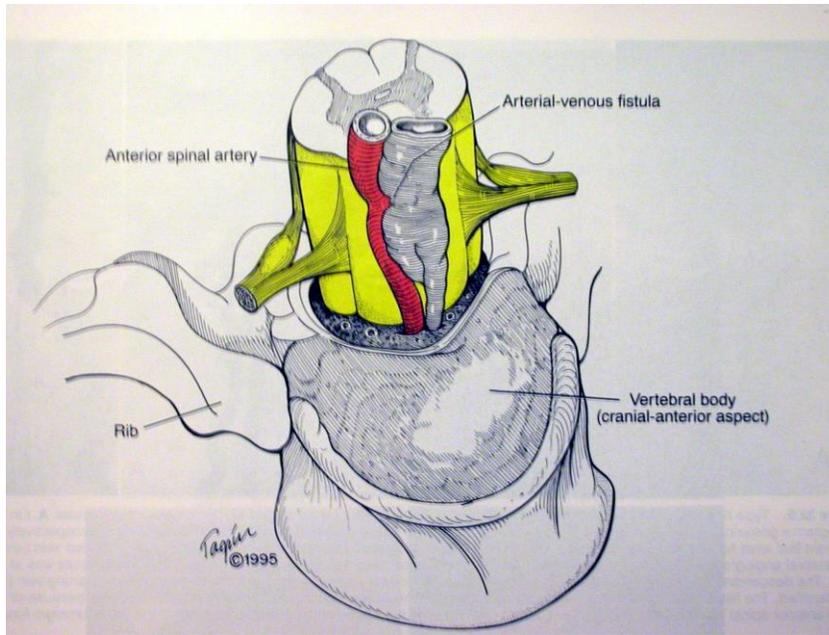


Figura 4. Malformación A-V espinal Tipo 4 o Fístula A-V espinal Directa

Está ampliamente aceptado el origen adquirido de las MAVs espinales tipo I y el origen congénito de los otros tipos.

Ochenta al 90% de los pacientes que presentan una FAVDE son hombres estando la lesión ubicada preferencialmente en la región toracolumbar más específicamente la mayor parte de los casos se encuentran entre T8 y L2.

Material y Métodos: Entre 1996 y 2006 se trataron cinco casos de FAVDE.

Clínicamente se manifiestan con una paraparesia espástica progresiva a lo largo de 1 a 3 años, que sin tratamiento deja al paciente severamente incapacitado. Otras formas clínicas como hemorragia subaracnoidea o un déficit neurológico de instalación brusca son muchos menos habituales.

La fisiopatología consiste en una mielopatía por hipertensión venosa debido a la comunicación directa de una arteria radiculomedular que arterializa el plexo venoso normal de la médula espinal interfiriendo con el drenaje venoso de la misma.

Las IRM muestran estas lesiones como un conglomerado de imágenes de vacío de señal en la cara dorsal de la medula que se extienden por distancias variables en general hacia rostral desde el nivel de ingreso de la fístula, estas imágenes son las venas dilatadas por el flujo arterial. Además de acuerdo al estadio en que se llega al diagnóstico pueden observarse señales de mielomalacia que traducen los infartos venosos producidos por la inversión del flujo.

La ADS es imprescindible para ubicar el lugar exacto de ingreso del vaso arterializado, para asegurarse cuantos son los aferentes (habitualmente uno solo) y para localizar la arteria de Adamkiewicz en los casos de lesiones a nivel dorsal especialmente si el aferente a la fístula es izquierdo. La ADS muestra el sitio de la fístula y la progresiva arterialización del plexo venoso dorsal (dilatado pero anatómicamente normal) de la medula espinal que generalmente se extiende hacia rostral desde el lugar de ingreso. Más raramente pueden verse aneurismas venosos por flujo entre los vasos dilatados.

Descripción de la técnica quirúrgica

Bajo anestesia general, se coloca al paciente en decúbito prono manteniendo el abdomen libre, se localiza con radioscopia el nivel de entrada de la fístula, se realiza una incisión centrada sobre las apófisis espinosas a exponer que llega un nivel por arriba y por debajo del ingreso de la fístula.

Se procede a la disección subperióstica de la musculatura paravertebral en forma convencional. Se realiza una laminectomía o laminotomía con drill de los dos niveles adyacentes a la raíz involucrada en la entrada de la fístula con mayor énfasis del lado de ésta.

Bajo microscopio quirúrgico, se abre la duramadre en la línea media comenzando por la parte caudal de la exposición ya que estas lesiones tienen su porción más voluminosa rostral al nivel donde se hacen intradurales. La preservación inicial de la aracnoides permite estudiar por transparencia la anatomía venosa y elegir el lugar para abrir la misma cuidadosamente con microtijeras de manera de evitar lesionar los vasos dilatados en la cara dorsal de la médula.

La porción intradural de la fístula se libera de adherencias aracnoideas con técnica de disección aguda con microtijeras hasta llegar al neuroforamen lo cual puede hacerse siguiendo el vaso dilatado. Frecuentemente los vasos ensortijados y turgentes impiden ver el sitio de entrada de la fístula. Cuando esto ocurre un método alternativo es seguir la raíz correspondiente hasta el neuroforamen, localizar el vaso a su entrada al canal y disecarlo volviendo hacia la médula un trayecto de unos 15 mm. aproximadamente. Esta maniobra se realiza desplazando suavemente el manojo de venas dilatadas con el aspirador sobre un algodón mientras con microtijeras se libera el vaso circunferencialmente.

Es importante utilizar técnica microquirúrgica de disección aguda con microtijeras y no disección roma debido a que el eventual desgarramiento de la

fístula a nivel de la cara dorsal de la médula obligará a cambiar la táctica quirúrgica debiendo cohibir el sangrado obliterando el vaso distalmente al sitio ideal con la posibilidad de bloquear parte del drenaje venoso medular y producir un infarto venoso medular.

En el segmento intradural de la fístula libre de adherencias entre el neuroforamen y la médula espinal, se coloca un clip transitorio. Lentamente se observa disminución la turgencia y cambios en el color de los vasos dilatados en el dorso de la médula que se van haciendo lentamente más azulados debido a la inversión del flujo que vuelve a transportar sangre venosa exclusivamente a una presión menor.

Luego de algunos minutos de observación de la lesión y de registros de potenciales evocados somatosensitivos sin cambios desfavorables, se realiza coagulación bipolar a lo largo de unos 10 a 15 mm. del vaso intradural entre el clip transitorio y las venas dilatadas. Se retira el clip y se corta el vaso con microtijeras. Los cabos seccionados se sellan nuevamente con coagulación bipolar.

No se realiza resección ni coagulación de la dura involucrada en la lesión.

La exploración de la raíz extradural en el forámen es innecesaria.

Se cierra la dura en forma hermética con sutura continua de seda 4-0.

El resto de la herida se cierra por planos en forma convencional.

Descripción de casos

Caso 1. Paciente varón de 38 años que consulta por lumbalgia con claudicación y debilidad progresiva en ambos miembros inferiores con caídas frecuentes, trastornos esfinterianos y de función sexual. La sintomatología comenzó un mes antes y se hizo rápidamente progresiva en la semana previa a la consulta.

Como antecedentes significativos el paciente había sido tratado 2 años antes por una osteomielitis tuberculosa los cuerpos vertebrales L2 y L3.

Los hallazgos del examen neurológico incluyen una paraparesia espástica severa mayor a derecha, hiperreflexia rotuliana y aquílea con signo de Babinski bilateral, vejiga neurogénica, impotencia sexual, hipoestesia superficial y profunda con nivel T11 (Frankel C).

El tiempo de ponderación T2 de las IRM mostraron las secuelas del proceso infeccioso previo a nivel L2-3 con una discreta cifosis. Dentro del canal espinal se observaron múltiples imágenes de vacío de señal de forma serpenteante entre las raíces de la cola de caballo y alrededor de la médula desde L3 hasta T1 (Figura 5 A y B).

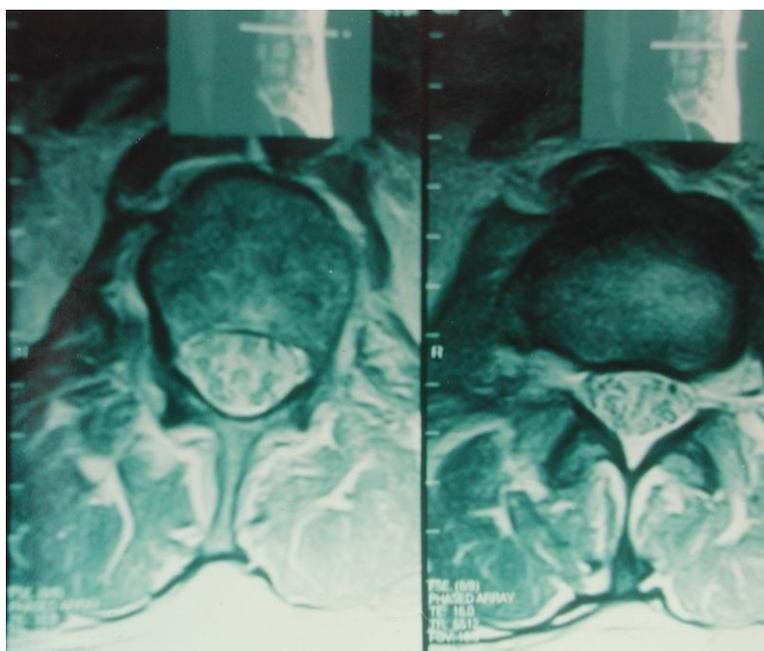


Figura 5 A y B. Caso 1. Imágenes de Resonancia Magnética (IRM) en tiempo T2 (sagital A y axial B) que muestran múltiples imágenes

serpiginosas de vacío de señal que es el plexo venoso perimedular anatómicamente normal aunque dilatado por la arterialización del mismo.

La ADS mostró una FAVDE alimentada únicamente por la arteria radicular L2 izquierda con arterialización del plexo venoso normal de la médula espinal (Figura 6 A y B). Luego de la ADS el paciente desarrolla una paraplejía espástica (Frankel B) con pobre recuperación en un lapso de dos semanas.

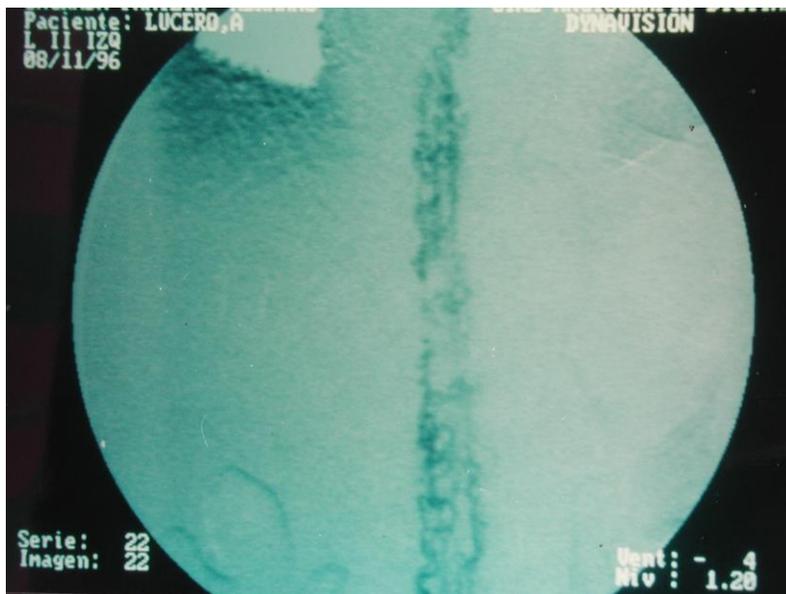
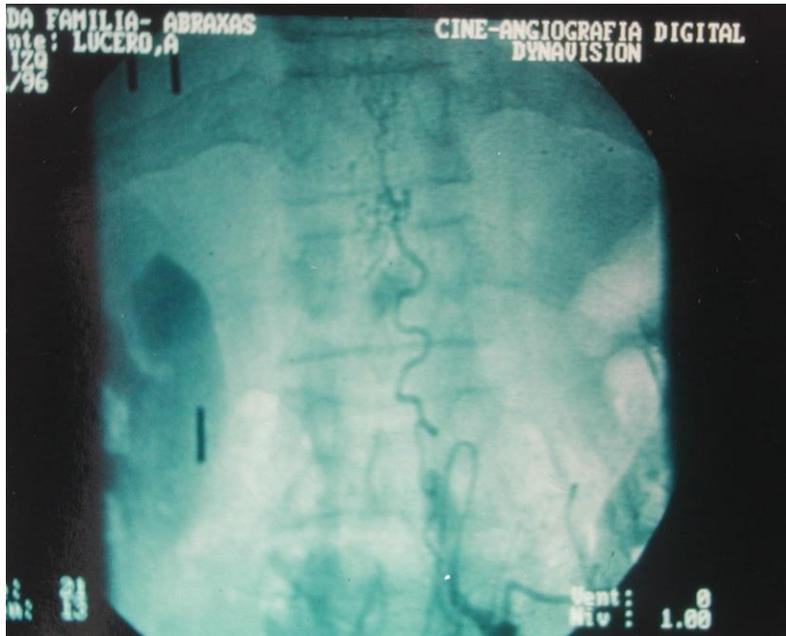
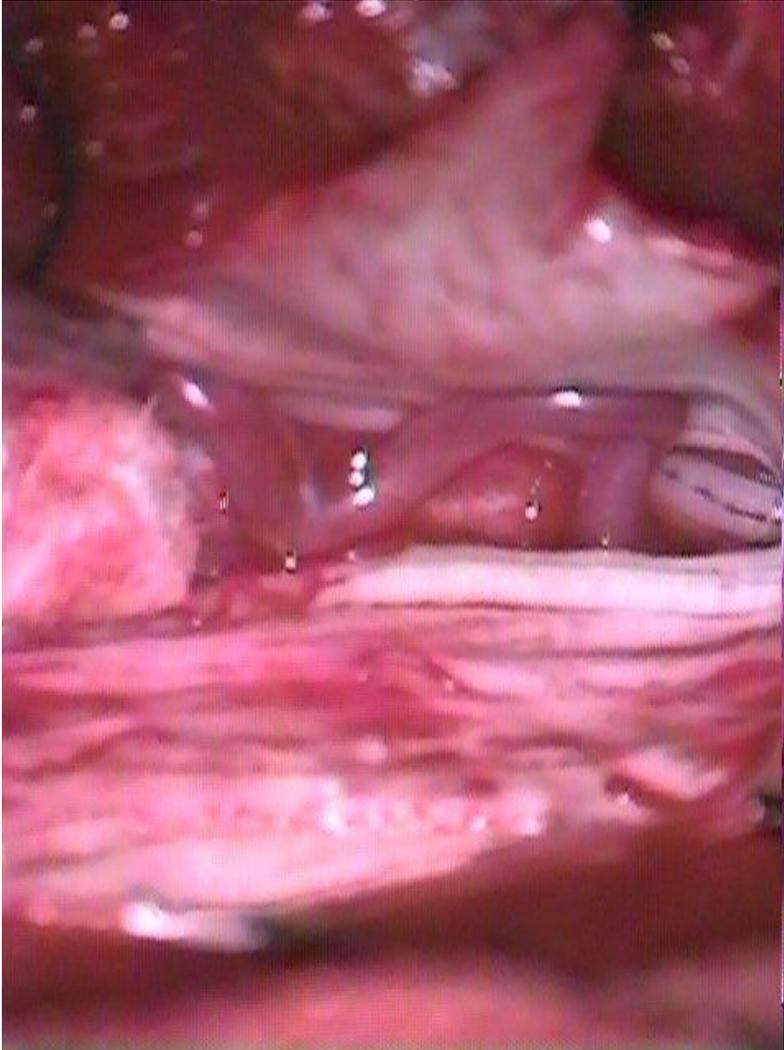


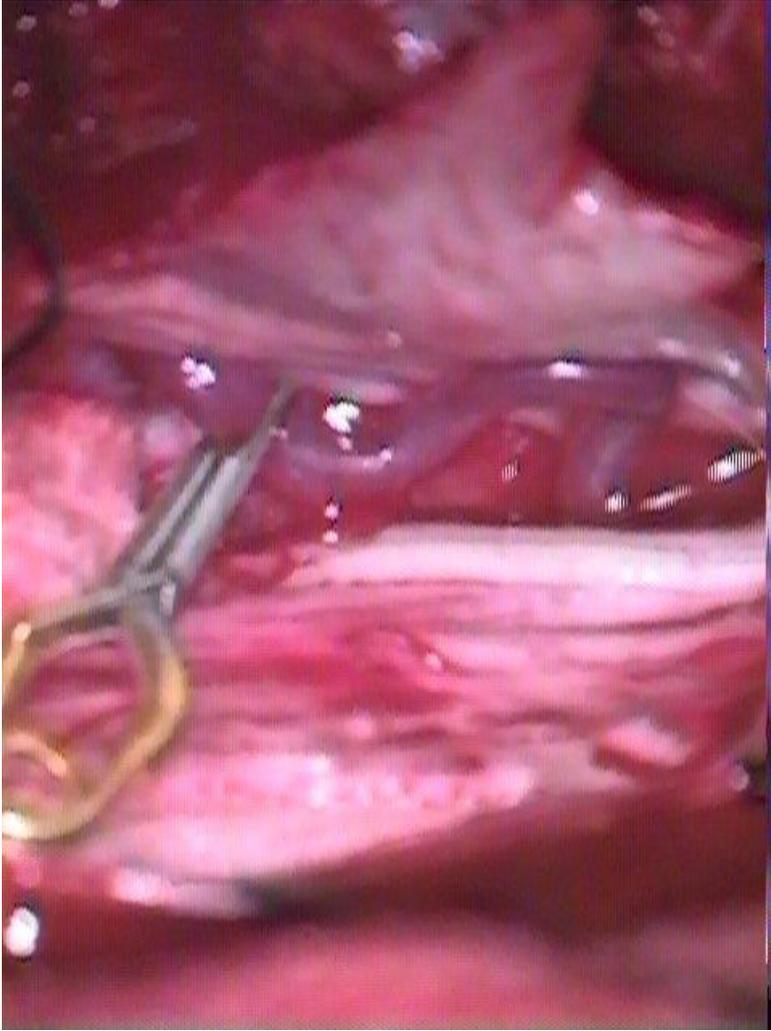
Figura 6 A y B. Caso 1. Angiografía Digital Superselectiva (ADS) que muestra la fístula ingresando por el neuroforamen izquierdo de L2, arterializando progresivamente el sistema venoso medular hacia rostral.

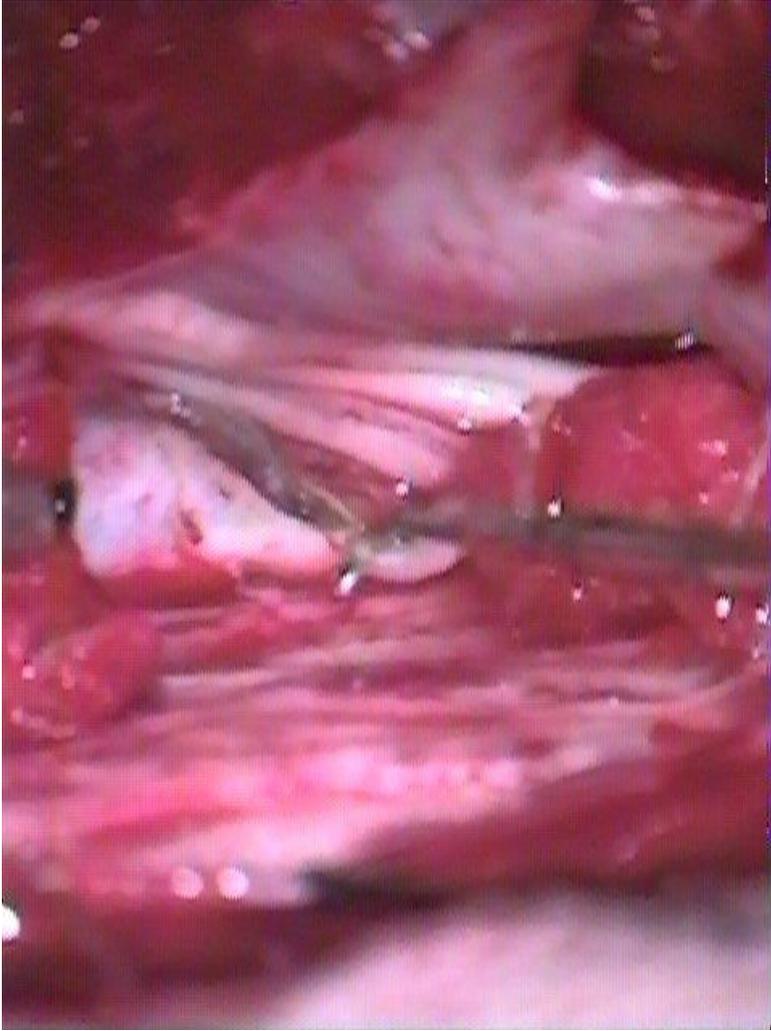
La lesión se abordó a través de una laminectomía estándar desde L1 a L3. Bajo microscopio quirúrgico se abrió la dura dejando intacta la aracnoides. No se observan adherencias entre los vasos dilatados y la aracnoides por lo que se procede a la apertura de la misma. Se sigue el vaso dilatado hasta el neuroforamen. Se coloca un clip temporario cerca de la entrada del vaso luego de lo que el mismo cambia su coloración a azulado y disminuye la turgencia de la porción intradural de la fístula. Luego el clip es retirado, el vaso coagulado y cortado (Figura 7 A a D). La dura es suturada en forma habitual.

Debido a la inestabilidad generada por la enfermedad previa sumada al abordaje para tratar la fístula se realiza una fusión de T11 a L5 con marco de

Hartshill (Surgicraft, De Puy, Buenos Aires).







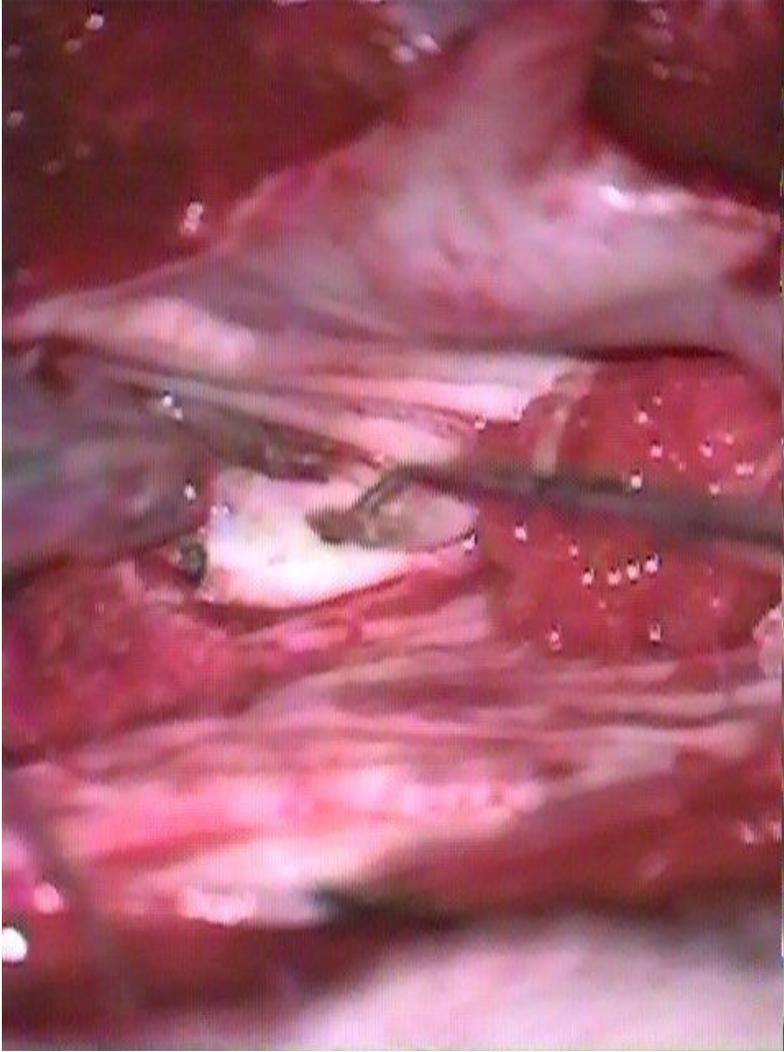


Figura 7 A, B, C y D. Caso 1. Fotos intraoperatorias. A. Exposición de la vena arterializada intradural. Obsérvese la turgencia y el diámetro de aproximadamente 2 mm. del vaso. B. Colocación de un clip transitorio que deaferenta la fístula disminuyendo la presión en el sistema venoso medular. Se observa progresivamente la vena más azulada por la lenta inversión de flujo y la entrada de sangre venosa a la misma. C. Se realiza coagulación bipolar de una longitud de 15 a 20 mm. del vaso y luego se retira el clip transitorio. D. Se secciona el vaso coagulado con microtijeras logrando la deaferentación definitiva de la fístula arteriovenosa dural espinal.

En el primer día postoperatorio el paciente comenzó a lograr algunos movimientos voluntarios en la parte distal de los miembros inferiores aunque no contra gravedad y una discreta mejoría en la sensibilidad

superficial. Al final de la primera semana comienza a mover la parte proximal de ambos miembros inferiores. En el sexto día postoperatorio se coloca un corsé toracolumbosacro e inicia un programa intensivo de rehabilitación. Las IRM postoperatorias muestran la desaparición de las imágenes de vasos dilatados intradurales (Figura 8).

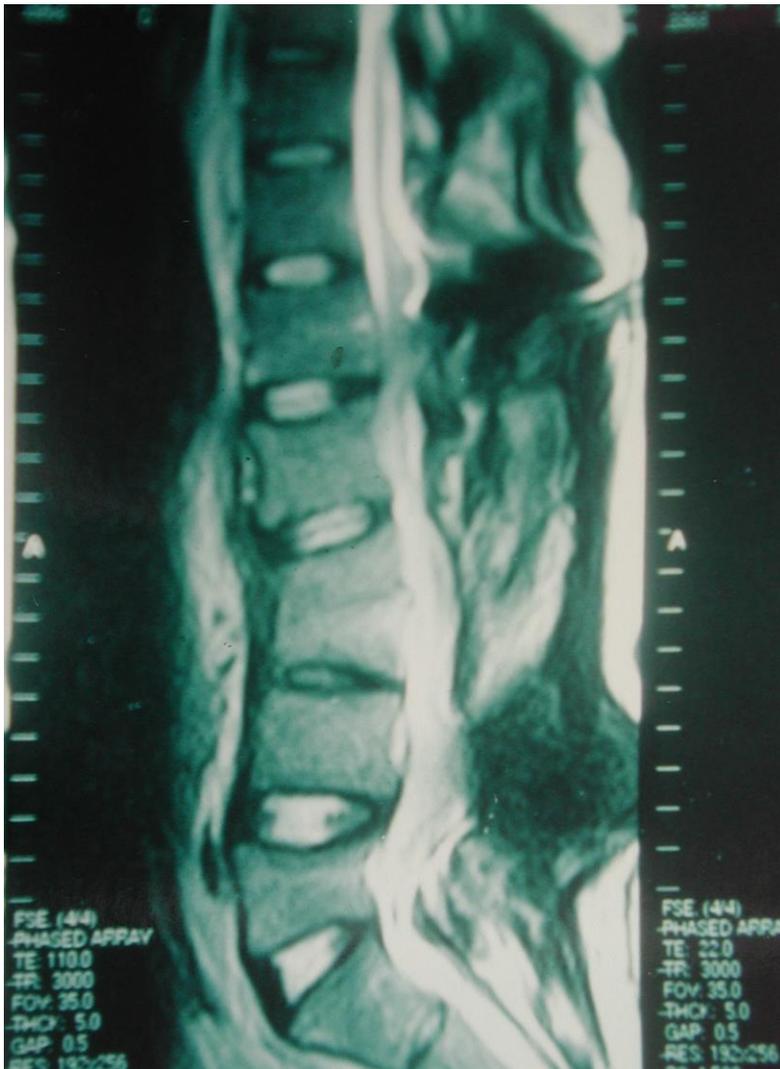


Figura 8. Caso 1. IRM postoperatoria en la que ya no se observan las señales de vació de flujo perimedular. El artefacto metálico en la región posterior corresponde a los alambres de fijación del marco de Hartshill.

Cuarenta y ocho meses después de la cirugía el paciente está libre de dolor lumbar, mejoró a una paraparesia moderada, puede deambular con ortesis más de 50 metros y la mayoría de los músculos tiene 3-4/5 de fuerza motora.

Aún presenta una hipoestesia bilateral con un nivel L1, necesita cateterismo vesical pero recuperó control del esfínter anal y tiene una satisfactoria función sexual (Frankel D), (Figura 9).



Figura 9. Caso 1. El paciente a los 48 meses de postoperatorio, recuperó función medular a Frankel D.

Caso 2. Paciente de 52 años, activo jugador de tenis, que comienza 6 meses antes de la consulta con trastorno en la marcha lentamente progresivo con alteraciones en el tacto superficial. A los 2 meses del comienzo de los síntomas fue intervenido quirúrgicamente en otro centro médico por una hernia discal L4-L5, sin cambios en la clínica.

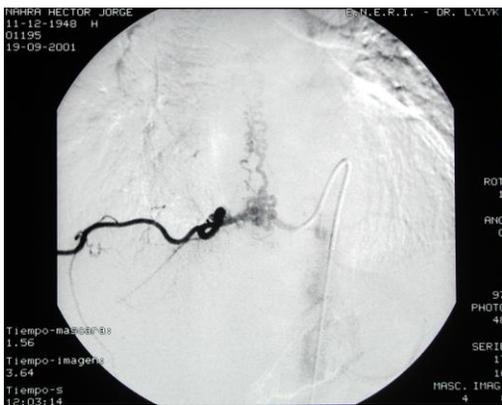
En el exámen neurológico los hallazgos positivos son una paraparesia espástica moderada con hiperreflexia rotuliana y aquílea, signo de Babinski bilateral y un sentido de posición articular alterado (Frankel D).

Es estudiado con IRM las que muestran vasos dilatados perimedulares desde T9 y señal de mielomalacia desde T7 hasta el cono medular (Figura 10 A y B). Se realiza una ADS que muestra una FAVDE que se llena por la arteria radicular T9 derecha arterializando el plexo venoso perimedular desde el sitio de entrada hacia arriba hasta T1 (Figura 11 A a E). La ADS muestra la Arteria radicular magna de Adamkiewicz ingresando por el foramen T7 izquierdo (Figura 12).





Figura 10 A y B. Caso 2. IRM sagital T2 que muestra el plexo venoso perimedular dilatado dorsal bajo en A y dorsal alto en B y señal de mielomamlacia en ambas.



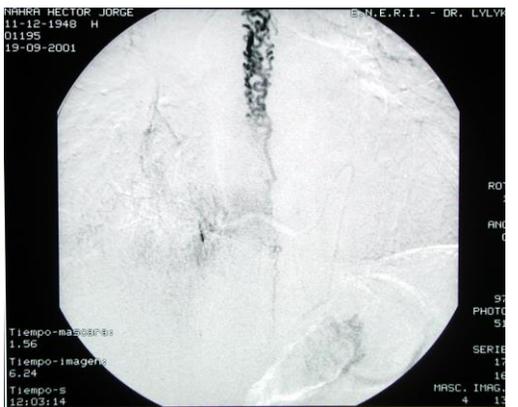
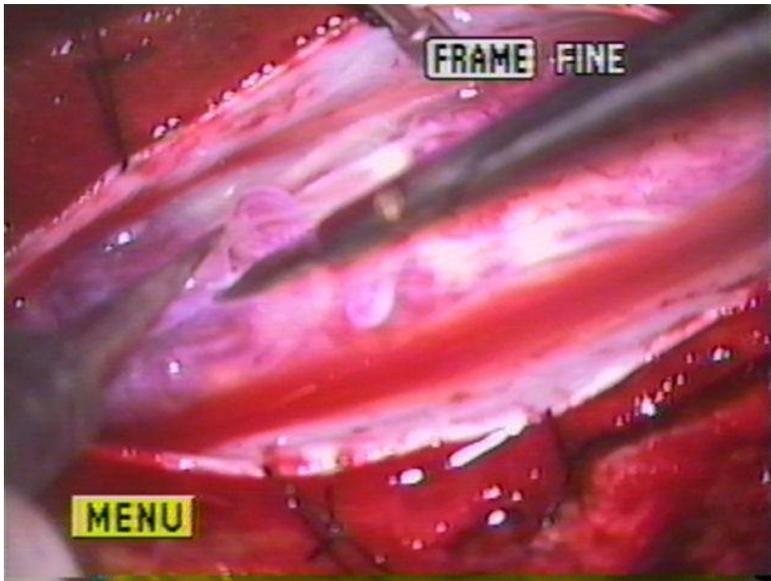
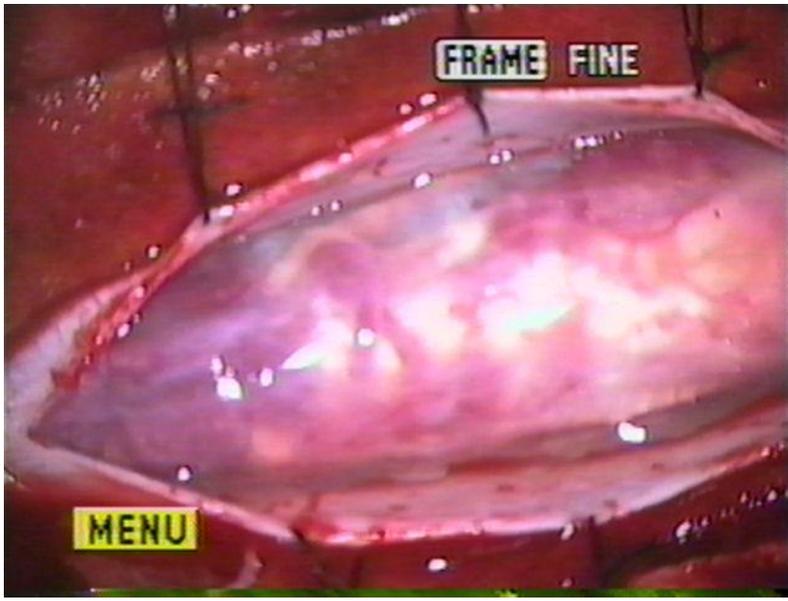


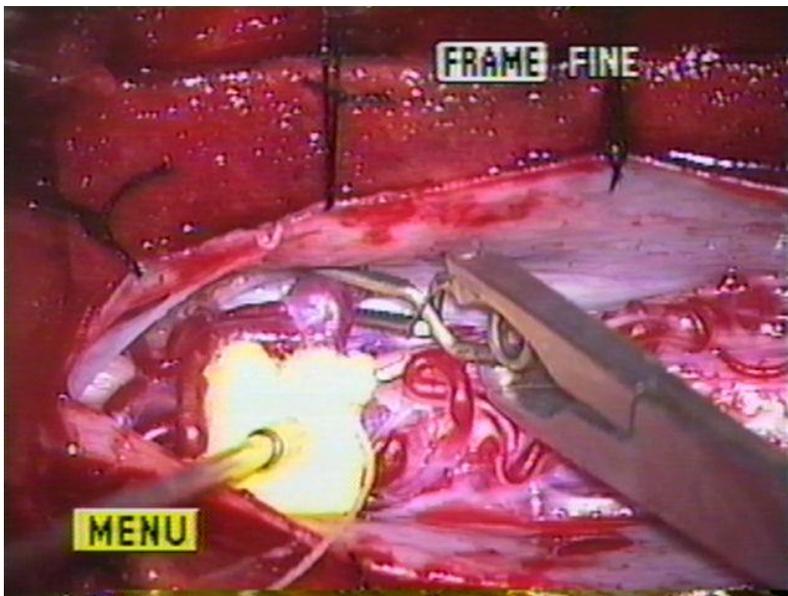
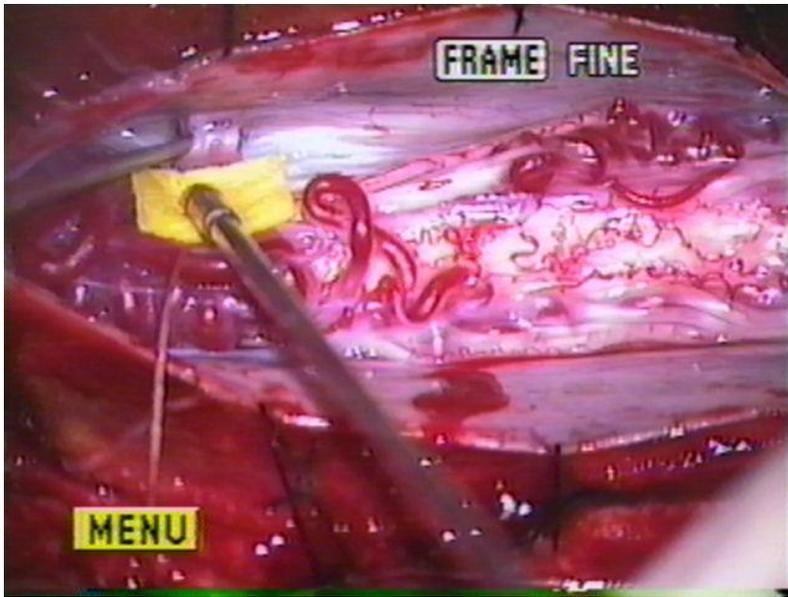
Figura 11 A, B, C, D y E. Caso 2. Secuencia de Angiografía Digital Selectiva que muestra la fístula arteriovenosa dural ingresando por el neuroforamen T9 derecho y el llenado progresivo del sistema venoso perimedular dilatado.

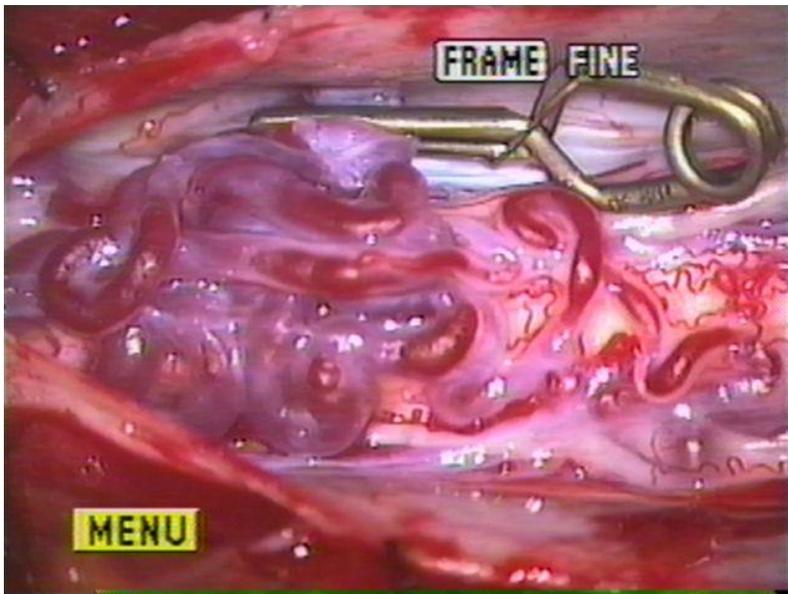
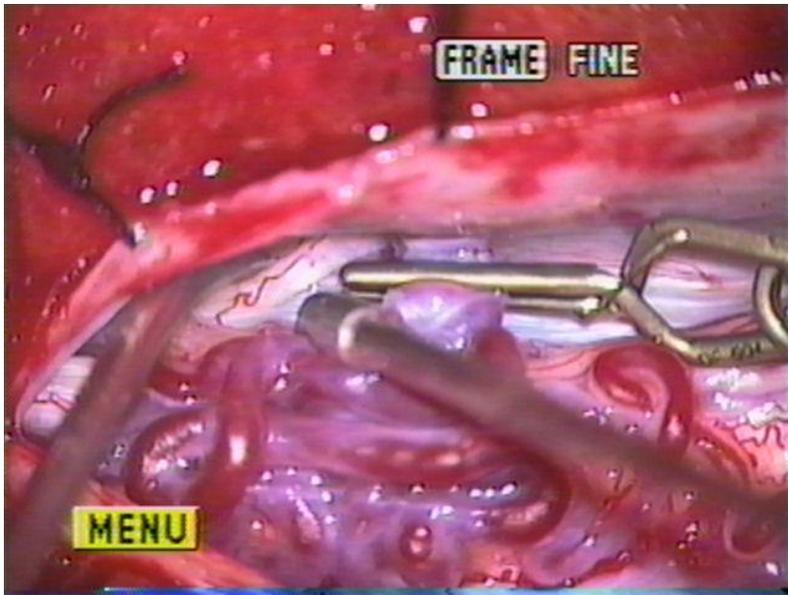


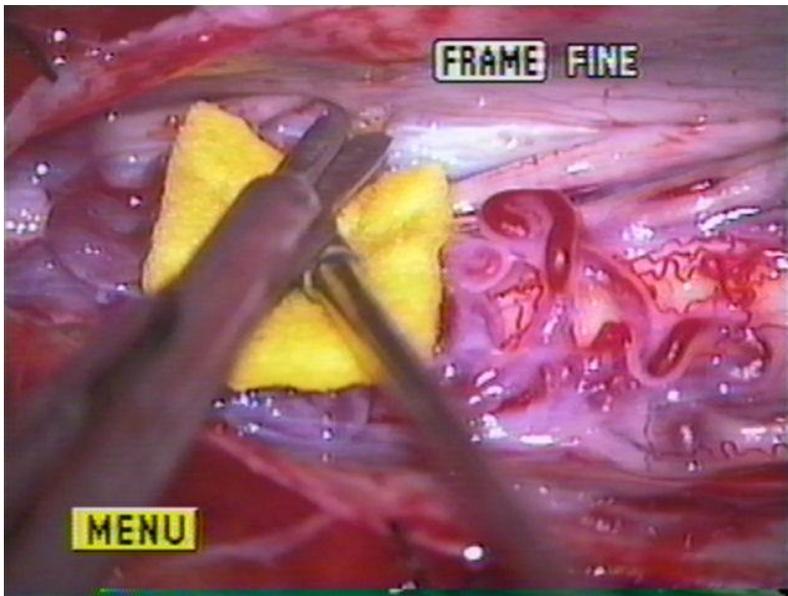
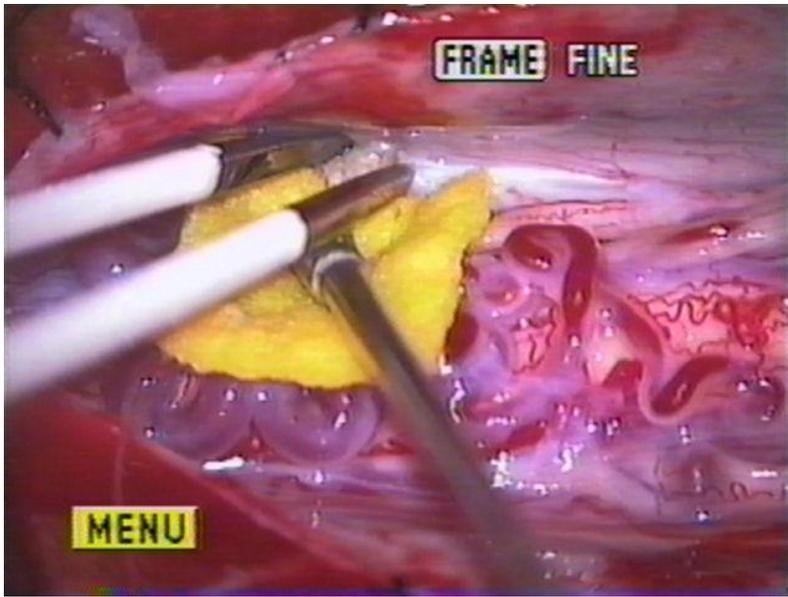
Figura 12. Caso2. ADS que identifica la arteria radicular magna de Adamkiewicz ingresando a nivel T7 izquierda.

Se aborda la lesión mediante una laminectomía convencional T9-10. Bajo microscopio se abre la dura en línea media manteniendo intacta la aracnoides para examinar el sistema venoso dilatado en la cara dorsal de la médula. No se encuentran adherencias entre los vasos y la aracnoides. Se abre la aracnoides y se explora la zona del foramen T9 derecho donde se encuentra un ovillo vascular que bloquea la visión de la raíz y de los vasos que ingresan. Se disecan estos vasos hasta lograr ver el vaso aferente. Se lo diseca circunferencialmente, se coloca un clip transitorio que produce el colapso parcial de las venas y una discreta coloración azulada de las mismas. Se retira el clip y se coagula y corta el vaso. En la inspección posterior en la cara interna de la dura (en el espesor de la misma) se ven varios vasos que se asumen como parte de la fístula por lo son coagulados finamente. Se sutura la dura en forma usual (Figura 13 A a J).









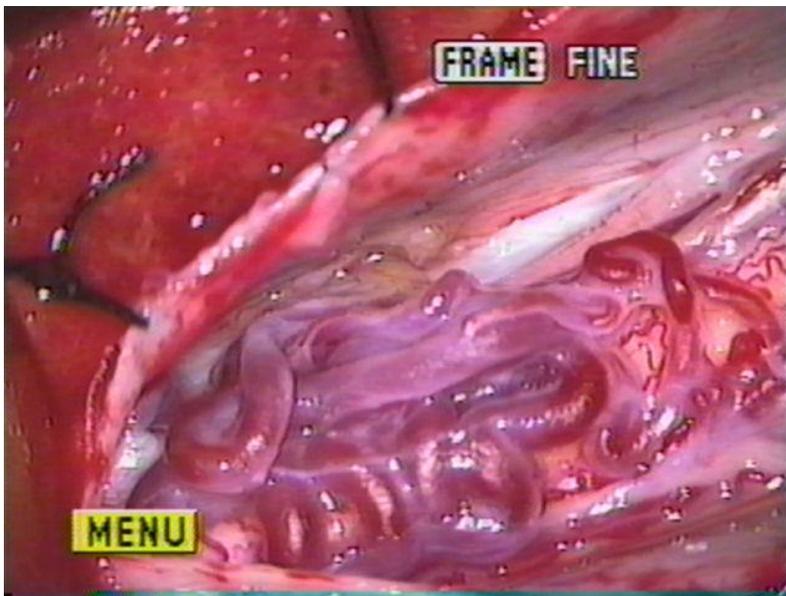
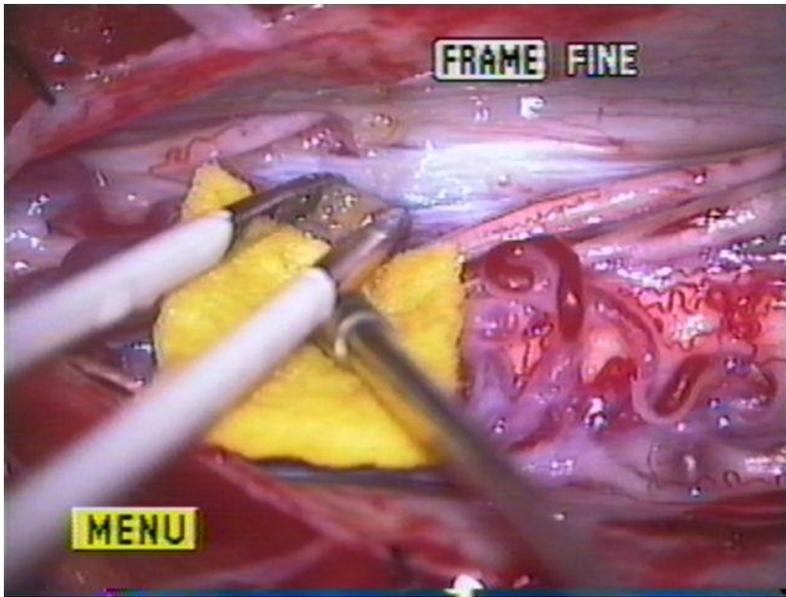


Figura 13. A, B, C, D, E, F, G, H, I y J. Caso 2. Fotografías intraoperatorias.

A. Apertura dural dejando sin interrupción de la aracnoides para una primera evaluación de los vasos. B. Apertura de la arcanoides con microtijeras y exposición inicial de las venas retromedulares dilatadas. C. Disección circunferencial de la vena inmediatamente que se hace intradural. D. Colocación de clip transitorio para evaluar los cambios al invertir el flujo. E. Disección de la raíz adyacente a la vena en la cara interna del

neuroforamen. F. Luego de unos minutos de clisado transitorio se observa un cambio en la turgencia y en el color (más azulado) de las venas previamente arterializadas. G. Coagulación bipolar de la vena adyacente a su ingreso. H. Sección del vaso coagulado con microtijeras. I. Coagulación de los cabos. J. Aspecto del plexo venoso deaferentado con menor presión y coloración azulada.

El paciente es dado de alta a los 5 días del procedimiento con una gradual recuperación quedando con una muy discreta paraparesia que le permite desarrollar sus actividades habituales (Frankel D).

Las IRM postoperatorias muestran la desaparición de las imágenes vasculares perimedulares (Figura 14 A a C).



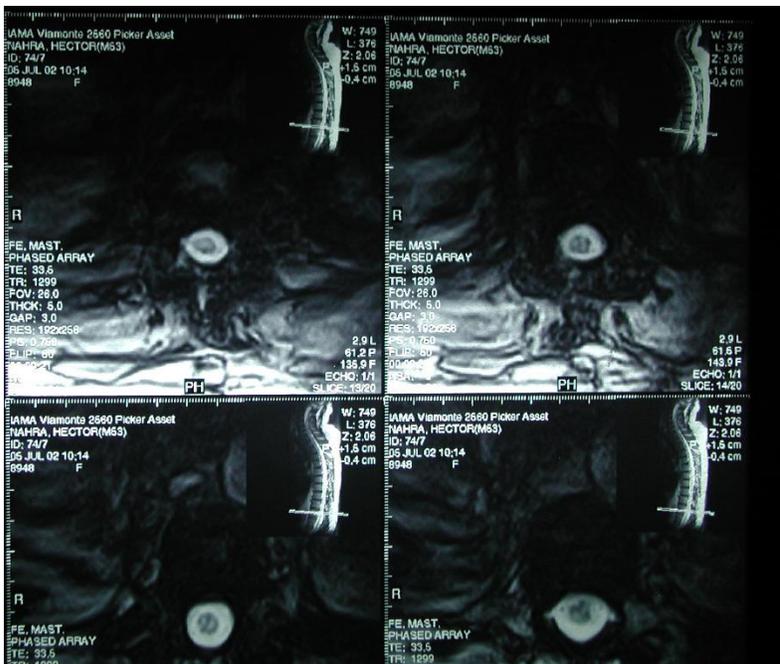


Figura 14 A, B y C. Caso 2. IRM postoperatorias donde no se observan vasos dilatados perimedulares.

Caso 3. Paciente de 51 años que consulta por debilidad progresiva en miembros inferiores que comienza ocho meses antes. Refiere crisis en que “ambas piernas bruscamente se contraen y quedan duras por un rato” y disminución de la potencia sexual. En el examen neurológico se objetiva una

paraparesia espástica moderada, hiperreflexia rotuliana bilateral, clonus de rótula y Signo de Babinski bilateral. Las alteraciones de sensibilidad no son clara encontrando parches de hipoestesia sin un nivel sensitivo claro (Frankel C). Es estudiado con IRM que muestra imágenes ensortijadas de vacío de señal perimedulares desde T4 hasta T12 con imagen de mielomalacia en T10 (Figura 15 A y B).





Figura 15 A y B. Caso 3. IRM preoperatorias en tiempo T2 sagital, se observa además de los vasos ensortijados la médula espinal con señal brillante (mielomalacia).

Con diagnóstico presuntivo de FAVDE se realiza ADS medular que confirma el diagnóstico observándose la fístula a nivel del neuroforamen T6 izquierdo. A diferencia de lo habitual el plexo venoso arterializado se extiende tanto hacia rostral como hacia caudal (Figura 16 A y B).

MIND JORGE ALBERTO
03-04-1953 H
040166
17-02-2004

E.N.E.R.I



Tiempo-mascara:
1.12
Tiempo-Imagen:
2.72
Tiempo-s
17:12:27

03-04-1953 H
040166
17-02-2004

E.N.E.R.I



empo-mascara:
12
empo-Imagen:
00
empo-s

Figura 16 A y B. Caso 3. ADS que muestran la FAVDE ingresando por el neuroforamen T6 izquierdo. A diferencia de la mayoría de las fístulas durales espinales, se arterializa el plexo venoso hacia rostral y caudal al ingreso.

Se interviene quirúrgicamente abordando la fístula por mediante una laminectomía T6-T7 convencional. Se abre la duramadre en la línea media sin abrir la aracnoides. Bajo microscopio quirúrgico se abre la aracnoides con microtijeras y se expone el plexo venoso dilatado. Se disecan un manojito de vanas que obstruyen el acceso al foramen T6 izquierdo y se identifica la vena en el inicio del recorrido intradural. Se la diseca circunferencialmente y se coloca un clip transitorio durante unos minutos. Luego de observar la ausencia de eventos hemorrágicos con el clip colocado se retira el mismo y se procede a la coagulación bipolar del vaso a lo largo de unos 20 mm. siendo seccionado a continuación con microtijeras. Se cierra la duramadre en forma hermética con seda 4-0.

El paciente evoluciona favorablemente sin complicaciones. La IRM postoperatoria muestra la desaparición del plexo perimedular dilatado y la mejoría en la extensión de la señal de mielomalacia (Figura 17 A y B). El examen neurológico al año muestra una paraparesia espástica leve a moderada, el paciente refiere haber mejorado su función sexual (Frankel D).

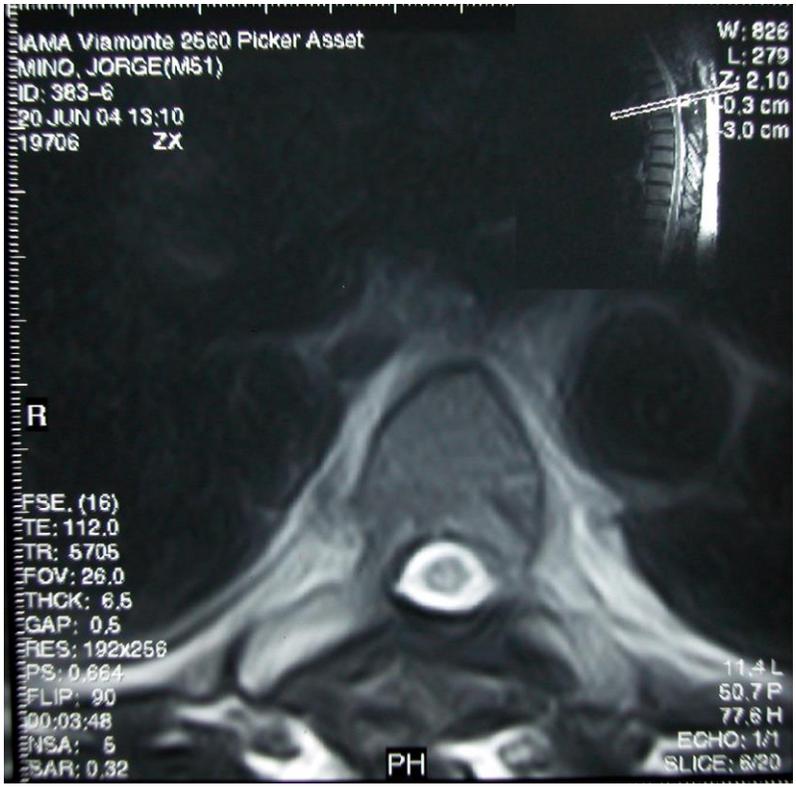


Figura 17 A y B. Caso 3. IRM postoperatoria T2 (sagital A y axial B). Se observa la desaparición del plexo venoso perimedular dilatado y la disminución de la señal de mielomalacia.

Resultados. Entre 1996 y 2006 se diagnosticaron y trataron cinco FAVDE en la División Neurocirugía del Hospital General “Ignacio Pirovano”, cuatro hombres y una mujer entre 38 y 70 años con una edad promedio de 52 años. El tiempo medio entre el inicio de los síntomas y el diagnóstico fue de 12 meses con extremos entre 6 y 36 meses. El paciente con mayor lapso entre el inicio de los síntomas y el diagnóstico llegó con una paraplejía de más de 1 mes de evolución a la primer consulta y fue el único que no mejoró luego de la cirugía. Los cuatro pacientes restantes consultaron presentando un cuadro de paraparesia espástica leve a moderada en un caso (Frankel D) y severa (Frankel C) en los otros tres. Dos de estos pacientes desarrollaron una paraplejía posterior a la ADS con pobre recuperación espontánea posterior. Como resultado de la intervención quirúrgica el paciente con menor deterioro detuvo la progresión de la mielopatía y los tres restantes mejoraron dos grados en la escala de Frankel.

Conclusiones. Las FAVDE son entidades raras que gracias a un mejor conocimiento de su fisiopatología y de la historia natural y a los avances en diagnóstico por imágenes son cada vez diagnosticadas más temprano. Las FAVDE son las malformaciones arteriovenosas medulares más frecuentes (80% del total) y conducen invariablemente a la paraplejía espástica en un lapso de cuatro a cinco años desde el inicio de los síntomas. El tratamiento microquirúrgico consiste en hallar la vena fistulosa inmediatamente a su ingreso al espacio subaracnoideo espinal, disecarla de las raíces que la acompañan y coagularla y seccionarla deaferentando la fistula. Esto disminuye la presión a la que estaba siendo sometido el plexo venoso perimedular permitiendo el normal drenaje venoso de la médula espinal.

El diagnóstico precoz de las FAVDE y su tratamiento permite detener el avance del deterioro de la función motora y esfinteriana y en muchos casos logra una significativa mejoría neurológica.

Bibliografía

1. Aminoff MJ, Barnard RO, Logue V: The pathophysiology of spinal vascular malformations. **J Neurol Sci** 23:255-263, 1974
2. Aminoff MJ, Logue V: Clinical features of spinal vascular malformations.

Brain 97:197-210, 1974

3. Aminoff MJ, Logue V: The prognosis of patients with spinal vascular malformations. **Brain** 97:211-218, 1974
4. Anson JA, Spetzler RF: Classification of spinal arteriovenous malformations and implications for treatment. **B.N.I. Q.** 8:2, 1992
5. Baker HL Jr., Love, JG, Layron DD Jr.: Angiographic and surgical aspects of spinal cord vascular anomalies. **Radiology** 88:1078, 1967
6. Berenbruch K: Ein Fall von Multiplen Angiolipomen kombiniert mit einem Angiom des Rückenmarks. Inauguraldissertation, Tübingen, 1890
7. Berenstein A, Lasjaunias P : Spine and spinal cord vascular lesions. *Endovascular Treatment of Spine and Spinal Cord Lesions (Surgical Neuroangiography, Vol 5)*. Berlin, Springer-Verlag, 1992, p1
8. Brasch F: Über einen schweren spinalen Symptomenkomplex, bedingt durch eine aneurysma-serpentinumartige Veränderung eines Theils der Rückenmarksgefäße. **Berl Klin Wochenschr** 37:1210, 1900
9. DiChiro G, Doppman JL, Ommaya AK: Radiology of spinal cord arteriovenous malformations. **Prog Neurol Surg** 4:329-354, 1971
10. Djindjian R, Hurth M, Hondart R: *L'Angiographie de la Moelle Epinière*. Paris, Masson, 1970
11. Ellsberg CA : Surgical significance and operative treatment of enlarged and varicose veins of the spinal cord. **Am J Med Sci** 151 :642-652, 1916
12. Foix CH, Alajouanine TH: La myélite necrotique subaigue: Myélite centrale angéio-hypertrophique à évolution progressive: Paraplegie amyotrophique lentement ascendante, d'abord spasmodique, puis flasque, s'accompagnant de dissociation albumino-cytologique. **Rev Neurol** 33:1-42, 1926
13. Gaupp J: Hämorrhoiden der Pia mater spinalis im Gebiet des Lendenmarks. **Beitr Pathol** 2:516, 1888
14. Gebhardt F: Über das Verhalten der Reflexe bei Querdurchtrennung des Rückenmarks. **Dtsch Z Nervenhe** 6:127, 1895
15. Grote EH, Bien S : Arteriovenous malformations of the spinal cord. Youmans JR, (ed) : *Neurological Surgery, ed 4*. Philadelphia, WB Saunders, 1996, pp 1511-1530
16. Grote EH, Voigt K: Clinical syndromes, natural history, and pathophysiology of vascular lesions of the spinal cord. **Neurosurg Clin N Am** 10:17-45, 1999
17. Hassler W, Thron A, Grote EH: Hemodynamics of spinal dural arteriovenous fistulas. **J Neurosurg** 70:360-370, 1989
18. Heros RC, Debrun GM, Ojemann RG, Lasjaunias PL, Naessens PJ. Direct spinal arteriovenous fistula: A new type of spinal AVM. **J Neurosurg** 64:134-139, 1986
19. Huffmann BC, Gilsbach JM, Thron A : Spinal dural arteriovenous fistulas: plea for neurosurgical treatment. **Acta Neurochir (Wien)** 135:44-51, 1995
20. Hurst RW, Kenyon LC, Lavi E, Raps EC, Marcotte P: Spinal dural arteriovenous fistula: the pathology of venous hypertensive myelopathy. **Neurology**, 45:1309-1313, 1995
21. Kendall BE, Logue V: Spinal epidural angiomatous malformations draining into intrathecal veins. **Neuroradiology** 13:181-189, 1977

22. Kohno M, Takahashi H, Yagishita A, Haisa T, Segawa H: Preoperative and postoperative magnetic resonance imaging (MRI) findings of radiculomeningeal arteriovenous malformations: important role of gravity in the symptoms and MRI. **Surg Neurol**, 48:352-356, 1997
23. Krayenbühl H, Yasargil MG, McClintock HG: Treatment of spinal cord vascular malformations by surgical excision. **J Neurosurg** 30:427-435, 1969
24. Malis LI: Arteriovenous malformations of the spinal cord. Youmans JR, (ed): *Neurological Surgery. ed 2*. Philadelphia, WB Saunders, 1982, pp 1850-1874
25. Marsh WR: Vascular lesions of the spinal cord: history and classification. **Neurosurg Clin N Am**, 10:1-8, 1999
26. McCutcheon IE, Doppman JL, Oldfield EH : Microvascular anatomy of dural arteriovenous abnormalities of the spine: a microangiographic study. **J Neurosurg**, 84:215-220, 1996
27. Merland JJ, Riché MC, Chiras J: Les fistules artério-veineuses intracanalaires, extra-médullaires à drainage veineux médullaire. **J Neuroradiol** 7:271-320, 1980
28. Merland JJ, Assouline E, Rüfenacht D: Dural spinal arteriovenous fistulae draining into medullary veins: Clinical and radiological results of treatment (embolization and surgery) in 56 cases. Valk, J (ed): *Neuroradiology 1985/1986*. Amsterdam, Elsevier Science, 1986, pp. 283-289
29. Morgan MK, Marsh WR: Management of spinal dural arteriovenous malformations. **J Neurosurg** 70:832-836, 1989
30. Perthes, G: Über das Rankenangiom der weichen Häute des Gehirns und Rückenmarks. **Dtsch. Z. Chir** 203:93, 1927
31. Puusepp L : Zur frage der varices spinales und ihrer operativen. **Therapie Zbl Neurochir** 3:158-169, 1938
32. Rosenblum B, Oldfield EH, Doppman JL, Di Chiro G: Spinal arteriovenous malformations: A comparison of dural arteriovenous fistulas and intradural AVMs in 81 patients. **J Neurosurg** 67:795-802, 1987
33. Sargent P: Haemangioma of the pia mater causing compression paraplegia. **Brain** 48:259, 1925
34. Symon L, Kuyama H, Kendall B: Dural arteriovenous malformations of the spine: Clinical features and surgical results in 55 cases **J Neurosurg** 60:238-247, 1984
35. Wyburn-Mason R: *The Vascular Abnormalities and Tumours of the Spinal Cord and Its Membranes*. London, Henry Kimpton, 1943
36. Yasargil MG: Surgery of vascular lesions of the spinal cord with the microsurgical technique. **Clin Neurosurg** 17:257-265, 1970
37. Yoshino O, Matsui H, Hirano N, Tsuji H : Acquired dural arteriovenous malformations of the lumbar spine. **Neurosurgery** 42 :1387-1389, 1998