

Anatomía Veterinaria

6. Médula espinal: morfología, estructura y relaciones anatómicas.

Concepción Rojo Salvador. M^a Encina González Martínez.

Departamento de Anatomía y Anatomía Patológica Comparadas. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense. Av. Puerta de Hierro s/n. 28040 Madrid.
rojosalv@vet.ucm.es encinagonzalez@vet.ucm.es

Resumen: Este trabajo aborda el estudio anatómico de la médula espinal de los animales domésticos, especialmente carnívoros y équidos, con el objeto de que sirva de material de apoyo para los estudiantes de anatomía veterinaria durante el aprendizaje de la parte práctica de la asignatura. Las imágenes que se han seleccionado muestran en su mayoría la médula espinal *in situ* alojada en el canal vertebral una vez abierto éste, así como cortes transversales de la columna vertebral. Se detalla la morfología externa, la estructura macroscópica y las relaciones anatómicas de la médula espinal con sus envolturas. Así mismo se han incluido imágenes de la anatomía normal mediante distintas técnicas de diagnóstico por imagen como son mielografía, resonancia magnética y tomografía computerizada, haciendo hincapié en la correspondencia entre niveles vertebrales y medulares. También se indican los puntos de anestesia y punción en la columna vertebral.

Palabras clave: Médula espinal. Anatomía. Resonancia magnética nuclear. Tomografía computerizada.

Abstract: This paper focuses on the anatomical study of the spinal cord of the domestic animals, especially carnivores and equine, in order to support the anatomical learning during the practical sessions of veterinary anatomy. Selected images show both the spinal cord "in situ" once the vertebral canal has been opened, and cross sections of the spinal cord in the vertebral canal. The morphology and macroscopic structure of the spinal cord, as well as the topography, are detailed. Images of myelography, magnetic resonance and computed tomography have been also shown to illustrate the normal anatomy, standing out the correspondence between vertebral and spinal cord segments. Sites for approaching the cavities surrounding the spinal cord are also indicated.

Keywords: Spinal cord. Anatomy. Magnetic resonance imaging. Computed tomography imaging.

OBJETIVOS

Los objetivos de aprendizaje durante el estudio anatómico de la médula espinal son los siguientes:

- Observación de la **conformación externa** de la médula espinal y su relación con las envolturas meníngeas.
- Observación de los **espacios epidural y subaracnoideo**, límites y contenido.
- Estudio del calibre medular: **intumescencias cervical y lumbar, cono medular y filum terminal**.
- Identificación de los **medios de fijación** de la médula.
- Localización de los **ganglios raquídeos** y las **raíces espinales**.
- Análisis de la **disposición de la sustancia gris y de la sustancia blanca**.
- Estudio de imágenes anatómicas normales de **mielografías, resonancias magnéticas (RM) y tomografías computerizadas (TC)**.
- Establecer las relaciones entre los **niveles medulares** y los **segmentos vertebrales**.
- Conocer los puntos de **anestesia y punción**.

En este trabajo se han utilizado materiales docentes procedentes de cadáveres de perro y de caballo para ilustrar el texto. Se procedió a la fijación de los cadáveres con una solución de formaldehído por vía intravenosa y posteriormente se aisló y diseccionó el raquis. Se abrió el canal vertebral mediante la eliminación de los arcos vertebrales, desde la articulación atlanto-occipital hasta la articulación sacro-coxígea.

Las estructuras anatómicas de interés descritas en cada pie de figura, se han señalado mediante números y letras en las imágenes.

ESTUDIO MORFOLÓGICO DE SUPERFICIE

La médula espinal es un cordón blanquecino formado por fibras nerviosas y por neuronas que se extiende dentro del conducto vertebral, desde el agujero occipital hasta el final de la región lumbar (perro) o la región sacra (otras especies). Rodeando la médula espinal se encuentran tres membranas conjuntivas, las meninges, de las que hablaremos en el apartado de topografía. La médula espinal está recorrida dorsalmente por una serie de surcos y ventralmente por una cisura ventral. Como la presencia de estos surcos determina la distribución macroscópica de la sustancia blanca medular, se explicarán en el apartado de estructura de la médula.

En cuanto a su morfología externa, la médula espinal presenta dos ligeros ensanchamientos: la **intumescencia cervical** (Fig. 1 A) y la **intumescencia lumbar** (Fig. 1 B) que se corresponden aproximadamente con los segmentos de donde parten las

raíces espinales encargadas de la inervación de los miembros torácico y pelviano, respectivamente. La intumescencia cervical comprende los segmentos medulares C6-T2, y la intumescencia lumbar los segmentos medulares L4-S3.

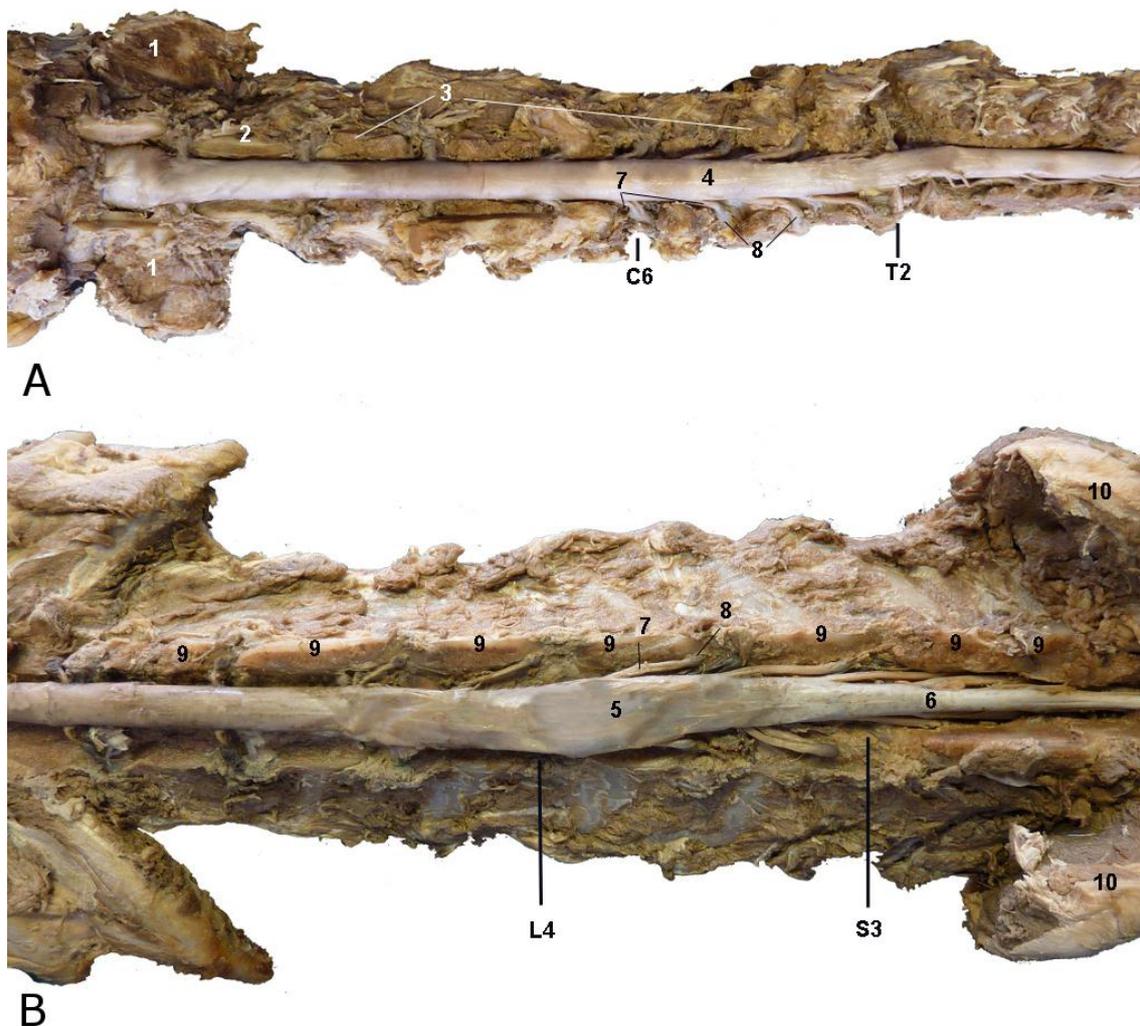


Figura 1. Vistas dorsales de la médula espinal rodeada por la duramadre en el canal vertebral de un perro (eliminados los arcos vertebrales). La parte craneal está a la izquierda de la imagen. Médula espinal cervicotorácica (A) y tóracolumbar (B). Se pueden identificar las siguientes estructuras: 1 Vértebra atlas (alas). 2 Vértebra axis. 3 Vértebras cervicales C3-C7. 4 Intumescencia cervical (segmentos medulares C6-T2). 5 Intumescencia lumbar (segmentos medulares L4-S3). 6 Cono medular. 7 Raíces espinales dorsales (saliendo por los orificios intervertebrales). 8 Ganglios espinales. 9 Vértebras lumbares (L1-L7). 10 Hueso coxal.

Caudal a la intumescencia lumbar, el calibre de la médula espinal se estrecha y adopta una forma cónica, por lo que se denomina a esa zona **cono medular** (Figs. 1 B y 2) que es, funcionalmente, la parte final de la médula espinal. En el perro, la médula espinal, desde un punto de vista funcional, termina a nivel del espacio intervertebral L6-L7, aunque esto depende del tamaño del animal y por supuesto de la especie. En

perros pequeños y también en gatos termina una vértebra más caudal (L7-S1). El cono medular se encuentra rodeado por los nervios espinales sacros y de la cola, que son largos debido al mayor recorrido que tienen que hacer para salir por sus correspondientes agujeros intervertebrales. Por el aspecto que ofrecen en conjunto se les denomina *cola de caballo* o *cauda equina* (Figs. 2 A, B y C). Daños en ésta pueden afectar a las vísceras pélvicas y a la cola. Caudal al cono medular se extiende la última porción de la médula espinal, que consiste en un filamento fibroso formado solamente por la fusión de las meninges, el *filum terminale* o *filamento terminal* (Fig. 2 A), el cual ocupa el canal vertebral en la región lumbosacra (desde L6 en el perro) o sacra (en otras especies) y se va a unir a la parte superior de las vértebras caudales.

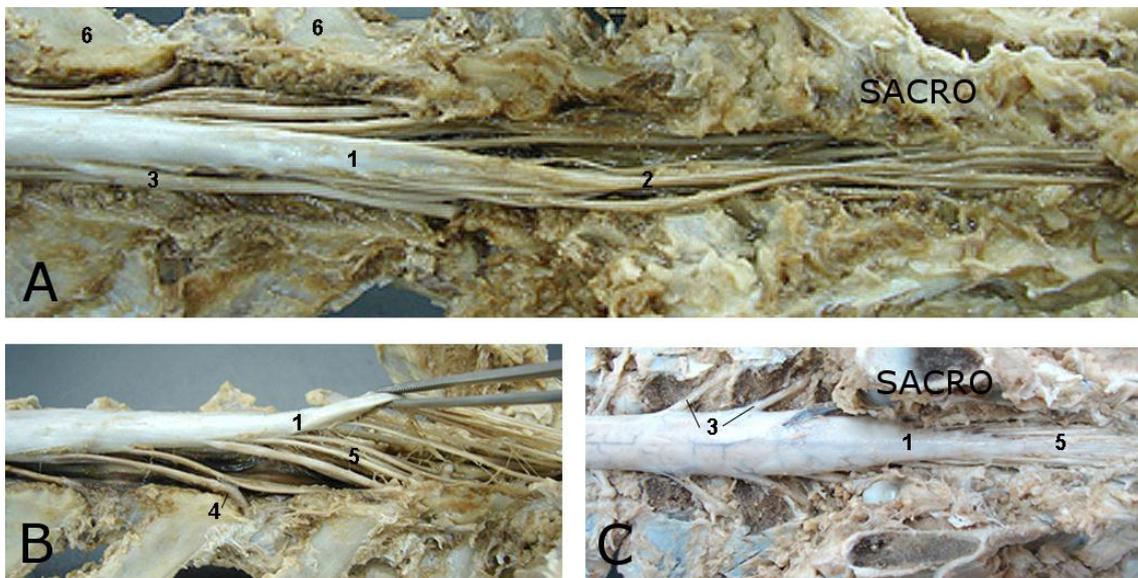


Figura 2. Vistas dorsal (A) y lateral (B) de la médula espinal en la región lumbosacra del perro. Vista dorsal de la médula espinal lumbosacra en el caballo (C). En ambos casos cubierta por la duramadre. La parte craneal se sitúa a la izquierda en la imagen. Se ha señalado la posición del **hueso sacro**. 1 Cono medular. 2 Filamento terminal. 3 Raíces espinales dorsales. 4 Ganglios espinales. 5 Cola de caballo. 6 Apófisis transversas de las vértebras lumbares. Observar cómo en el caballo el cono medular se sitúa más caudal que en el perro, ocupando la zona del sacro. Lo mismo sucede con la cola de caballo, que comienza más caudal.

Morfológicamente, la médula espinal se organiza en segmentos o metámeros, que vienen determinados por la posición de los pares de nervios espinales. Se considera que un **segmento medular** es la porción de médula espinal asociada a sus dos nervios espinales, uno a cada lado. Cada **nervio espinal** está formado por dos raíces (Figs. 3 A y B): la **raíz espinal dorsal**, que conduce información aferente o sensitiva hacia la médula espinal, y la **raíz espinal ventral**, que conduce información eferente o motora fuera de la médula espinal. Cada una de las raíces dorsales contiene un engrosamiento denominado **ganglio espinal o raquídeo**, formado por los somas de las primeras neuronas, las protoneuronas o neuronas sensitivas. La unión de ambas

raíces espinales para formar el nervio espinal, se produce lateral al ganglio espinal (Figs. 3 y 4A).

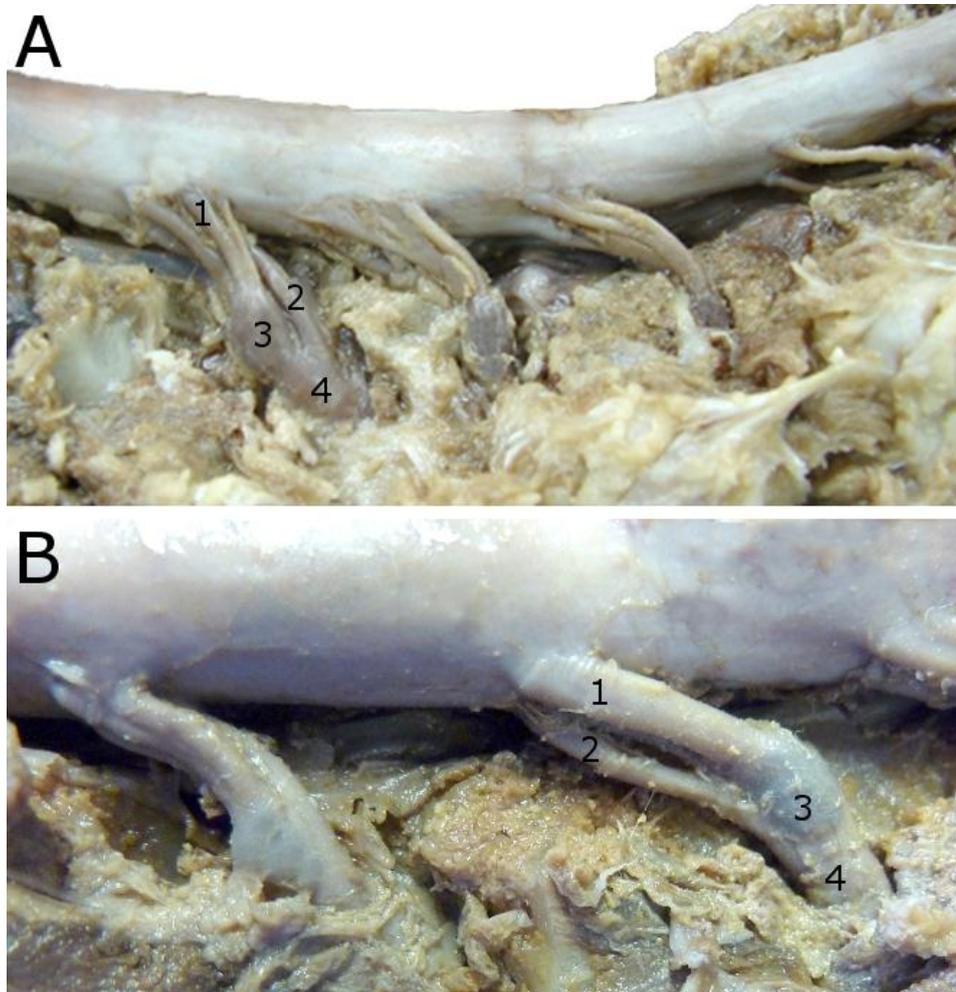


Figura 3. Vistas laterales izquierdas de la médula espinal del perro y de las raíces espinales en la intumescencia cervical (A) (B). La parte craneal está a la izquierda en la imagen. En ambos casos la médula está rodeada por la duramadre. 1 Raíces espinales dorsales. 2 Raíces espinales ventrales. 3 Ganglio espinal. 4 Nervio espinal.

TOPOGRAFÍA DE LA MÉDULA ESPINAL

En el interior del canal vertebral la médula espinal está rodeada por las **meninges**, que son unas membranas conjuntivas cuya función es ofrecer protección mecánica y biológica a la médula espinal. Forman tres capas, que son de fuera adentro: duramadre, aracnoides y piamadre.

La **duramadre** es una capa fibrosa que rodea por completo a la médula espinal y también a las raíces espinales dorsales y ventrales hasta el orificio intervertebral (Figs. 4, 5 y 6). Caudalmente la duramadre se adelgaza y forma parte del filamento terminal, insertándose en el periostio de la 6ª o 7ª vértebra caudal.

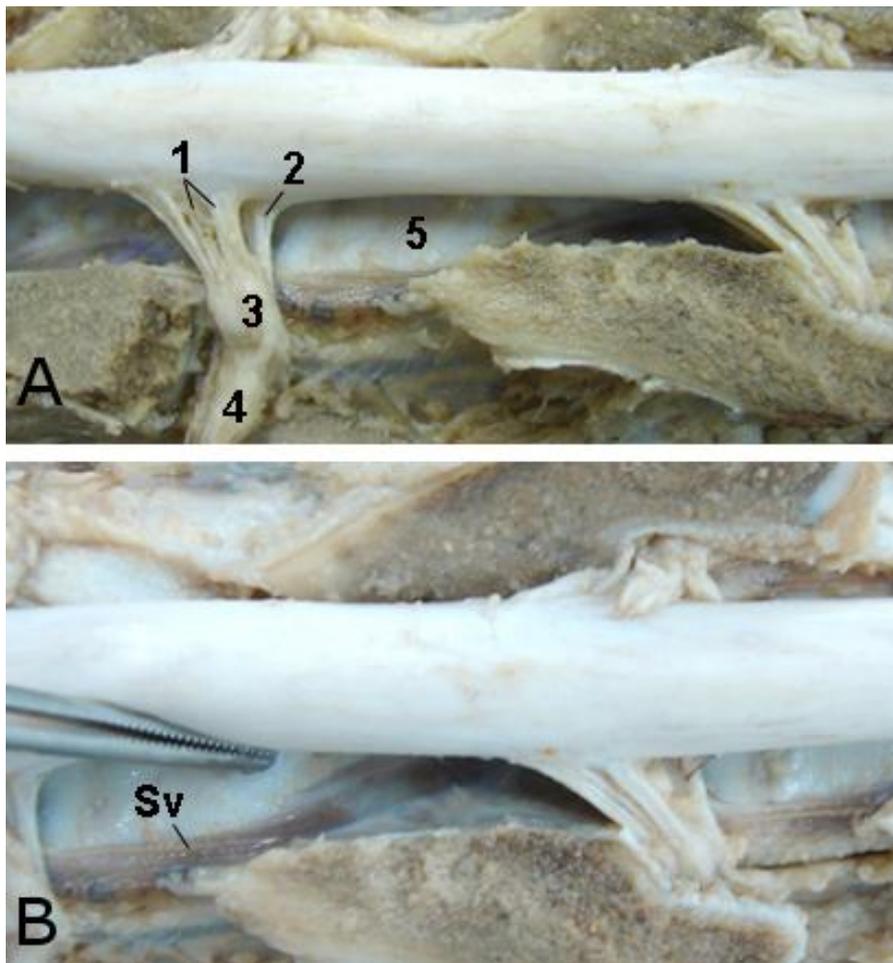


Figura 4. Vista dorsal de la médula espinal de un équido, *in situ* (A) región lumbar. La duramadre rodea por completo a la médula espinal y a las raíces espinales. 1 Raíces espinales dorsales. 2 Raíces espinales ventrales. 3 Ganglio espinal. 4 Nervio espinal. 5 Cavity epidural. En la imagen (B) se ha desplazado la médula espinal para ver mejor el Plexo vertebral interno ventral (Sv), en el suelo del canal vertebral.

Entre la duramadre y la pared del conducto raquídeo queda una cavidad denominada **cavidad epidural**, ocupada por grasa fluída, y en cuyo suelo se dispone el **plexo vertebral interno ventral** (Figs. 4 B y 5 A). Este plexo venoso hay que evitarlo cuando se realizan punciones de la cavidad epidural, para evitar posibles hemorragias. Entre la duramadre y la capa siguiente, aracnoides, existe un espacio que es virtual, dado que ambas capas no están separadas sino juntas, denominado **cavidad subdural**.

La meninge **aracnoides** es una capa muy fina que recubre, como la duramadre, no solo a la médula espinal, sino a las raíces espinales. Consta de dos capas, una superficial unida a la duramadre y una profunda de la que parten finas trabéculas hasta la siguiente meninge, la piamadre. Este espacio ocupado por trabéculas del aracnoides es la **cavidad subaracnoidea** (Figs. 5 y 6). En esta cavidad hay un líquido que funciona como amortiguador y protector de la médula espinal, y es importante para su metabolismo, el **líquido cerebroespinal**.

Tanto la cavidad epidural como la subaracnoidea tienen interés clínico puesto que son las cavidades que se abordan en las punciones de la columna vertebral con fines anestésicos y diagnósticos.

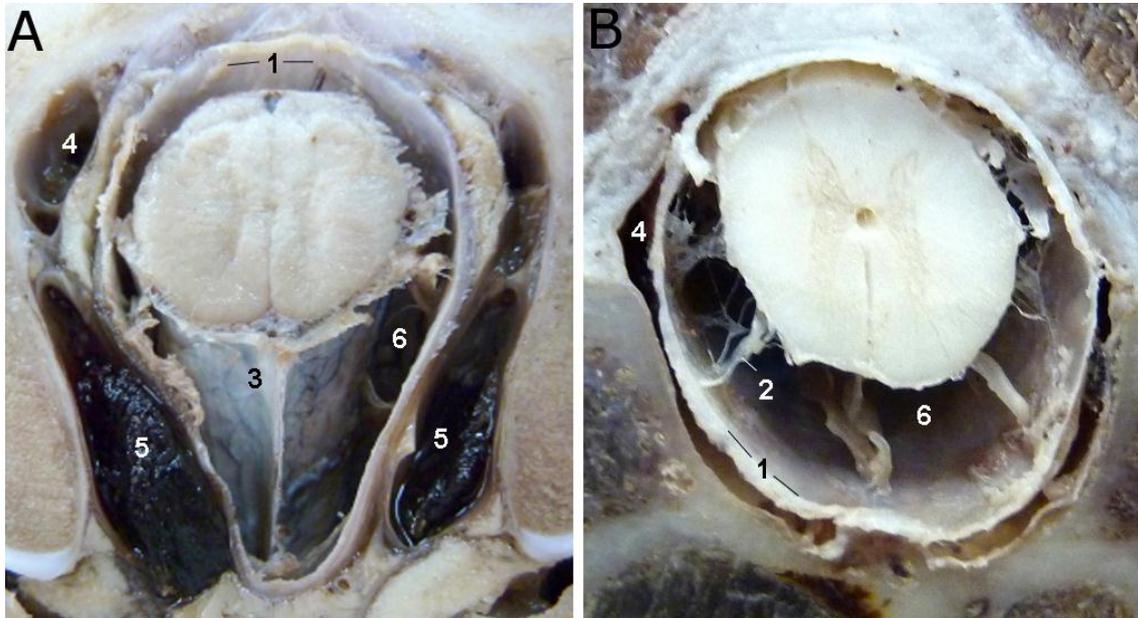


Figura 5. Cortes transversales de la médula espinal y sus envolturas en el interior del canal vertebral. (A) Corte a nivel de la articulación atlanto-occipital en un caballo. (B) Corte a nivel del axis en un perro. 1 Duramadre. 2 Aracnoides. 3 Piamadre. 4 Cavidad epidural. 5 Seno venoso vertebral ventral. 6 Cavidad subaracnoidea.

La **piamadre** es una fina membrana muy vascularizada que se encuentra íntimamente unida a la médula espinal y a las raíces espinales (Figs. 5 A y 6) aportándoles el brillo característico. En algunos puntos se condensa y se hace más fibrosa, formando los **ligamentos dentados**, que constituyen la fijación de la médula espinal a la duramadre (Fig. 6). Se sitúan a uno y otro lado de la médula espinal a mitad de camino entre la salida de dos nervios espinales consecutivos.

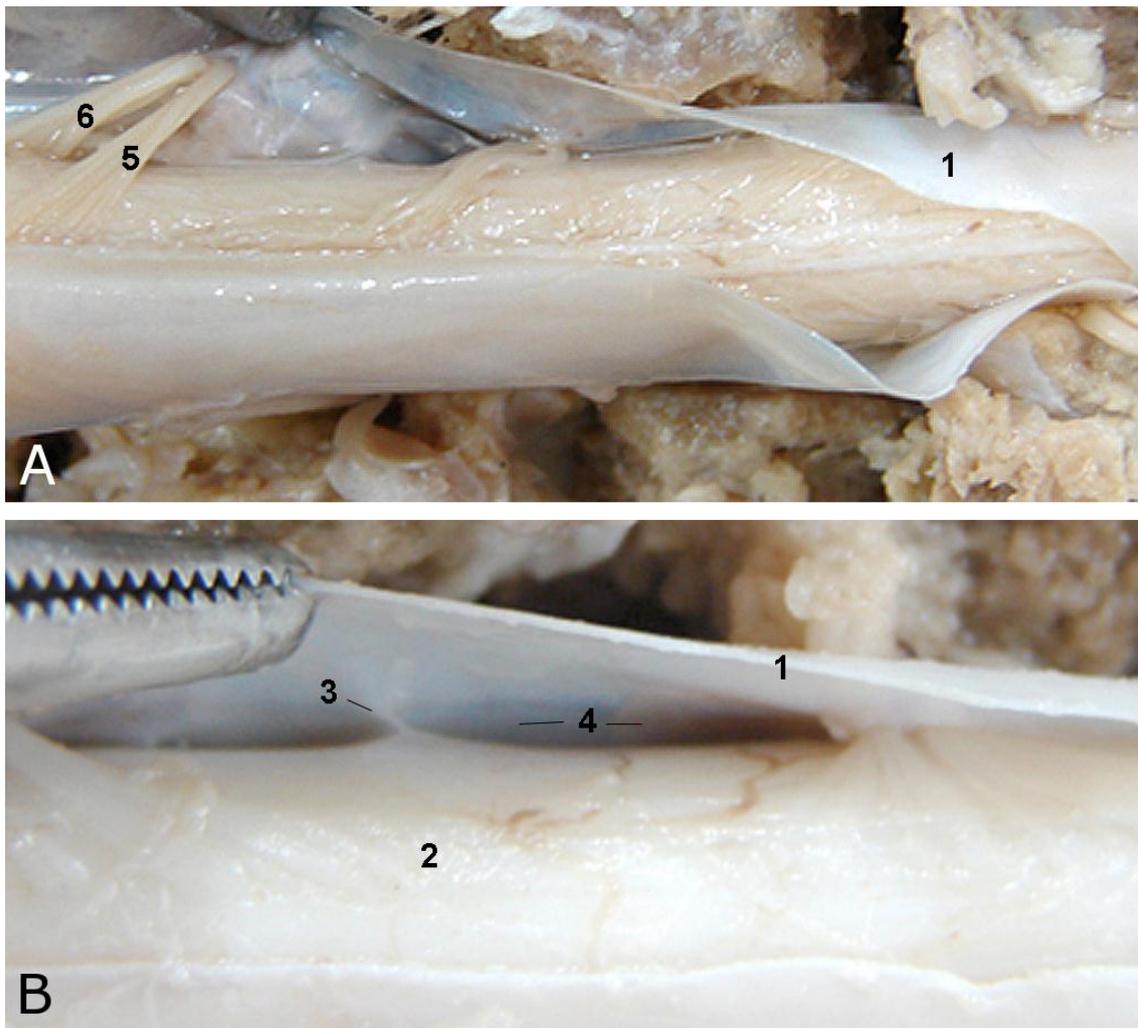


Figura 6. Vista dorsal de la médula espinal del perro con la duramadre abierta (A). Imagen a mayores aumentos para mostrar los ligamentos dentados (B). 1 Duramadre. 2 Piamadre (adherida a la médula). 3 Ligamento dentado. 4 Cavity subaracnoidea. Raíces espinales dorsales (5) y ventrales (6) atravesando la duramadre.

ESTRUCTURA DE LA MÉDULA ESPINAL

La médula espinal está formada por dos mitades simétricas y por dos sustancias diferenciadas por su situación y color: la sustancia gris y la sustancia blanca. Las secciones transversales de la médula espinal nos permiten hacer un estudio macroscópico de la estructura medular.

La **sustancia gris** es la parte central, constituida por los somas de las neuronas que forman los núcleos medulares, los cuales le dan un aspecto grisáceo. En el centro de la sustancia gris existe un espacio, el **canal central**, que recorre toda la médula y contiene líquido cerebroespinal (Figs. 7 A y B). La sustancia gris tiene, en un corte transversal, forma de H o de mariposa. La parte central de la H la ocupa el canal central

rodeado de sustancia gris; las prolongaciones dorsales de la H son las **astas dorsales**, que contienen los somas de neuronas aferentes; las prolongaciones ventrales son las **astas ventrales**, que contienen los somas de las neuronas eferentes o motoras (Fig. 7). Las **raíces espinales dorsales** son los axones procedentes de las protoneuronas del ganglio espinal, los cuales entran en la médula espinal en el asta dorsal con la información aferente, mientras que las **raíces espinales ventrales** son los axones de las motoneuronas que salen del asta ventral con la información motora. La cantidad de sustancia gris es mayor en la zona de las intumescencias cervical y lumbar ya que el número de motoneuronas es mayor. También se incrementa en la región del sacro, ya que contiene un **asta lateral** o columna vegetativa lateral, del sistema nervioso parasimpático. En las regiones torácica y lumbar la sustancia gris también presenta un asta lateral perteneciente al sistema nervioso simpático. Rodeando el canal central de la médula se sitúa la sustancia gris que conforma las **comisuras grises dorsal y ventral**, cuyas neuronas envían información de una mitad de la médula a la otra (Fig. 7).

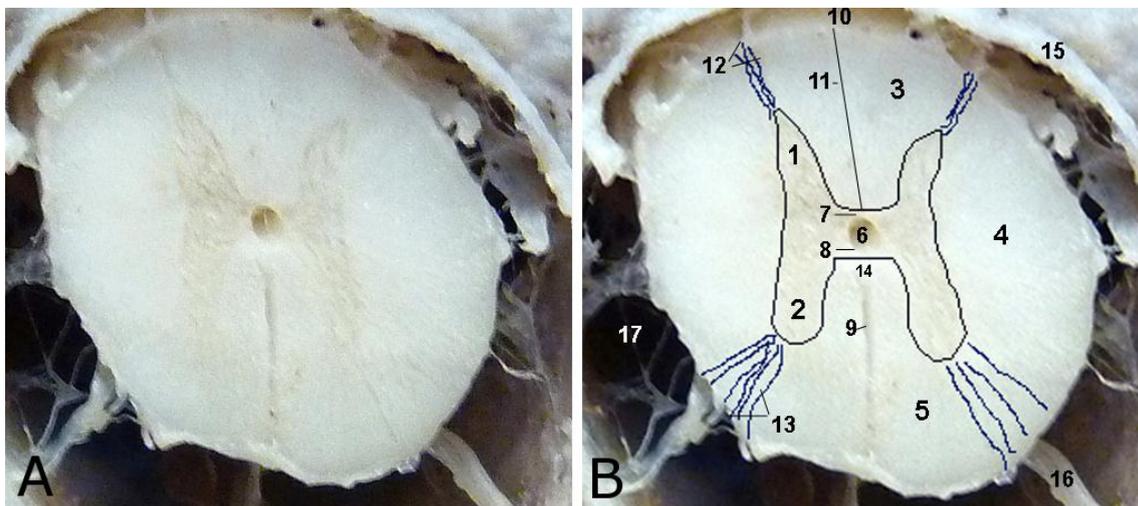


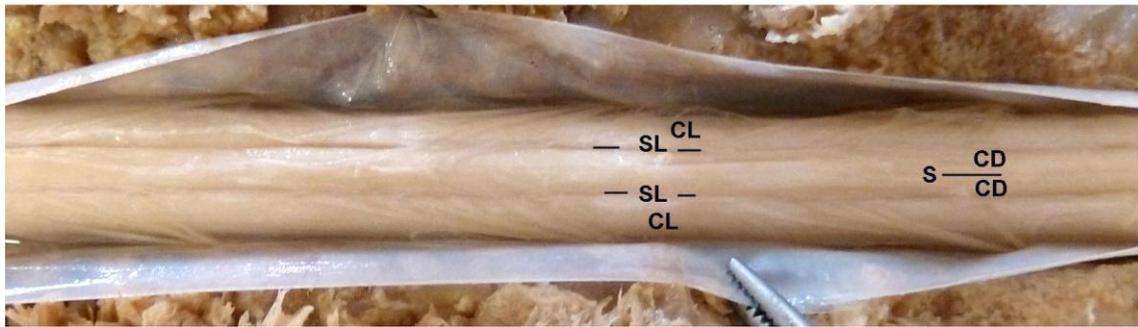
Figura 7. Corte transversal de la médula espinal de un perro (A) en el interior del canal vertebral (corte a nivel del axis). Utilizando la misma imagen, se han pintado algunas estructuras (B) como la sustancia gris medular (con forma de H), las raíces espinales y el septo mediano dorsal. 1 Aastas dorsales. 2 Aastas ventrales. 3 Cordones dorsales. 4 Cordones laterales. 5 Cordones ventrales. 6 Canal central de la médula. 7 Comisura gris dorsal. 8 Comisura gris ventral. 9 Fisura ventral. 10 Surco mediano dorsal. 11 Septo mediano dorsal. 12 Surcos laterales dorsales y raíces espinales dorsales. 13 Surcos laterales ventrales y raíces espinales ventrales. 14 Comisura blanca. 15 Duramadre. 16 Aracnoides. 17 Cavity subaracnoidea.

La **sustancia blanca** es la parte externa de la médula espinal que rodea a la sustancia gris. Está constituida por los axones ascendentes que se dirigen hacia el encéfalo (son los axones procedentes de las neuronas que forman la sustancia gris medular y los ganglios espinales), y por los axones descendentes que salen de las neuronas del encéfalo hacia la sustancia gris de los diferentes segmentos de la médula espinal. Los axones se agrupan en tractos o fascículos (ascendentes y descendentes), que a su vez se reúnen formando los **cordones medulares** (Fig. 7), los cuales se diferencian macroscópicamente por surcos externos que los separan superficialmente

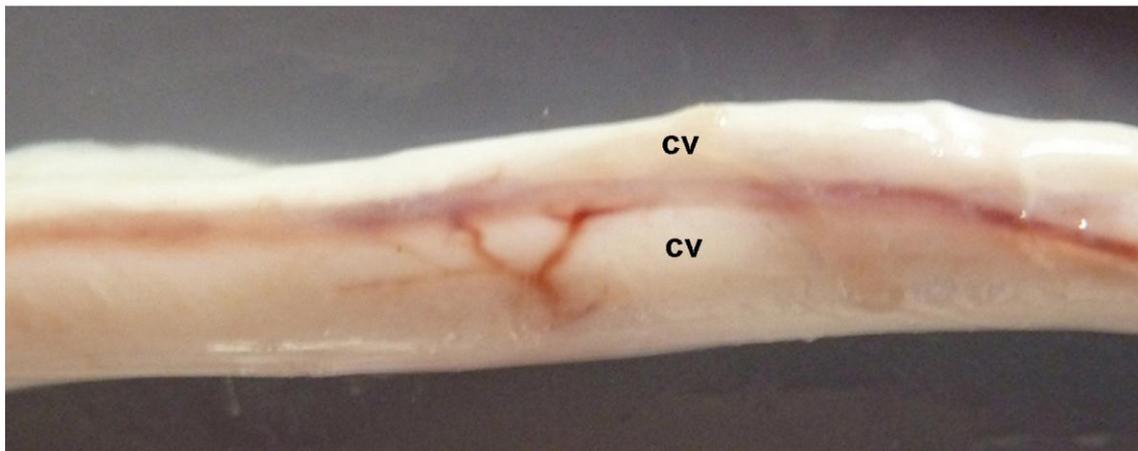
entre sí. La cantidad de sustancia blanca se incrementa de caudal a craneal, ya que va aumentando la cantidad de haces de fibras ascendentes y descendentes.

La sustancia blanca se dispone en tres cordones en cada mitad de la médula espinal. Un **surco mediano dorsal** recorre la superficie dorsal de la médula (Fig. 8 A) y se corresponde internamente con el **septo mediano dorsal** (Fig. 7 B). Ambos hacen que la sustancia blanca esté separada en los dos **cordones dorsales**, uno a cada lado del septo medio, por lo que no comunican entre sí. Otros dos **surcos laterales dorsales** recorren a ambos lados la superficie dorsal de la médula y se corresponden con la entrada de las raíces espinales dorsales en las astas dorsales (Fig. 8 A). Estos surcos dividen superficialmente la sustancia blanca, separando el cordón dorsal del **cordón lateral**, en cada mitad de la médula. Entre el surco mediano dorsal y el lateral dorsal de cada lado existe un **surco intermedio dorsal**, pero es menos evidente que los dos anteriores.

En el sitio de salida de las raíces espinales ventrales se sitúan los **surcos laterales ventrales**, que se extienden a lo largo de toda la superficie ventrolateral de la médula espinal (a ambos lados). Este surco marca la separación de la sustancia blanca en dos partes: cordón lateral y **cordón ventral**, en cada mitad de la médula. En la superficie ventral de la médula y en la línea media, a lo largo de toda su extensión, existe una hendidura, la **fisura mediana ventral**, que aloja a la arteria espinal ventral (Fig. 8 B). Esta fisura separa los cordones ventrales entre sí, excepto por una pequeña zona dorsal por la cual comunican las fibras de un cordón y otro, denominada **comisura blanca**.



A



B

Figura 8. Vista dorsal de la médula espinal del perro *in situ* (A), abierta la duramadre. Se han señalado las siguientes estructuras: Surco mediano dorsal (S). Surcos laterales dorsales (SL). Cordones dorsales (CD). Cordones laterales (CL). Se puede observar la salida de las raíces espinales dorsales. Vista ventral de la médula espinal de un perro, aislada (B) para mostrar la arteria espinal ventral alojada en la fisura mediana ventral. También se identifican los cordones ventrales (CV) a ambos lados de la arteria.

PUNTOS DE ANESTESIA Y PUNCIÓN EN EL CONDUCTO RAQUÍDEO

Las punciones en el espacio subaracnoideo se realizan con fines diagnósticos bien para extracción del líquido cerebroespinal o bien para introducir un medio de contraste yodado y posteriormente realizar una radiografía (mielografías) en busca de una lesión en la médula espinal o en los discos intervertebrales. Estas punciones se pueden realizar en el espacio atlanto-occipital (cisterna cerebelo-medular) (ver Figura 9) y en la región lumbar o lumbosacra, entre L5-L6 y L6-L7, o en L7-S1. Dependiendo de la especie se hace más craneal o más caudal en función de la posición que tiene el cono medular, ya que al ser un estrechamiento de la médula espinal favorece el acceso a las cavidades. El cono medular se sitúa más craneal en el perro, entre L5 y L7, lo cual también depende del tamaño del animal, y más caudal, a nivel del sacro, en otras especies como el gato y el caballo (ver Fig. 2).

Las punciones en el espacio epidural se realizan en anestесias epidurales, utilizando normalmente el espacio lumbosacro. También se realizan anestесias epidurales de la cola de caballo para manipulaciones obstétricas en la vaca.

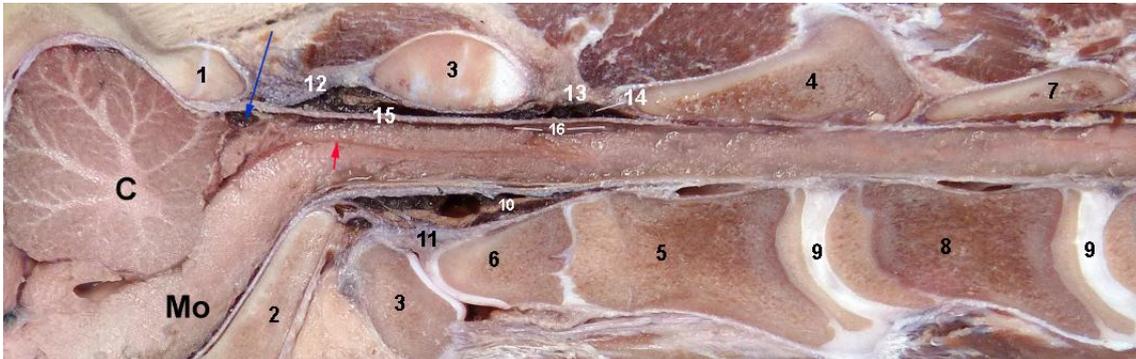


Figura 9. Corte sagital mediano de la columna vertebral en un potro, región cervical craneal. La articulación atlanto-occipital está en flexión. Se han señalado el cerebelo (C) y la médula oblongada (Mo). La flecha azul indica la cisterna cerebello-medular y la flecha roja el canal central de la médula espinal. Se pueden identificar además, las siguientes estructuras: 1 Cóndilo del h. occipital. 2 Porción basilar del h. occipital. 3 Arcos dorsal y ventral del atlas. 4 Apófisis espinosa del axis. 5 Cuerpo del axis: 6 Diente del axis. 7 Apófisis espinosa de C3. 8 Cuerpo vertebral de C3. 9 Discos intervertebrales. 10 Ligamento longitudinal dorsal. 11 Ligamento longitudinal del diente del axis. 12 Membrana atlanto-occipital dorsal. 13 Membrana atlanto-axial dorsal. 14 Cavity epidural. 15 Duramadre. 16 Cavity subaracnoidea

TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN EN EL CONDUCTO RAQUÍDEO: MIELOGRAFÍA, RESONANCIA MAGNÉTICA (RM) Y TOMOGRAFÍA COMPUTERIZADA (TC)

La mielografía es una técnica invasiva para el diagnóstico de lesiones medulares en la que se realizan radiografías de la columna vertebral después de haber introducido un medio de contraste yodado en el espacio subaracnoideo (Fig. 10).

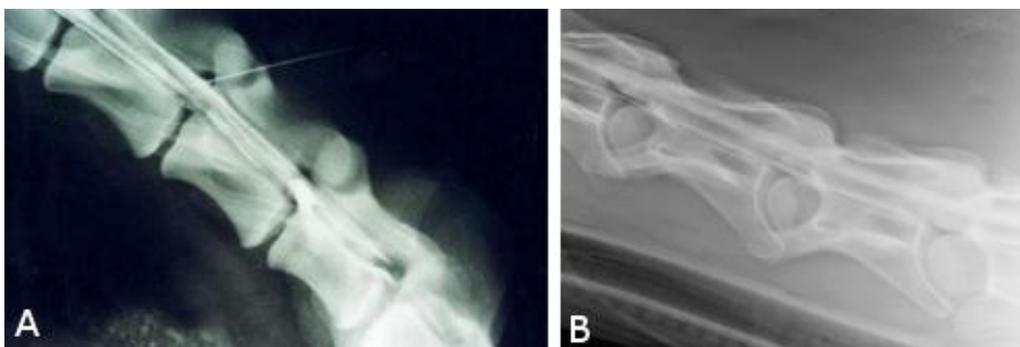


Figura 10. Mielografía en un perro, (A), vista lateral, craneal hacia la izquierda. Se ha introducido la aguja con el medio de contraste entre las vértebras L5 y L6. Mielografía en un équido (B), vista lateral, región cervical.

La RM y la TC son técnicas de diagnóstico que ofrecen muchas ventajas frente a las tradicionales. Se pueden obtener imágenes en diferentes planos e incluso tridimensionales.

La RM trabaja con campos magnéticos y ofrece imágenes de gran calidad para los tejidos blandos y para estructuras que se sitúan en profundidad o rodeadas por hueso, como es el caso de la médula espinal. Es una técnica más segura y menos invasiva (no invasiva si no se utiliza contraste) que la mielografía, aunque con mayor coste económico. Esta técnica permite evaluar: la anatomía vertebral, posibles fusiones o roturas de las vértebras, la integridad de la médula espinal, posibles compresiones sobre la misma, el estado de los discos intervertebrales, discos que protruyen como es el caso de las hernias discales, discos degenerativos, evaluar la posible compresión de las raíces espinales, y visualizar infecciones o tumores.

La tomografía computerizada utiliza Rx y también es una técnica no invasiva y rápida de realizar, excepto cuando se utilizan medios de contraste. Es una técnica útil para el diagnóstico de hemorragias en el canal vertebral y calcificación de los discos intervertebrales, así como para visualizar lesiones vertebrales y tumores o metástasis.

Podemos identificar las estructuras anatómicas de interés en las imágenes de RM de las Figuras 11 y 12 y en las imágenes de TC de la figura 13. También hemos señalado en las imágenes de RM las relaciones o correspondencias entre los segmentos medulares y los distintos niveles vertebrales, ya que no coinciden por diversos motivos. Existe un crecimiento desigual de la médula espinal con respecto a la columna vertebral, ya que ésta continúa su crecimiento tras el nacimiento. Por tanto, la mayoría de los segmentos medulares se sitúan craneales con respecto a sus vértebras correspondientes. Los diferentes segmentos medulares no tienen todos el mismo tamaño, de hecho cada vez son más cortos desde C3 a T2, posteriormente se alargan y luego vuelven a hacerse más cortos tras la articulación tóracolumbar. Además, existen 8 nervios espinales cervicales, por lo tanto 8 segmentos medulares cervicales, mientras que hay 7 vértebras cervicales.

Por ejemplo, el segmento medular C7 se sitúa sobre la vértebra C6 en lugar de la C7; el segmento medular C8 se sitúa sobre la vértebra C7, mientras que el segmento medular T1 queda situado en el espacio entre las vértebras C7 y T1 (Fig. 11 A). Donde existe una mayor correspondencia entre unos segmentos y otros en el perro, es de T10 a L3 (Fig. 11 B). Los segmentos medulares L5-L6 se sitúan sobre la vértebra L4; los segmentos medulares L7 hasta S3 se localizan sobre la vértebra L5 todos (Fig. 11 C). Sobre la vértebra L6 se sitúan los segmentos caudales Cau1-Cau7. Las correspondencias entre niveles medulares y vertebrales es importante desde el punto de vista clínico a la hora de localizar correctamente una lesión sobre las raíces espinales o proceder a una anestesia epidural. Dado que lo que es fácilmente palpable son las vértebras, localizar el número de vértebra ayuda a localizar el segmento medular.

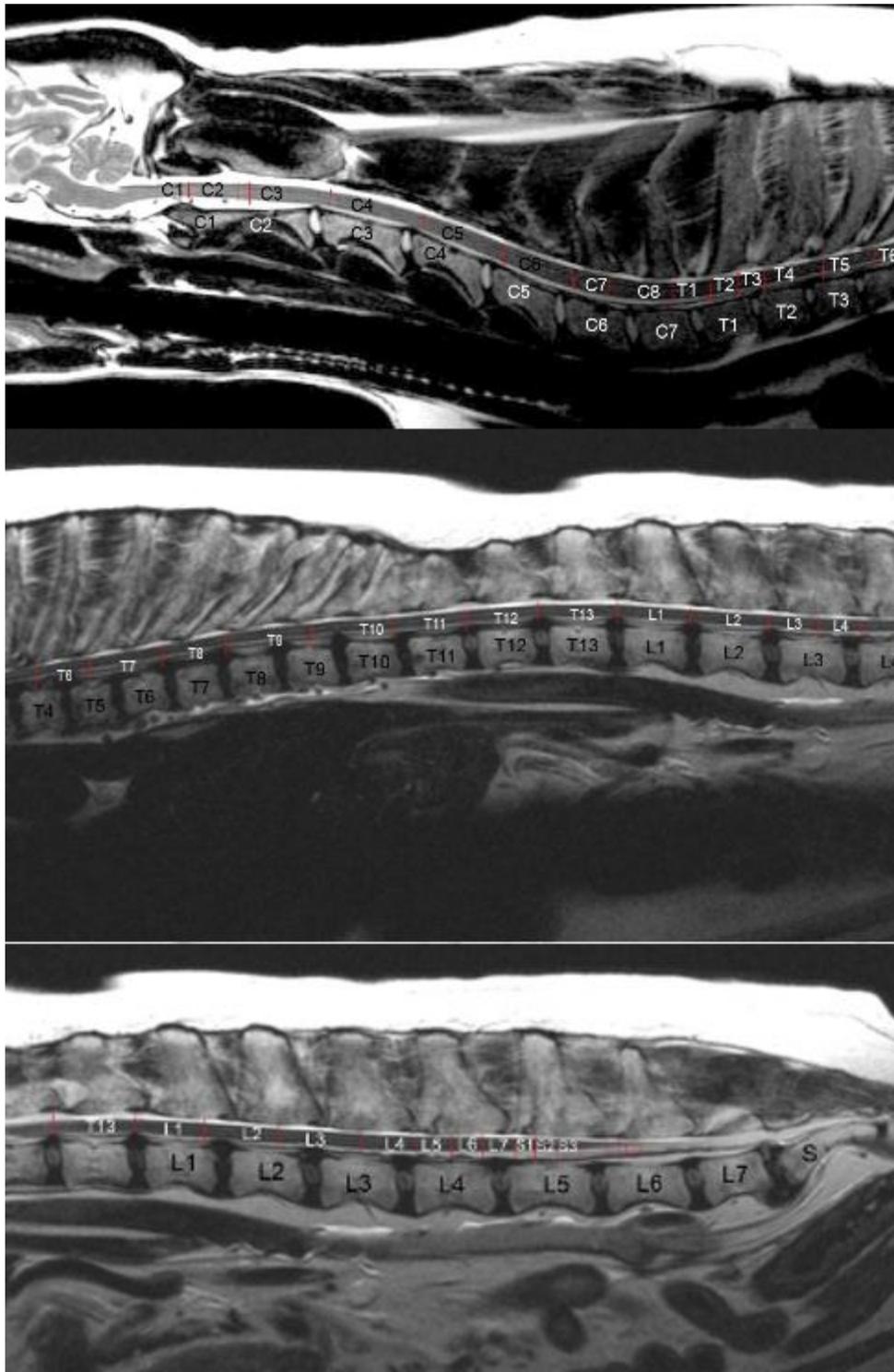


Figura 11. Imágenes de resonancia magnética de la columna vertebral normal de un perro, vistas laterales, craneal situado a la izquierda. De arriba abajo: Región cervicotorácica, Región toracolumbar, Región lumbosacra Se han señalado en el interior de la médula espinal los segmentos medulares. Comparar con los segmentos vertebrales (señalados sobre los cuerpos vertebrales: C1 hasta L7 y S (sacro)). Observar los discos intervertebrales situados entre los cuerpos vertebrales, así como la disposición de las apófisis espinosas. El líquido cerebroespinal se aprecia como una línea blanca en el canal medular, que delimita el contorno de la médula espinal. Observar también el cono medular.

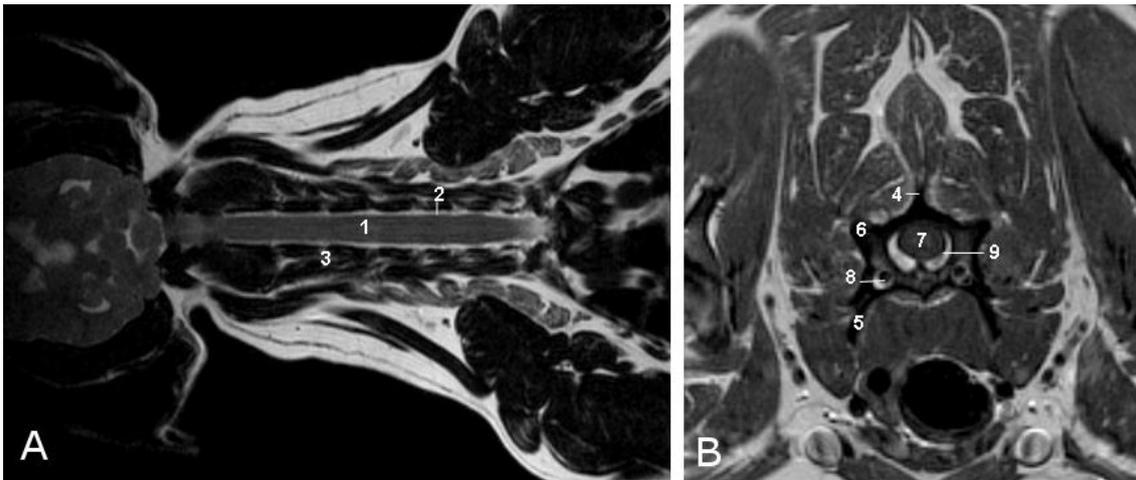


Figura 12. Imágenes de resonancia magnética de la columna vertebral normal de un perro. Vista dorsal de la región cervical (A). Identificar: 1 Médula espinal. 2 Líquido cerebroespinal. 3 Vértebras cervicales. Vista transversal a nivel de C6 (B). Identificar: 4 Apófisis espinosa. 5 Apófisis transversas. 6 Apófisis articulares. 7 Médula espinal en el canal vertebral. 8 Agujeros transversos. 9 Líquido cerebroespinal.

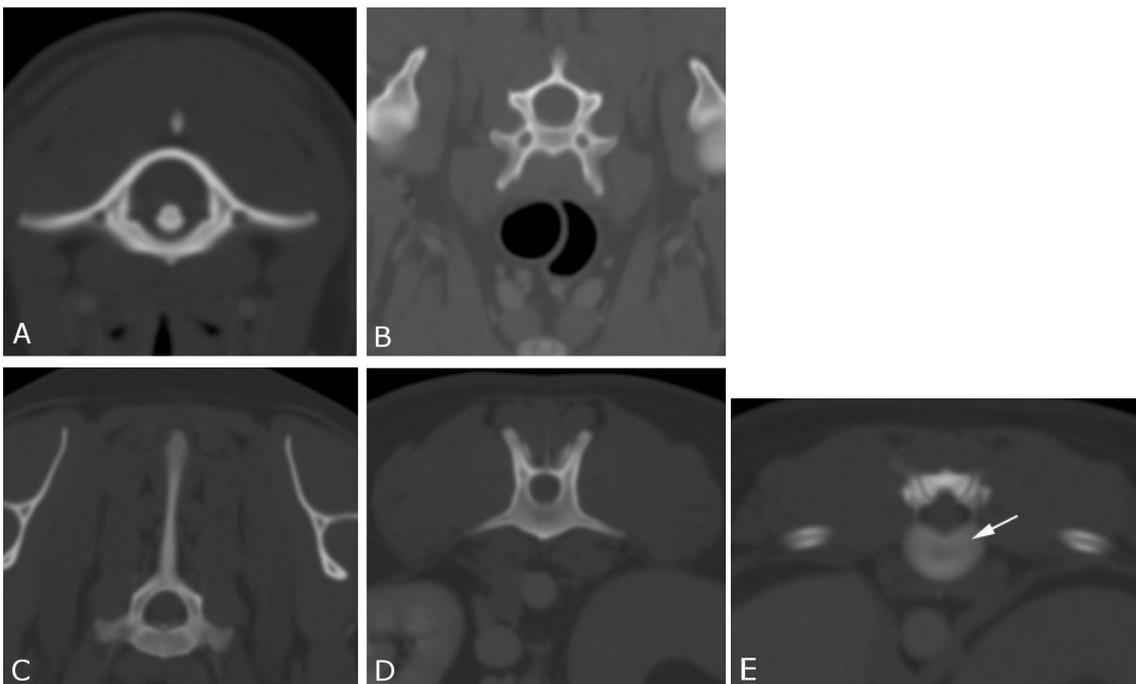


Figura 13. Imágenes de tomografía computerizada de la columna vertebral normal de un perro. Todas son imágenes transversales. (A) Vértebra atlas. Se pueden distinguir los arcos dorsal y ventral, las alas del atlas y el diente del axis en el interior del canal vertebral. (B) Vértebra cervical C6. Se distingue el cuerpo vertebral con las apófisis espinosa, transversas y articulares, así como los agujeros transversos y el canal vertebral. (C) Vértebra torácica T2. Se distinguen el cuerpo vertebral, las apófisis espinosa, y transversas, y el canal vertebral. (D) Vértebra lumbar L4. Se distinguen el cuerpo vertebral, las apófisis espinosa, transversas y articulares, así como el canal vertebral. (E) Imagen de un disco intervertebral (flecha).

AGRADECIMIENTOS

Las imágenes de mielografía y TC han sido cedidas por el Servicio de Diagnóstico por Imagen del Hospital Clínico Veterinario de la UCM. Las imágenes de RM han sido cedidas por D. Gabriel Manso Díaz.

BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

- Agüera E y Vivo J. 1989. *Neuroanatomía Veterinaria: Sistema Nervioso central*. Córdoba.
- Carpenter. 1994. *Neuroanatomía, fundamentos*. Ed. Panamericana. 4ªed.
- Climent y col. 1998. *Manual de Anatomía y Embriología de los Animales Domésticos. Sistema Nervioso Central y Órganos de los Sentidos*. Ed. Acribia. Zaragoza.
- Dyce K. M., Sack W. O. y Wensing C. J. G. *Anatomía veterinaria*. Ed. Panamericana. 1999. Ed. McGraw-Hill. 2ª ed. 952 pp.
- Done S. H., Goody P. C., Evans S. A. y Stickland N. C. 2010. *Atlas en color de Anatomía Veterinaria. El perro y el gato*. Ed. Elsevier, Barcelona, España. 526 pp.
- König, H. E. y Liebich, H. G. 2008. *Anatomía de los animales domésticos. Tomo 2: Organos, sistema circulatorio y sistema nervioso*. Ed. Médica Panamericana, Madrid, España. 400 pp.
- Popesko, P. 1998. *Atlas de Anatomía Topográfica de los Animales Domésticos. Tomo I*. Ed. Masson, Barcelona, España. 211 pp.
- Ruberte, J. y Sautet, J. 1996. *Atlas de anatomía del perro y del gato. 2 Cabeza y cuello*. Multimédica. Barcelona. 109 pp.
- Schaller, O. 1996. *Nomenclatura anatómica veterinaria ilustrada*. Editorial Acribia. Zaragoza. 614 pp.

RECURSOS ELECTRÓNICOS

Spinal Cord. Veterinary Anatomy at the College of Veterinary Medicine, Universidad de Minnesota. Fecha de consulta 15 de enero de 2012. Disponible en:
<http://vanat.cvm.umn.edu/neurLab2/>

Neuroanatomy Tutorial - Labelled Images. Fecha de consulta 15 de enero de 2012. Disponible en:
<http://library.med.utah.edu/WebPath/HISTHTML/NEURANAT/NEURANCA.html>

Recibido: 26 enero 2012.
Aceptado: 6 febrero 2012.