

Anomalías vasculares de la médula espinal: revisión ilustrada basada en casos clínicos

Miguel Cabero Fuertes, Cristina Utrilla Contreras, Begoña Marín Aguilera,
Alberto Alvarez Muelas, Arantxa Royo Orejas, Elena Rodríguez Gil,
Santiago Rivera Rojas, Miguel Ramírez Torres

Hospital Universitario La Paz, Madrid (España)

Objetivos docentes

Las malformaciones vasculares espinales (MVE) constituyen un grupo heterogéneo de entidades raras cuyo diagnóstico y manejo siguen siendo complejos. Su baja prevalencia requiere un alto nivel de sospecha y experiencia por parte del radiólogo, dado que el diagnóstico inicial se basa fundamentalmente en hallazgos de imagen sutiles pero específicos. Además, la anatomía vascular de la médula espinal y la columna vertebral es compleja y presenta gran variabilidad. Finalmente, la ausencia de un sistema de clasificación universal y las dificultades en la interpretación de técnicas de imagen no invasivas motivan el presente trabajo. Nuestro objetivo es destacar, mediante esquemas anatómicos y casos clínicos representativos, el algoritmo diagnóstico propuesto por Krings *et al.* para la sospecha, caracterización y tratamiento de las MVE más frecuentes [4].

Métodos

El conocimiento detallado de la anatomía vascular medular es esencial para interpretar correctamente los hallazgos de imagen en la sospecha de MVE. La irrigación arterial de la médula se organiza en torno a los ejes longitudinales formados por las arterias espinales anterior y posteriores, reforzadas segmentariamente por arterias radiculomedulares y radiculopiales. La arteria espinal anterior irriga la sustancia gris central, mientras que las arterias espinales posteriores y la red pial circunferencial irrigan predominantemente la sustancia blanca [1–3]. Las MVE son entidades poco frecuentes con elevada morbimortalidad, que pueden presentarse de forma aguda o progresiva. La resonancia magnética (RM) es fundamental en el diagnóstico inicial. Desde un punto de vista práctico, el radiólogo debe identificar signos indirectos de derivación arteriovenosa, como dilatación de venas perimedulares u opacificación venosa precoz. Las MVE se clasifican en lesiones dures y piales según su irrigación arterial. Las fístulas dures son adquiridas, mientras que las malformaciones piales suelen ser congénitas [4–7]. La angioRM es la técnica no invasiva principal, mientras que la angioTC puede ser útil en determinadas localizaciones [8,9].

Resultados

Las fístulas arteriovenosas durales espinales son las MVE más frecuentes y afectan principalmente a varones de mediana edad. Consisten en un cortocircuito entre una arteria radiculomeníngea y una vena radicular, con drenaje retrógrado hacia el sistema venoso perimedular, lo que produce hipertensión venosa y congestión medular [4,7]. La RM muestra edema medular y vasos dilatados, mientras que la angiografía digital es la técnica de referencia para el diagnóstico y tratamiento. Las malformaciones arteriovenosas piales pueden ser intramedulares o perimedulares y presentar morfología fistulosa o glomerular, con múltiples aferencias arteriales. Las malformaciones cavernosas son lesiones intramedulares caracterizadas por capilares dilatados sin vasos aferentes o eferentes identificables, con aspecto típico en RM en “mora” debido al depósito de hemosiderina [12,13].

Conclusiones

Las malformaciones vasculares espinales requieren un enfoque diagnóstico estructurado basado en la anatomía. El conocimiento de la vascularización medular y la identificación de hallazgos radiológicos específicos son fundamentales para el diagnóstico precoz. Aunque las técnicas no invasivas tienen un papel creciente, la angiografía sigue siendo el estándar de referencia para el diagnóstico definitivo y la planificación terapéutica [4,9]. La integración del conocimiento anatómico, la experiencia en imagen y los sistemas de clasificación es clave para mejorar el manejo clínico.

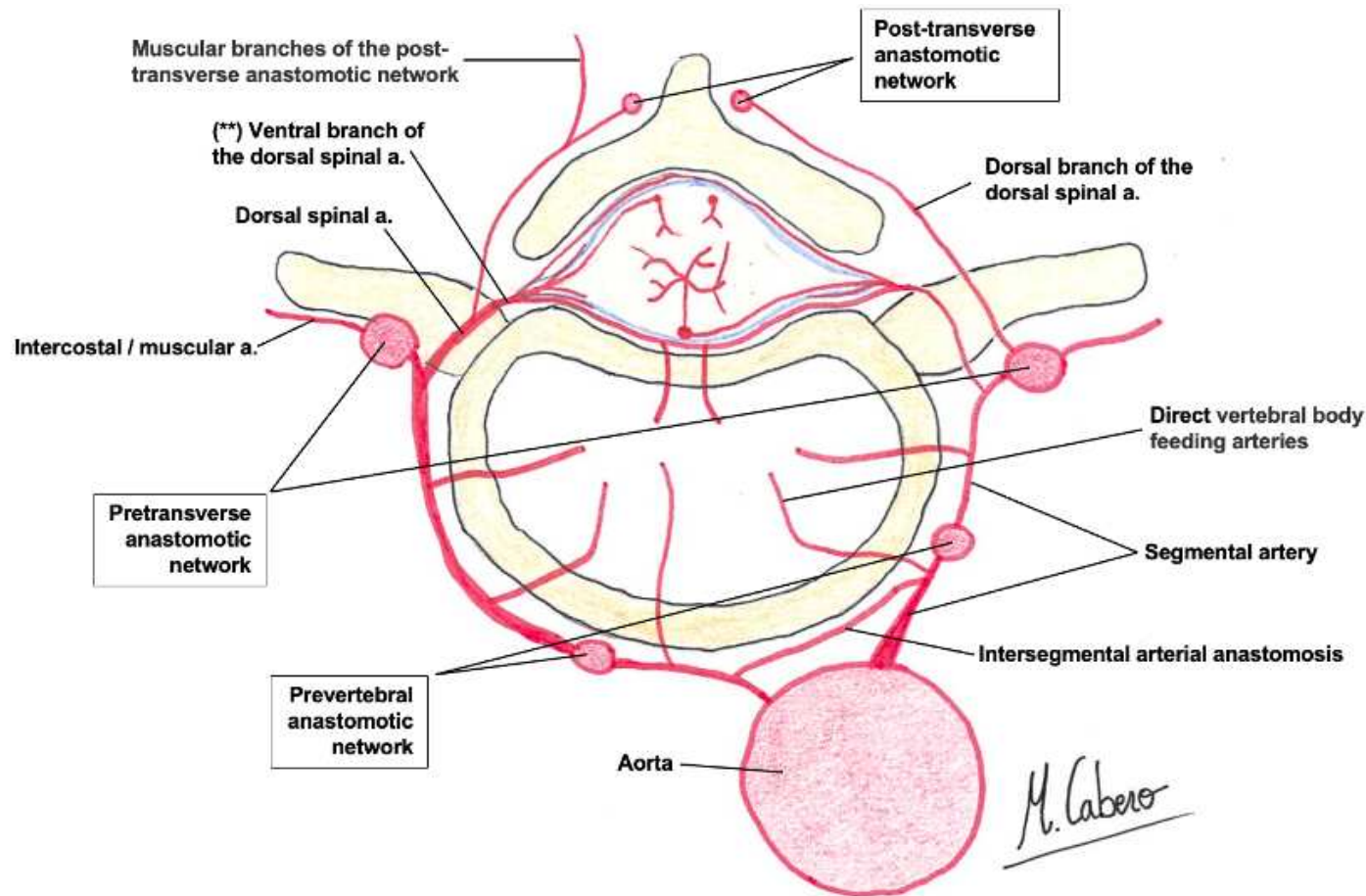


Figura 1 – Anatomía arterial segmentaria de la columna vertebral y el cuerpo vertebral.

Esquema en corte axial que ilustra la arteria segmentaria originada en la aorta y su división en redes anastomóticas prevertebrales, pretransversas y postransversas.

La arteria espinal dorsal da lugar a ramas dorsales y ventrales, contribuyendo al aporte radiculomedular y radiculopial, así como a las arterias nutricias del cuerpo vertebral y a las anastomosis arteriales intersegmentarias.

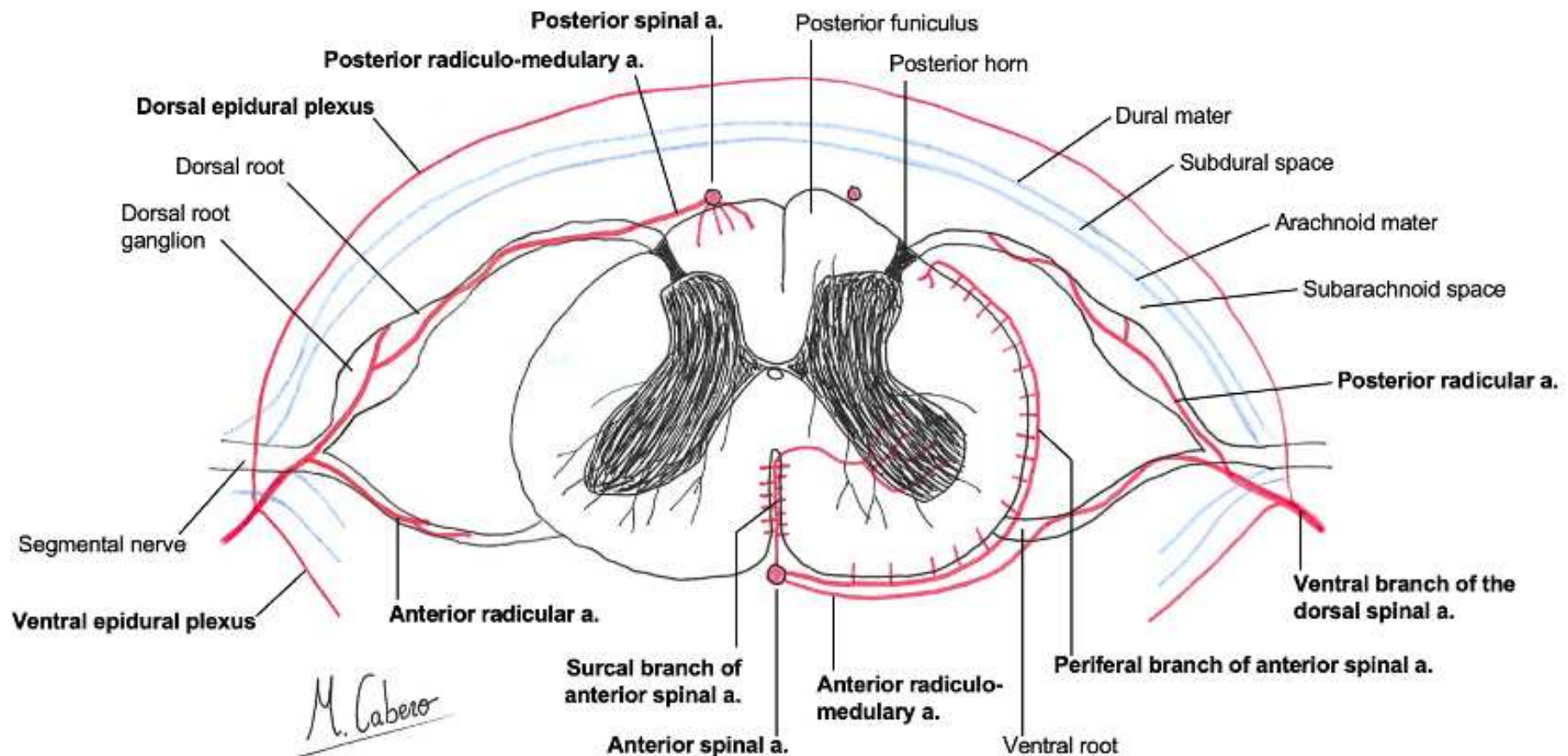


Figura 2 – Irrigación arterial radiculomedular y radiculopial de la médula espinal.

Esquema en corte axial que muestra la relación entre las arterias radiculares, los plexos venosos epidurales y las arterias espinales intrínsecas. La arteria radiculomedular anterior contribuye a la arteria espinal anterior, mientras que las arterias radiculomedulares posteriores y las arterias radiculares participan en la irrigación del territorio espinal posterior. Se representan las capas meníngeas y las raíces nerviosas para facilitar la correlación anatómica.

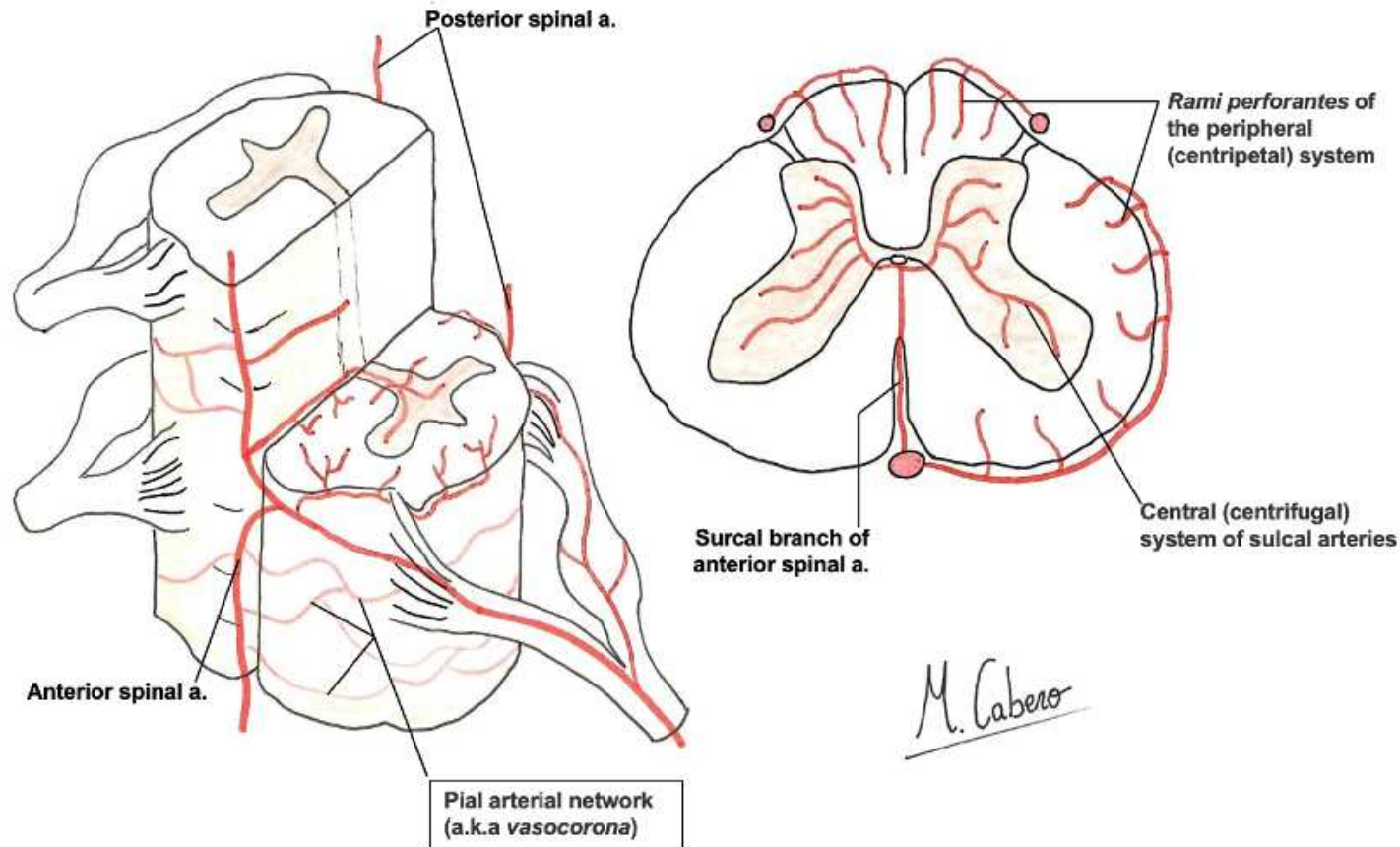


Figura 3 – Organización arterial intrínseca de la médula espinal.

Representaciones tridimensionales y en corte axial que muestran la arteria espinal anterior, las arterias espinales posteriores y la red arterial pial circunferencial (*vasocorona*). Las ramas sulcocomisurales originadas en la arteria espinal anterior penetran por la fisura media anterior y vascularizan la sustancia gris central, mientras que las ramas periféricas contribuyen a la perfusión centrífuga de la sustancia blanca.

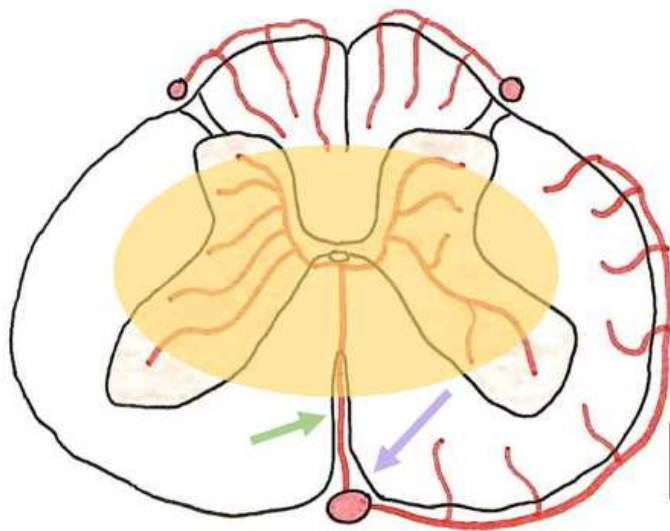
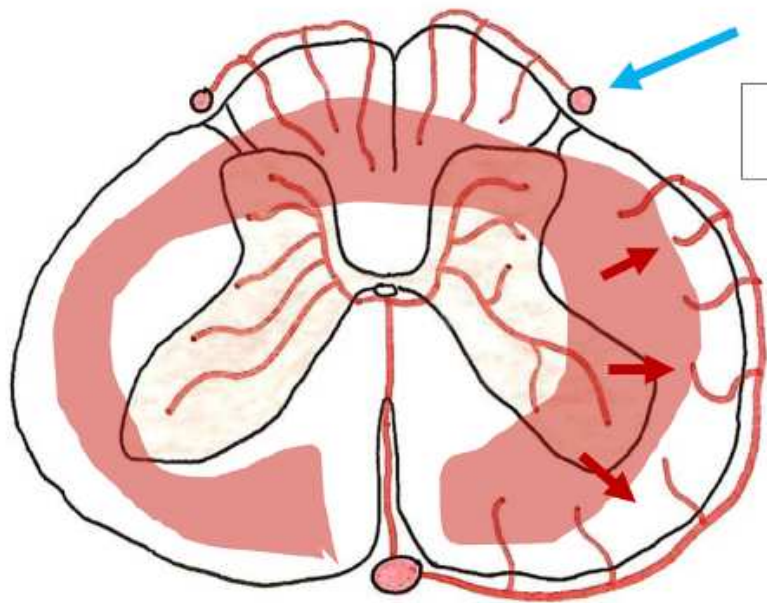


Figura 4 – Eje vascular espinal anterior y sistema arterial central.

Ilustración axial del eje anterior irrigado por las arterias radiculomedulares, que forman la arteria espinal anterior. Se representa la arteria sulcocomisural y sus ramas perforantes, responsables de la irrigación de la sustancia gris medular, constituyendo el sistema arterial central (centrífugo).

Anterior axis: radiculomedullary arteries →
anterior spinal artery

Sulcocommissural artery and its perforating
branches: supply of the spinal cord gray matter

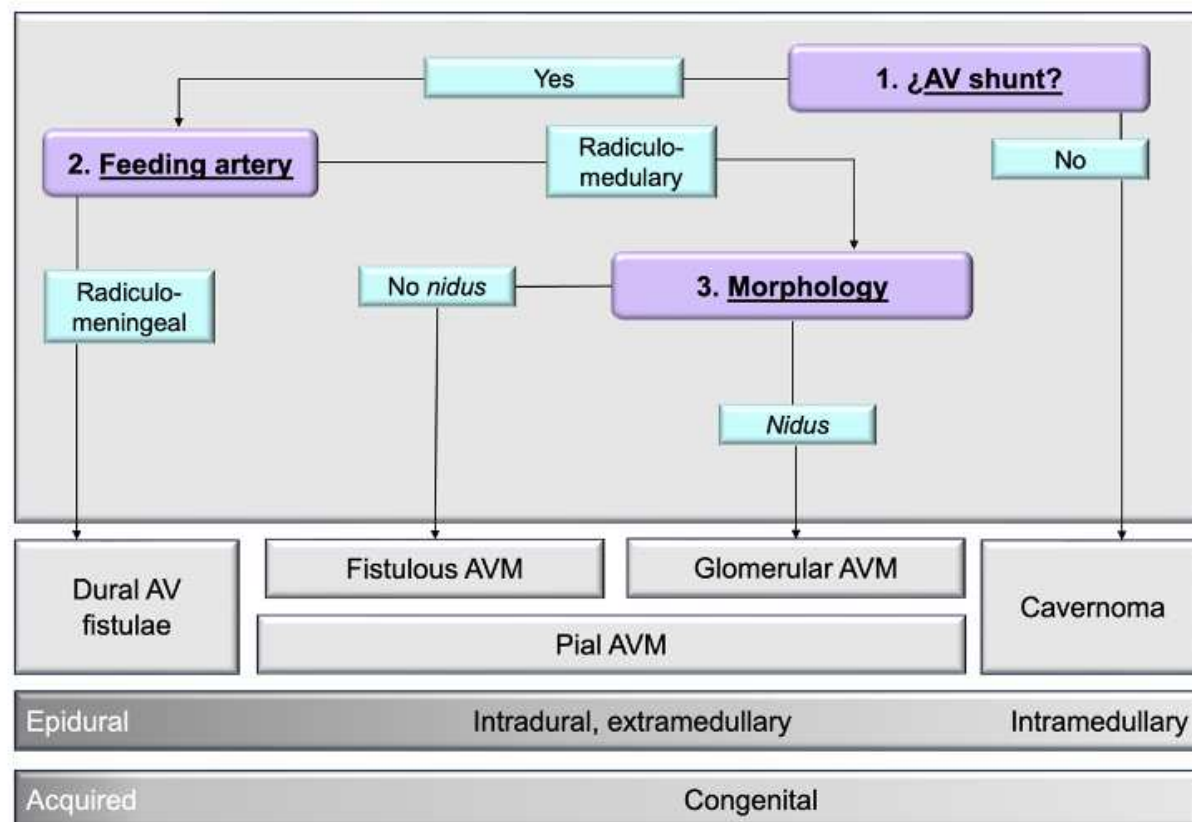


Dorsolateral axis: radiculopial arteries →
posterior spinal arteries

Vasocorona supply of the white matter

Figura 5 – Eje vascular dorsolateral espinal y vasocorona.

Esquema axial que resalta el eje dorsolateral formado por las arterias radiculopiales, que dan origen a las arterias espinales posteriores. Se enfatiza la *vasocorona* como una red arterial pial circunferencial que irriga la sustancia blanca y proporciona circulación colateral entre los territorios espinales anterior y posterior.



Criteria
and
algorithm of
analysis

Diagnosis

Location

Etiology

Tabla 1 – Esquema de la clasificación de las malformaciones vasculares espinales (adaptado de Krings *et al.*).

El diagrama ilustra el enfoque secuencial empleado en esta revisión para clasificar las malformaciones vasculares espinales.

En primer lugar, se diferencian las lesiones con shunt de las lesiones sin shunt (es decir, cavernomas medulares). En presencia de un *shunt*, la anatomía de la arteria aferente permite distinguir entre los shunts arteriovenosos duros, irrigados por arterias radiculomeníngeas que habitualmente nutren las meninges pero no la médula espinal, y los shunts arteriovenosos piales. Los shunts piales se clasifican además según la arquitectura del nidus en tipos fistulosos y glomerulares.

El esquema también representa la localización y la etiología (adquirida frente a congénita) de las diferentes malformaciones vasculares espinales.



Figura 6 – Secuencias sagitales y coronales T2 de la columna dorsolumbar. A la derecha, secuencia sagital tras administración intravenosa de gadolinio. Se presenta un caso de fístula arteriovenosa dural toracolumbar (Krings et al.), que muestra dilatación patológica de las venas perimedulares en los segmentos torácicos inferiores. Este hallazgo debe hacer sospechar la presencia de un shunt arteriovenoso, incluso en ausencia de alteraciones de señal en la médula espinal.



Figura 7a – Secuencias sagitales ponderadas en T2 de la columna torácica y lumbar. Se observa una hiperintensidad en T2 de largo segmento que afecta a la médula espinal torácica y lumbar, incluyendo el cono medular. Se identifican vacíos de señal serpiginosos en el espacio subaracnoideo, predominantemente en la superficie ventral de la médula, correspondientes a venas perimedulares dilatadas. Estos hallazgos son compatibles con edema medular secundario a congestión venosa.

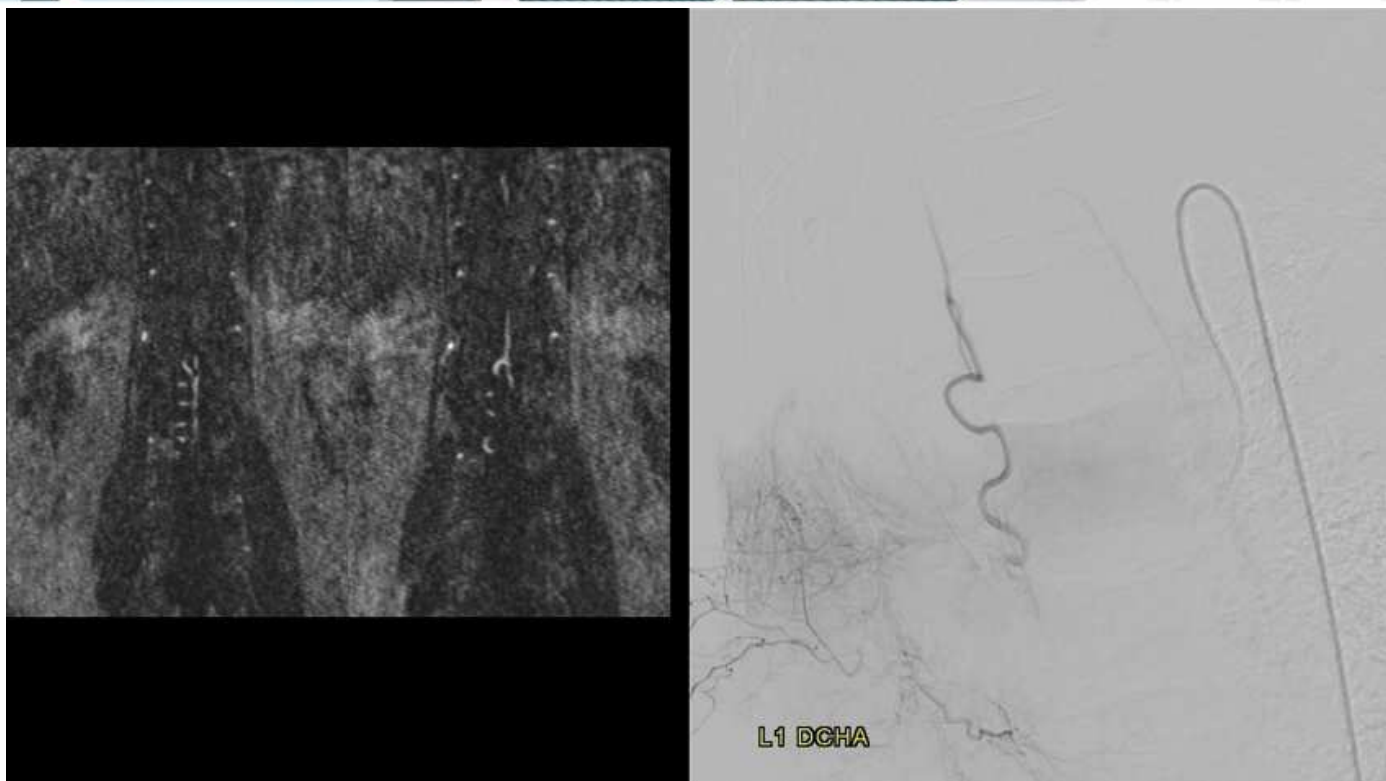


Figura 7b – (Izquierda) Reconstrucción coronal de angio-RM espinal con contraste que muestra opacificación patológica precoz en fase arterial de una estructura venosa perimedular dilatada. (Derecha) Angiografía espinal selectiva de la arteria radicular derecha L1 que confirma los hallazgos, compatibles con una fístula arteriovenosa dural espinal.

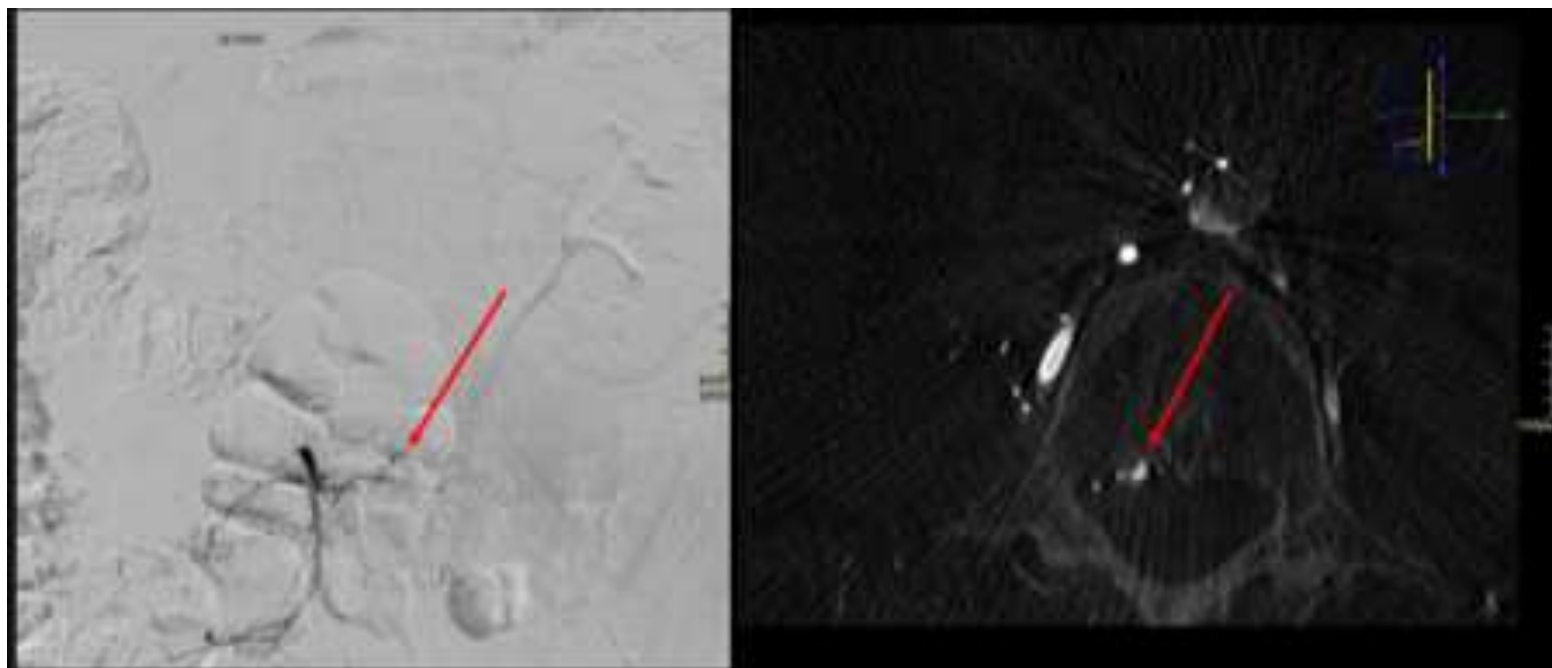


Figura 8a – Angiografía espinal por sustracción digital y angiografía DynaCT que demuestran el segmento proximal de la vena de drenaje en una fístula arteriovenosa dural espinal, identificado como el objetivo para la embolización terapéutica.



Figura 8b – Control angiográfico postratamiento tras terapia endovascular, que muestra material embólico radiopaco (cianoacrilato) en la vena de drenaje de la fístula arteriovenosa dural.

Referencias

1. Lazorthes G, Gouazé A, Djindjian R. *Vascularization of the spinal cord*. J Neurosurg. 1971;35:253–262.
 2. Djindjian R, Djindjian M. *Angiography of the Spinal Cord*. Berlin: Springer; 1978.
 3. Thron A. *Vascular Anatomy of the Spinal Cord*. Berlin: Springer; 1988.
 4. Krings T, Lasjaunias PL, Geibprasert S, et al. *Classification of spinal vascular malformations*. AJNR Am J Neuroradiol. 2009;30:639–648.
 5. Rodesch G, Hurth M, Alvarez H, et al. *Classification of spinal cord arteriovenous shunts*. Neurosurg Focus. 2009;26:E5.
 6. Lasjaunias P, Berenstein A, ter Brugge KG. *Surgical Neuroangiography, Vol. 3*. Berlin: Springer; 2001.
 7. Aminoff MJ, Logue V. *The prognosis of patients with spinal vascular malformations*. Brain. 1974;97:211–218.
 8. Farb RI, Kim JK, Willinsky RA, et al. *Time-resolved contrast-enhanced MR angiography of spinal AVMs*. Radiology. 2002;225:731–738.
 9. Jellema K, Tijssen CC, van Gijn J. *Spinal dural arteriovenous fistulas*. Neurology. 2004;62:1839–1844.
 10. Gross BA, Du R. *Spinal arteriovenous malformations*. Neurosurg Focus. 2010;29:E8.
 11. Thiex R, Thron A, Gilsbach JM. *Spinal cavernous malformations*. Neurosurgery. 2005;56:1025–1035.
 12. Badhiwala JH, Farrokhyar F, Alhazzani W, et al. *Surgical outcomes of spinal cord cavernous malformations*. J Neurosurg Spine. 2014;21:252–261.
 13. Mull M, Nijenhuis RJ, Backes WH, et al. *Value of CTA in spinal vascular malformations*. AJNR Am J Neuroradiol. 2007;28:933–936.
-