



**Universidad Nacional Autónoma
de México**

**Facultad de Medicina Veterinaria
y Zootecnia**

**IRRIGACION ARTERIAL DE LA
MEDULA ESPINAL DEL PERRO**

T E S I S

**Que para obtener el título de
Médico Veterinario Zootecnista**

p r e s e n t a

Lourdes Isela Menéndez Ibarra

Asesor: M.V.Z. SANTIAGO AJA GUARDIOLA

México, D. F.

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

" IRRIGACION ARTERIAL DE LA MEDULA
ESPINAL DEL PERRO. "

Tesis presentada ante la
División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
de la
Universidad Nacional Autónoma de México
Para la obtención del título de
Médico Veterinario Zootecnista
por
Menéndez Ibarra Lourdes Isela
Asesor: M.V.Z. Santiago Aja Guardiola
México, D.F. .
1986

DEDICATORIAS

A MIS PADRES: Mario A. Menéndez y García y
Margarita Ibarra de Menéndez

A MIS HERMANOS: Margarita
Carlos
Pilar
Eduardo

A MI CUÑADO Y AMIGO : Luis Mayer Watty

A MI MEJOR AMIGA: Graciela Romero de Lombardi

A MI ASESOR: SANTIAGO AJA GUARDIOLA

A MI HONORABLE FACULTAD CON TODO CARIÑO Y RESPETO

A MI HONORABLE JURADO.

A TODOS LOS QUE DE UNA U OTRA FORMA CONTRIBUYERON A MI FORMACION
PROFESIONAL.

A G R A D E C I M I E N T O S

A LA M.V.Z. SOCORRO LARA DIAZ POR SU AMABLE AYUDA.

A LA UNIDAD DE RADIOLOGIA DEL DEPARTAMENTO DE MEDICINA Y
ZOOTECNIA PARA PEQUEÑAS ESPECIES DE LA F.M.V.Z. DE LA U.N.A.M.

AL DEPARTAMENTO DE ANATOMIA DE LA F.M.V.Z. DE LA U.N.A.M.

UN ESPECIAL AGRADECIMIENTO A GRACIELA LEON DE RAMIREZ POR
SU GRAN APOYO BRINDADO.

CONTENIDO

Página

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
MATERIAL Y METODOS.....	5
RESULTADOS.....	8
DISCUSION.....	30
LITERATURA CITADA.....	37

RESUMEN

MENENDEZ IBARRA, LOURDES ISELA. Irrigación Arterial de la Médula Espinal del Perro (bajo la dirección de : Santiago Aja Guardiola).

El presente estudio se efectuó en 20 perros, sin importar raza, edad, sexo ni talla, con el fin de describir el origen y la distribución arterial a la médula espinal de esa especie, de modo que la información obtenida contribuya al área de la docencia e investigación. La irrigación arterial se determinó por disección fina del sistema arterial repletado con plásticos líquidos y yeso; por digestión artificial del sistema arterial repletado con plásticos líquidos para obtener modelos vasculares; y por medio de un estudio radiológico. Los resultados indican que los ramos espinales de las arterias vertebrales, arterias intercostales dorsales, arterias lumbares y arteria sacra media, se anastomosan con la arteria espinal ventral a lo largo de toda la médula espinal para irrigarla a ella y a sus meninges. A nivel del atlas, las arterias vertebrales emiten una rama de anastomosis para la arteria occipital, y dentro del canal vertebral, la continuación de las arterias vertebrales forman a la arteria basilar al unirse unas con otras. La arteria basilar cursa caudoventralmente como arteria espinal ventral. Se incluyen dibujos esquemáticos representativos y se discute una nueva técnica empleada en el estudio radiológico, diseñada para tal efecto.

INTRODUCCION.

Durante los últimos años, la industria canina ha tomado una gran importancia. Desde tiempos remotos, 6000 a 8000 años A.C., el perro ha prestado gran utilidad al hombre (1, 17, 18) ya sea como perro de cacería, guardia y protección, pastor, guía para invidentes, de arrastre de trineos, etc., de tal modo, que en una estadística publicada por la revista "Life" en el año de 1977, en los E.U.A. , indica las industrias que ocuparon ese año los tres primeros lugares en ese país:

Primer lugar: la industria de los cosméticos.

Segundo lugar: la industria automotriz.

Tercer lugar: la industria canina (18).

Pero no solamente basta conocer la cría y explotación de una especie para sus diversos usos en bien de la humanidad; es necesario conocer a fondo lo referente a su anatomía, etología, genética, fisiología, patología y todo lo concerniente a dicha especie para obtener respuestas que ayuden a valorar aún más su utilidad científica para el hombre (14, 26).

Fiorone escribió: la anatomía del perro en muchas razas, demuestra que la naturaleza ayudada mediante las selecciones operadas por el hombre, ha dotado a este animal de medios adecuados para desempeñar una función zootécnica específica útil al hombre (18). Y dentro del contexto anatómico, es muy importante conocer a fondo y con detalle preciso todos los órganos y componentes de los sistemas que integran a las especies animales y en especial a ésta; así es el caso de la irrigación arterial de la médula espinal, tema que en la literatura existente no se presenta una información amplia, general, detallada, precisa y específica, además de que los autores que mencionan algo al respecto no presentan unificación en la información ó en sus criterios descriptivos (3,5,6,7,8,9, 10, 12, 13,15 , 16,18,19, 20, 21, 22, 23, 24, 25).

Basándose en la hipótesis de que no en todos los perros a estudiar se encontrará el mismo origen y/o distribución arterial para la médula espinal y considerando la falta de información que existe en el caso del perro, como motivo suficiente para elaborar un trabajo, se presenta esta tesis,

cuyo objetivo primordial es la descripción del origen y distribución de las ramas que irrigan la médula espinal, en una forma concisa y detallada, para que esta información contribuya al área de la docencia e investigación, de modo que los consultantes cuenten con un material que les sea fácil de obtener y utilizar.

REVISION DE LA LITERATURA

En las referencias consultadas sobre anatomía del perro, no se encontró alguna que, en forma completa, describa la irrigación de las porciones que conforman la médula espinal. Asimismo, se pudo constatar que entre los diferentes autores existen discrepancias al describir la irrigación del--órganos mencionado.

A continuación se expondrá en forma breve lo que cada autor consideró al hablar de la irrigación de la médula espinal en el perro.

Bourdelle (6) en 1942, habla sobre las ramas anastomóticas de la arteria vertebral, mas no sobre la irrigación hacia la médula espinal; hace una somera mención de las arterias intercostales, lumbares y arteria sacra media.

Trautmann (24) en 1942 describe que en la médula espinal penetran "las arterias" por las raíces de los nervios, formando una red en la píamadre, y que a lo largo de la médula, por el surco ventral, corre la arteria espinal media que envía ramas a la substancia gris.

Popesko (20) en 1954 solamente esquematiza a la arteria vertebral y su origen en las arterias subclavias; a las arterias intercostales dorsales y a la arteria sacra media.

Bradley (7) en 1955 menciona únicamente que la arteria subclavia da origen a la arteria vertebral, y que esta última entra por el foramen transverso de la sexta vértebra cervical; que las arterias intercostales emiten ramos dorsales, los cuales se distribuyen a la médula espinal; que las arterias lumbares desaparecen bajo los músculos psoas y que la arteria sacra media corre por la línea media ventral del sacro. No proporciona más detalles sobre las ramas que se derivan de las mencionadas arterias.

González (12) en 1961 aporta el respecto: la arteria vertebral presta ramos internos que dentro del conducto raquidiano desaguan en la arteria espinal media; las ramas intercostales dorsales emiten un ramo espinal que se anastomosa con la arteria espinal media; las arterias lumbares emiten un ramo espinal que irriga dicha región; los ramos espinales de la arteria sacra media penetran en los agujeros sacros superiores.

Getty (10) en 1966 en sus dibujos exclusivamente señala a la arteria sacra media con sus ramas sacras dorsales.

Schwarze (22) en 1972 dice que la arteria vertebral emite ramos espinales dorsales y ventrales, y describe su anastomosis con la arteria occipital. También escribe que la arteria cerebroespinal es reforzada en su trayecto por ramos de las arterias intercostales, lumbares y sacrales. Sobre las ramas espinales de las arterias lumbares, únicamente menciona que se distribuyen hacia la región lumbar.

Pierard (19) en 1972 menciona a la arteria espinal ventral, a la arteria basilar, a las arterias intercostales, a las arterias lumbares; de estas últimas solo dice que vascularizan la región.

Evans (8) en 1980 dice que la arteria intercostal suprema provee las tres ó cuatro primeras arterias intercostales, las cuales emiten ramos dorsales de las que se originan las ramas espinales, que se dirigen a la médula; cuando Nickel (16) en 1981 asegura que en el perro no existe la arteria intercostal suprema, sino que es la arteria vertebral torácica la que provee las tres ó cuatro primeras arterias intercostales que dan las ramas subsecuentes; y del mismo modo opina Getty (11) en 1975 al respecto.

Como puede apreciarse, no se encontró un trabajo que describa en forma completa y detallada la irrigación de la médula espinal del perro en sus porciones cervical, torácica, lumbar y sacra.

En este estudio se hará referencia de la irrigación arterial de esas porciones de la médula espinal. Deben observarse las discrepancias tan graves en la descripción del origen y distribución arterial en la médula espinal, así como la terminología utilizada entre los diferentes autores.

MATERIAL Y METODOS.

El presente trabajo se realizó en el Anfiteatro del Departamento de Anatomía de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M.

Se emplearon 20 perros clínicamente sanos obtenidos en los Centros Antirrábicos del D.F., sin importar raza, edad, sexo ni talla.

En lo que se refiere a las técnicas de repleción vascular, en el --- anfiteatro del mencionado departamento, se utiliza por lo general un plástico líquido (Pyrolac). Con objeto de obtener moldes vasculares con características diferentes a las de éste material, se probaron otras sustancias como lo son el yeso de dentista y la Vinilita.

Las técnicas empleadas para el estudio del sistema arterial fueron las siguientes:

- 1.- Técnica General. (Por disección fina, arterias repletadas con Pyrolac, Vinilita y Yeso de dentista)(4) .
- 2.- Técnica utilizando Pyrolac (4) .
- 3.- Técnica utilizando Vinilita (4) .
- 4.- Técnica utilizando iodo (*) .

Procedimiento General de Preparación de los ejemplares para las técnicas 1,2 y 3 .

En todos los animales empleados se aplicó una dosis de 25mg/kg de -- pentobarbital sódico por vía endovenosa hasta lograr la anestesia general en plano quirúrgico. Posteriormente se realizó una disección de la arteria carótida, la cual fué incidida hasta su luz, dejando así una pequeña abertura en forma de ojal por donde se introdujo una aguja hipodérmica -- sin punta, permitiendo de este modo el desangramiento rápido y completo del animal. Una vez desangrado por completo (y de este modo sacrificando)

(*) Comunicación personal M.V.Z. Santiago Aja G.

se procedió a fijar la aguja ya insertada en la arteria, por medio de una ligadura con hilo de cáñamo, evitándose con esto fugas del material al momento de ser inyectado y movimientos de la misma aguja. En seguida, se adaptó una jeringa de plástico, conteniendo el material a ser inyectado, en la cabeza de la aguja. Al completarse la maniobra de repleción, se retiró la aguja y con el mismo hilo que la sujetaba se ligó la arteria carótida, impidiendo así la salida del material repletado.

Se tomó como punto de referencia de repleción completa, la observación directa de los materiales inyectados en los vasos capilares de la piel, así como aquellos situados en la mucosa sublingual.

Este procedimiento general de preparación de los ejemplares fué la base para ejecutar las técnicas especiales que son detalladas a continuación, con las variantes necesarias para llevar a cabo cada una de ellas.

1.- Técnica General

Partiendo del procedimiento general ya explicado, la repleción vascular se llevó a cabo de la siguiente manera:

-- 7 perros se repletaron con yeso de dentista de fraguado medio. Posteriormente, se mantuvieron en decúbito dorsal por un tiempo de 30 minutos a 1 hora, periodo después del cual fueron disecados.

Para poder identificar aún mejor las arterias repletadas con yeso, éste fué coloreado con pinturas vinílicas hidrosolubles de diferentes colores.

-- 2 perros se repletaron con Pyrolac y se mantuvieron en refrigeración por tres días para posteriormente ser objeto de disección fina y detallada.

-- 1 perro se repletó con Vinilita, se mantuvo en refrigeración por tres días y se le practicó una disección fina.

La preparación y disección de estos ejemplares tuvo por objeto conocer la disposición arterial " in situ " de la médula espinal.

2.-Técnica utilizando Pyrolac

Basándose en las indicaciones del procedimiento general, la repleción

vascular se llevó a cabo con plástico líquido (Pyrolac) en 4 ejemplares.

Una vez efectuada la repleción, los animales fueron mantenidos en refrigeración durante tres días en posición de decúbito dorsal. Concluido este tiempo, se eliminó la piel por disección fina en la totalidad del — cuerpo y los ejemplares se colocaron en recipientes de plástico conteniendo una solución de ácido clorhídrico al 20% con el objeto de efectuar la digestión lenta de los tejidos y obtener así un molde vascular.

Entre 4 y 8 días después, los animales fueron lavados mediante un chorro fino de agua, con el fin de eliminar los restos de tejidos digeridos (4). Esta práctica se llevó a cabo con sumo cuidado para evitar rupturas de los moldes.

El método utilizado para diferenciar entre los diferentes moldes obtenidos fue mediante el uso de Pyrolac de diferentes colores (4) .

3.- Técnica utilizando Vinilita

Se emplearon 2 animales, los cuales fueron previamente sometidos al procedimiento general y repletados con Vinilita. Posteriormente se mantuvieron en refrigeración por tres días y se les efectuó la digestión en ácido clorhídrico del mismo modo que con la técnica anterior.

4.- Técnica utilizando iodo

Se emplearon 4 animales, los cuales fueron sometidos a anestesia general con pentobarbital sódico por vía endovenosa a una dosis de 25mg/kg, se les realizó una disección de la arteria carótida y se introdujo en ella una aguja hipodérmica conectada a una jeringa de plástico que contenía un medio de contraste con iodo ("Vasobrix") .

Posterior a la inyección de dicho medio, se procedió a tomar las radiografías laterales en cada perro, a los 2, 6, 9, 15, y 30 segundos después de aplicada la inyección (*).

Las radiografías incluyeron las porciones cervical, torácica, lumbar y sacra de la médula espinal.

(*) Comunicación personal M.V.Z. Santiago Aja Guardiola.

RESULTADOS.

Los resultados obtenidos se exponen describiendo el origen y la distribución arterial en las siguientes porciones de la médula espinal:

- I.- Porción cervical. (C)
- II.- Porción torácica. (T)
- III.- Porción lumbar. (L)
- IV.- Porción sacra. (S)

Al final del capítulo se resumen los resultados obtenidos en cada una de las técnicas de repleción arterial. Asimismo, se incluyen diseños esquemáticos de la disposición del sistema arterial estudiado.

I.- Porción cervical de la médula espinal.

Arterias vertebrales.

Arteria escapular dorsal.

Origen.

- Para C7 a C1.--Se observó una sola modalidad de origen en todos los casos estudiados; ambas arterias vertebrales (izquierda y derecha) emergen de la superficie dorsal de la arteria subclavia correspondiente y adoptan una posición craneodorsal inmediatamente después de su origen.
- Para T1 a C7.- Se observaron dos modalidades de origen para el foramen intervertebral formado entre la primera vértebra torácica y la última vértebra cervical:
 - a) Las arterias vertebrales en 4 casos (20%). (Figura 1)
 - b) La arteria escapular dorsal, que nace de la superficie craneal del tronco costocervical, en ángulo agudo, en 16 animales (80%). (Figura 2)

Distribución.

Las arterias vertebrales izquierda y derecha se dirigen craneal y dorsalmente para pasar a través del foramen transverso de las seis primeras vértebras cervicales, y emiten ramos espinales a nivel de cada foramen intervertebral formado por dichas vértebras.

Ramos espinales: por lo general son en número de 8.

A nivel de C7 a C1.- Emergen de la superficie medial de cada arteria vertebral en todos los casos estudiados.

A nivel de C7 a T1.- Nacen de la superficie medial de las arterias vertebrales en 4 animales (20%), y de la arteria escapular dorsal en 16 casos (80%).

Cada ramo espinal penetra por el foramen intervertebral correspondiente al canal espinal, en donde emiten dos ramas, una dorsal y otra ventral con el fin de vascularizar la médula espinal y sus meninges. Las ramas ventrales están anastomosadas por medio de la arteria espinal ventral. Las ramas dorsales siguen la raíz nerviosa dorsal del cordón espinal, donde se dispersan sin que se forme un tronco continuo dorsolateral. (Figuras 3, 4 y 5)

En cuanto al número de ramos espinales originados de las arterias vertebrales, se observaron las siguientes variaciones:

En 2 animales (10%), se presentaron 2 ramos espinales a nivel del foramen intervertebral formado entre C6 y C7.

En 1 animal (5%), se presentaron 2 ramos espinales a nivel del foramen intervertebral formado entre C6 y C5.

En 1 animal (5%), se presentaron 3 ramos espinales a nivel del foramen intervertebral formado entre C5 y C4.

En 16 animales (80%), se encontró un solo ramo espinal para cada foramen intervertebral cervical, de ahí que se toma como generalidad el número de 8 pares de ramos espinales. (Figura 6)

A nivel del atlas, las arterias vertebrales pasan a través del foramen transverso del mismo, y proporcionan una rama de anastomosis para la arteria occipital. Las arterias vertebrales entonces pasan a través del foramen alar y entran al canal vertebral por el foramen vertebral lateral

del atlas (Figura 7) . Dentro del canal vertebral, la continuación de las arterias vertebrales izquierda y derecha forman la arteria basilar al unirse una con otra. La arteria basilar ya formada, cursa rostralmente por la superficie ventral de la médula oblongada hacia la cavidad craneana, y caudoventralmente como la arteria espinal ventral (Figura 8) . Esta última corre por la fisura ventral de la médula espinal, y es reforzada durante su trayecto por los ramos espinales de las arterias vertebrales, arteria escapular dorsal, arterias intercostales, arterias lumbares y arterias sacras, para irrigar a la médula y sus meninges en esas porciones.

II.- Porción torácica de la médula espinal.

Arterias intercostales dorsales.

Arteria escapular dorsal.

Origen.

- Para T1 a T13.- Las arterias intercostales dorsales se presentan bilateralmente y emergen de las arterias intercostales en todos los animales estudiados. Las tres ó cuatro primeras arterias intercostales son ramas de la arteria vertebral torácica, y las ocho ó nueve restantes son ramas de la aorta.
- Para T1 a C7.- La arteria escapular dorsal nace de la superficie craneal del tronco costocervical en ángulo agudo.

Distribución.

La arteria escapular dorsal emite en 16 animales estudiados (80%) , el VIII ramo espinal, cerca del foramen intervertebral, entre la séptima vértebra cervical y la primera vértebra torácica .

Cada arteria intercostal dorsal da a su vez 1 rama dorsal a nivel de la articulación costocondral. Cerca del borde craneal del foramen intervertebral, cada rama dorsal emite una rama espinal, la cual, después de entrar al canal vertebral por el foramen intervertebral que le corresponde, se ramifica en las meninges y contribuye a la arteria espinal ventral para irrigar a la médula espinal y sus meninges en esta porción. (Figuras 9 y 10)

III.- Porción lumbar de la médula espinal.

Arterias lumbares.

Origen.

Se observó que las arterias lumbares se presentan bilateralmente en todos los casos. Son 7 pares, de los cuales se encontró lo siguiente:

- Los primeros dos ó tres pares se originan de la superficie dorsal de la aorta torácica, cerca del hiato aortico del diafragma en 20 animales -- (100%).
- Los cuatro ó cinco pares restantes nacen de la superficie dorsal de la aorta abdominal.
- El último par nace de la superficie dorsal de la arteria sacra media en 19 animales estudiados (95%).
- El último par emerge de la arteria iliaca interna en su superficie dorsal en 1 animal (5%).

Distribución.

Cada arteria lumbar, cerca de su origen, emite una rama espinal que penetra al canal vertebral por el foramen intervertebral que le corresponde, y de este modo contribuye a la irrigación de la médula espinal y sus meninges por medio de su anastomosis con la arteria espinal ventral. (Figura 11) .

IV.- Porción sacra de la médula espinal.

Arteria sacra media.

Origen.

- Se observó que es la continuación directa de la aorta caudal ó abdominal, y emerge inmediatamente después del origen de las arterias ilíacas internas, a nivel de la séptima vértebra lumbar. Es un vaso impar.

Distribución.

La arteria sacra media corre caudalmente a lo largo de la superficie pélvica del sacro. Esta arteria emite tres pares de ramas sacras, de las cuales, los dos primeros pares dan ramos espinales que penetran por su --

correspondiente foramen sacral al canal vertebral para irrigar a la médula espinal y sus meninges en esta porción. (Figura 12)

El último par sacral se sitúa caudal al sacro y no interviene en la irrigación de la médula espinal en esta porción.

Cabe mencionar que a este nivel, es casi imposible localizar a la arteria espinal ventral debido a la disminución notoria de su diámetro en esta porción.

Resultados obtenidos en las técnicas de repleción arterial.

1.- Técnica General: en la disección de las arterias repletadas con yeso de dentista, se pudo observar perfectamente el origen y distribución de las mismas sin que ocurrieran rupturas importantes al momento de diseccionarlas.

En aquellos ejemplares repletados con Pyrolac y con Vinilita para su posterior disección, se pudo identificar de igual modo que con el método anterior, el origen y distribución arterial in situ .

2.- Técnica con Pyrolac: una vez obtenido el modelo vascular, se perdió toda relación con la posición original de las arterias principales y la de sus ramas, debido a que el plástico careció de rigidez, observando los troncos y ramos arteriales en una posición espacial.

3.- Técnica con Vinilita: se obtuvieron modelos rígidos en los que se conservó en gran parte la posición original de los vasos. El nivel de penetración de la resina fué comparable al obtenido en otro trabajo en el que se utilizó el mismo material (4) .

4.- Técnica utilizando iodo: a pesar de haber utilizado iodo intra-arterial por medio de "Vasobrix " , así como por medio de una solución -- comercial de iodopolividona (" Isodine solución "), no se obtuvieron los resultados esperados. En las placas radiográficas no fué posible apreciar el origen ni la distribución arterial de la médula espinal mediante estos

medios de contraste. Sin embargo, para efectos de un estudio radiológico completo y adecuado del sistema arterial en cuestión, se diseñó una nueva metodología, la cual resultó ser no solamente de gran utilidad, sino altamente específica para estudiar el sistema arterial por medio de placas radiográficas. Dicha técnica se describe en el siguiente capítulo.

DESCRIPCION DE LAS FIGURAS

Los términos entre paréntesis son los designados según la Nómina Anatómica Veterinaria (2) .

Figura 1: Vista lateral izquierda del origen del octavo ramo espinal de la arteria vertebral del perro.

- A= Arteria aorta (A. aorta).
- B= Arteria subclavia (A. subclavia).
- C= Tronco costocervical (Truncus costocervicalis).
- D= Arteria vertebral (A. vertebralis).
- E= VIII ramo espinal (VIII Rami spinalis) .
- F= Arteria escapular dorsal (A. scapularis dorsalis).

Figura 2: Vista lateral izquierda del origen del octavo ramo espinal de la arteria escapular dorsal del perro.

- A= Arteria aorta (A. aorta).
- B= Arteria subclavia (A. subclavia).
- C= Arteria vertebral (A. vertebralis).
- D= VIII ramo espinal (VIII Rami spinalis) .
- E= Tronco costocervical (Truncus costocervicalis).
- F= Arteria escapular dorsal (A. scapularis dorsalis).

Figura 3: Sección transversal de la médula espinal in situ y su relación con la arteria espinal ventral y las ramas dorsales y ventrales de un ramo espinal en el perro.

- A= Arteria espinal ventral (A. spinalis ventralis).
- B= Ramo espinal cualquiera (Ramus ó Rami spinalis).
- C= Rama espinal dorsal (Ramus dorsalis).
- D= Rama espinal ventral (Ramus ventralis).
- 1= Duramadre (Dura mater spinalis).
- 2= Cavidad epidural (Cavum epidurale).
- 3= Arco vertebral (Arcus vertebrae).
- 4= Ligamento denticulado (Ligamentum denticulatum) .

- 5= Cuerpo vertebral (*Corpus vertebrae*).
- 6= Foramen intervertebral (*Foramen intervertebrale*).

Figura 4 : Vista ventral de la médula espinal en relación con la arteria espinal ventral y su anastomosis con los ramos espinales a lo largo de su trayecto. Las meninges no se ilustran en la figura. La base de los cuerpos vertebrales ha sido seccionada y eliminada.

- A= Arteria espinal ventral (*A. spinalis ventralis*).
- B= Ramo espinal (*Rami spinalis*).
- 1= Foramen intervertebral (*Foramen intervertebrale*).
- 2= Médula espinal (*Medulla spinalis*).
- 3= Proceso transversal (*Processus transversus*).

Figura 5: Vista dorsal de la médula espinal en relación con los ramos espinales a lo largo de su trayecto. Las meninges no se ilustran en la figura. Los arcos vertebrales han sido seccionados y eliminados.

- A= Ramo espinal (*Rami spinalis*).
- 1= Foramen intervertebral (*Foramen intervertebrale*).
- 2= Médula espinal (*Medulla spinalis*).
- 3= Proceso articular (*Processus articularis*).

Figura 6: Vista lateral de la región cervical con relación a la arteria vertebral y sus ramos espinales en el perro.

- A= Arteria vertebral (*A. vertebralis*).
- B= VIII ramo espinal (*VIII Rami spinalis*).
- C= IV ramo espinal (*IV Rami spinalis*).
- D= Arteria carótida común (*A. carotis communis*).
- E= Rama de anastomosis de la arteria vertebral para la arteria occipital (*Ramus anastomoticus cum a. occipitale*).
- F= Arteria occipital (*A. occipitale*).
- 1= Séptima vértebra cervical (*Vertebrae cervicales*).
- 2= Foramen transversal de la sexta vértebra cervical (*Foramen vertebrale laterale vertebrae cervicales*).
- 3= Foramen transversal del atlas (*Processus transversus [Ala atlantis]*).
- 4= Foramen vertebral lateral del atlas (*Foramen vertebrale*).

Figura 7: Vista dorsal del atlas en relación con el recorrido de las arterias vertebrales en el perro.

A= Arteria vertebral (A. vertebralis).

B= Rama de la arteria vertebral para la anastomosis con la arteria occipital (Ramus anastomoticus cum a occipitale).

C= Arteria carótida común (A. carotis communis).

1= Foramen transverso del atlas (Processus transversus [Ala atlantis]).

2= Escotadura alar (Incisura alaris).

3= Foramen vertebral lateral del atlas (Foramen vertebrale).

Figura 8: Vista ventral de las arterias de la médula espinal cervical del perro.

A= Arteria vertebral (A. vertebralis).

B= Arteria espinal ventral (A. spinalis ventralis).

C= II ramo espinal (II Rami spinalis).

D= Rama de la arteria vertebral para la anastomosis con la arteria occipital (Ramus anastomoticus cum a. occipitale).

E= Arteria basilar (A. basilaris).

F= V ramo espinal (V Rami spinalis).

1= Foramen transverso del atlas (Processus transversus [Ala Atlantis]).

2= Foramen vertebral lateral del atlas (Foramen vertebrale).

Figura 9: Vista lateral izquierda de las arterias intercostales dorsales en relación con la irrigación de la médula espinal en el perro. Las costillas han sido eliminadas de la figura.

A= Arteria aorta (A. aorta).

B= Arteria subclavia (A. subclavia).

C= Arteria vertebral (A. vertebralis).

D= VII ramo espinal (VII Rami spinalis).

E= Tronco costocervical (Truncus costocervicalis).

F= Arteria escapular dorsal (A. scapularis dorsalis).

G= VIII ramo espinal (VIII Rami spinalis).

H= Arteria vertebral torácica (A. vertebralis thoracica).

I= Arterias intercostales dorsales (Aa. intercostales dorsales).

1= Séptima vértebra cervical (Vertebrae cervicales).

Figura 10: Corte transversal de la médula espinal a nivel de la región torácica en el perro.

A= Arteria aorta (A. aorta).

B= Arteria intercostal dorsal (Aa. intercostales dorsales).

C= Rama dorsal (Ramus dorsalis).

D= Rama espinal (Ramus spinalis).

E= Arteria espinal ventral (A. spinalis ventralis).

1= Cuerpo de la vértebra (Corpus vertebrae).

2= Arco vertebral (Arcus vertebrae).

3= Cuello de la costilla (Collum costae).

4= Médula espinal (Medulla spinalis).

Figura 11: Vista lateral de las arterias lumbares en el perro. El ilion ha sido retirado de la figura.

A= Arteria aorta (A. aorta).

B= Arteria lumbar (Aa. lumbales).

C= Ramo espinal (Ramus spinalis).

D= Arteria sacra media (A. sacralis mediana).

1= Primera vértebra lumbar (Vertebrae lumbales) (Vertebra anticlinalis).

Figura 12: Vista ventral del sacro y la arteria sacra media en el perro.

A= Arteria aorta (A. aorta).

B= Arteria lumbar (Aa. lumbales).

C= Arteria sacra media (A. sacralis mediana).

D= Ramas espinales de la arteria sacra media (Rami sacrales).

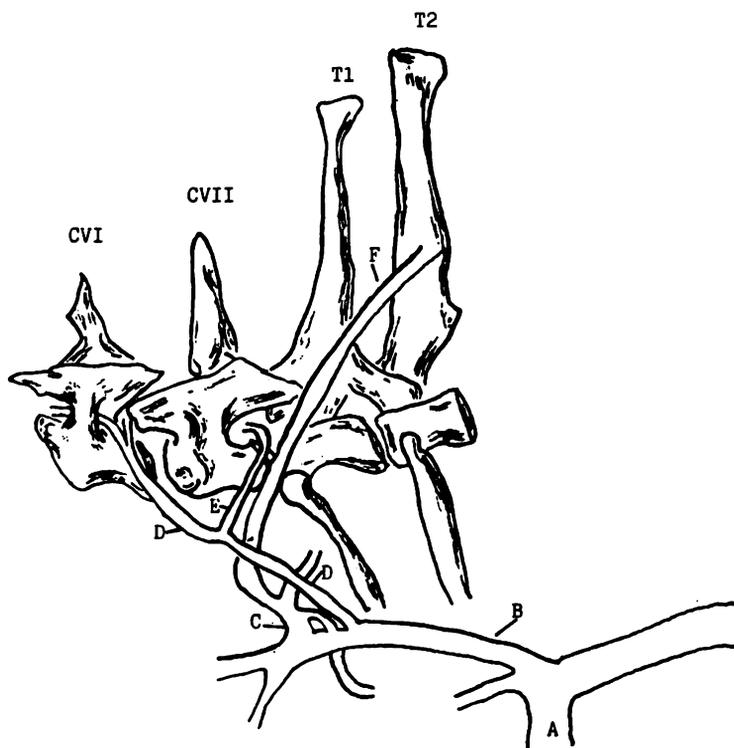


Figura 1

Vista lateral izquierda del octavo ramo espinal de la arteria vertebral del perro.

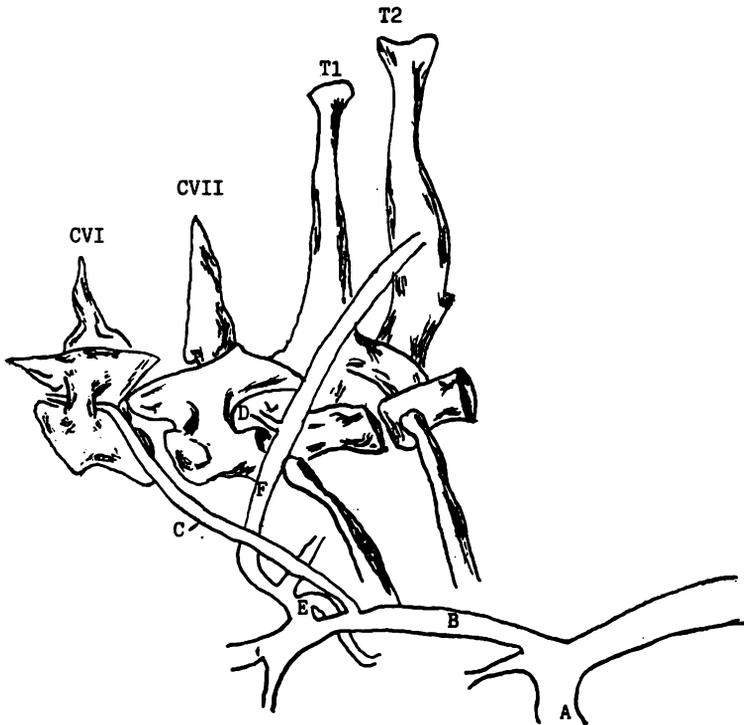


Figura 2

Vista lateral izquierda del origen del octavo ramo espinal de la arteria vertebral del perro.

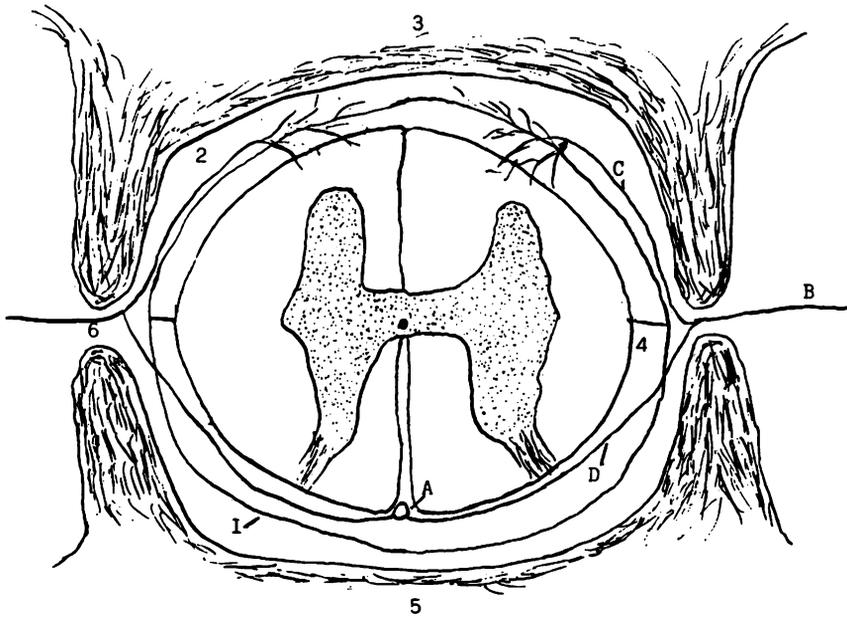


Figura 3

Sección transversal de la médula espinal in situ y su relación con la arteria espinal ventral y las ramas dorsales y ventrales de un ramo espinal en el perro.

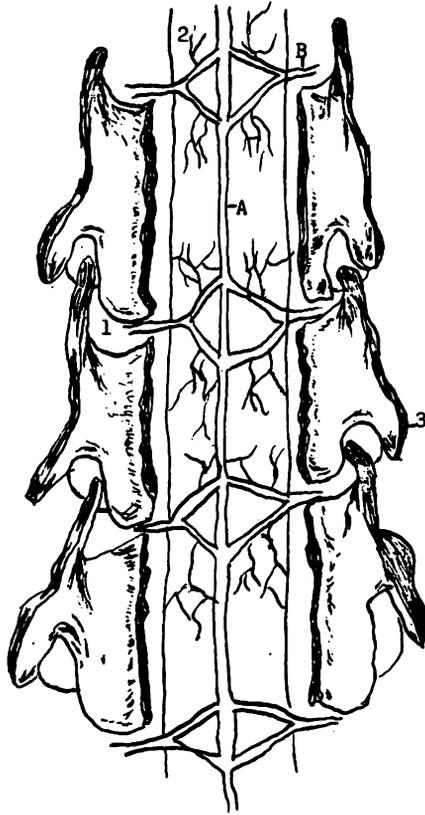


Figura 4

Vista ventral de la médula espinal en relación con la arteria espinal ventral y su anastomosis con los ramos espinales a lo largo de su trayecto. Las meninges no se ilustran en la figura. La base de los cuerpos vertebrales ha sido seccionada y eliminada.

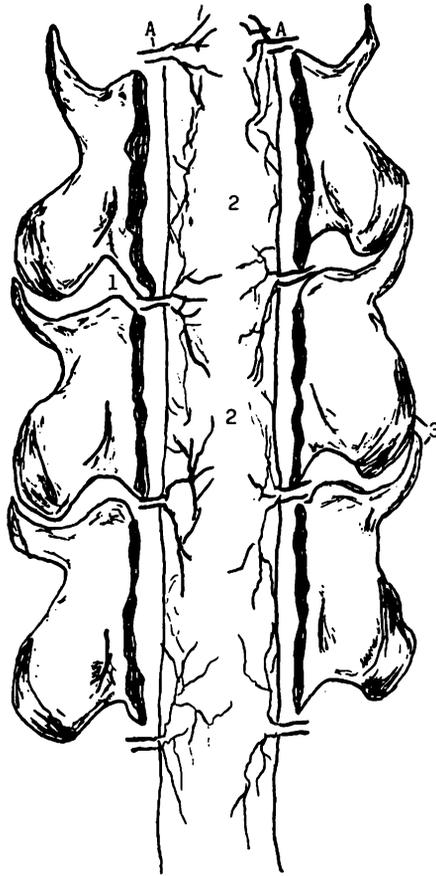


Figura 5

Vista dorsal de la médula espinal en relación con los ramos espinales a lo largo de su trayecto. Las meninges no se ilustran en la figura. Los arcos vertebrales han sido seccionados y eliminados.

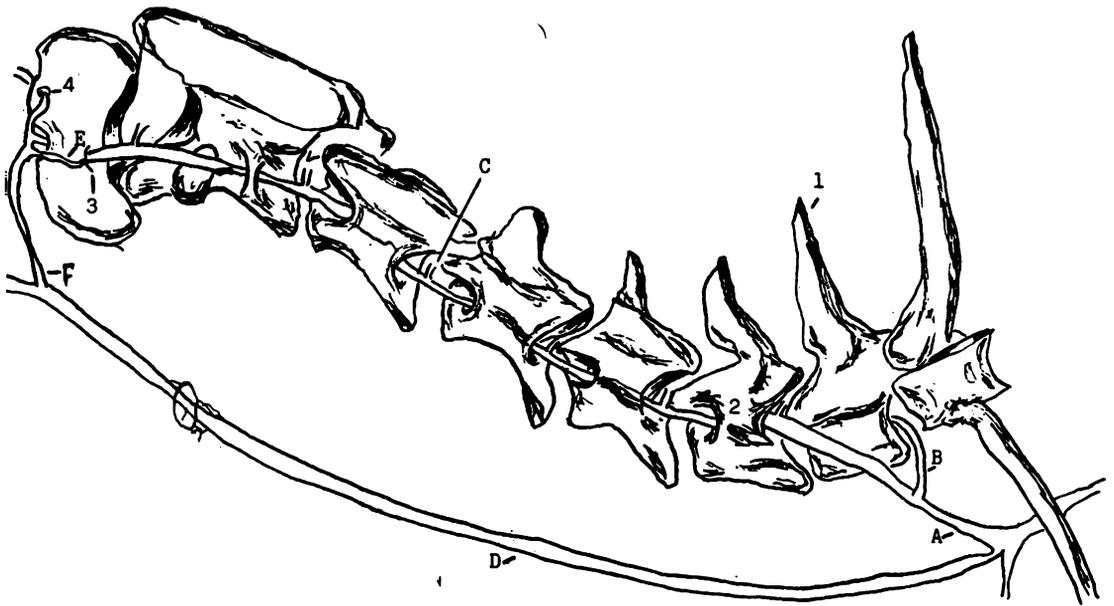


Figura 6

Vista lateral de la región cervical con relación a la arteria vertebral y sus ramos espinales en el perro.

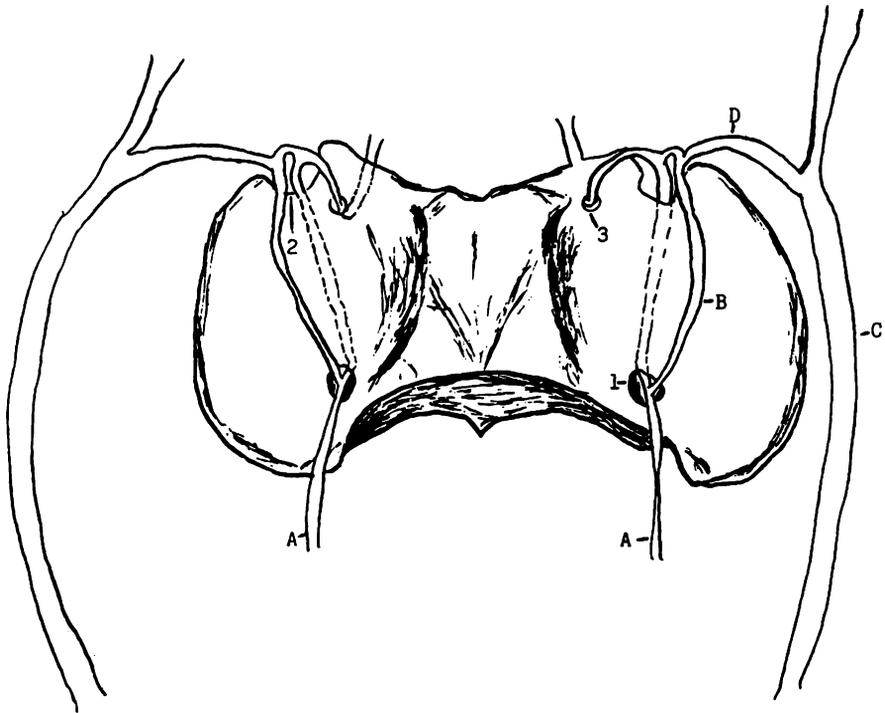


Figura 7

Vista dorsal del atlas en relación con el recorrido de las arterias vertebrales en el perro.

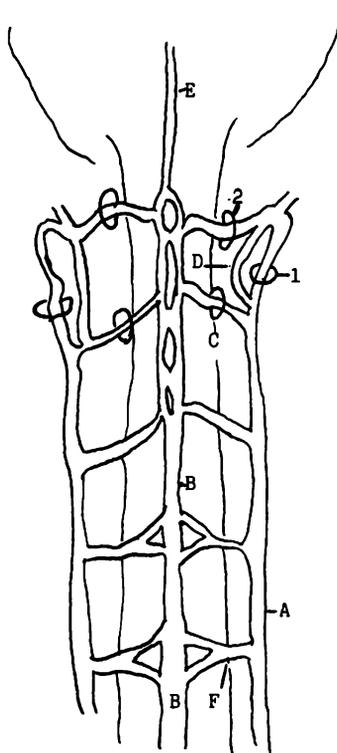


Figura 8

Vista ventral de las arterias de la médula espinal cervical del perro.

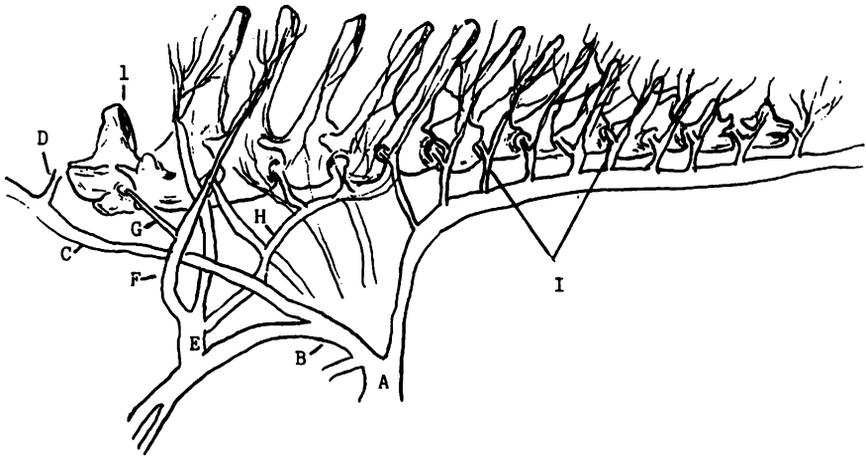


Figura 9

Vista lateral izquierda de las arterias intercostales dorsales en relación con la irrigación de la médula espinal en el perro. Las costillas han sido eliminadas de la figura.

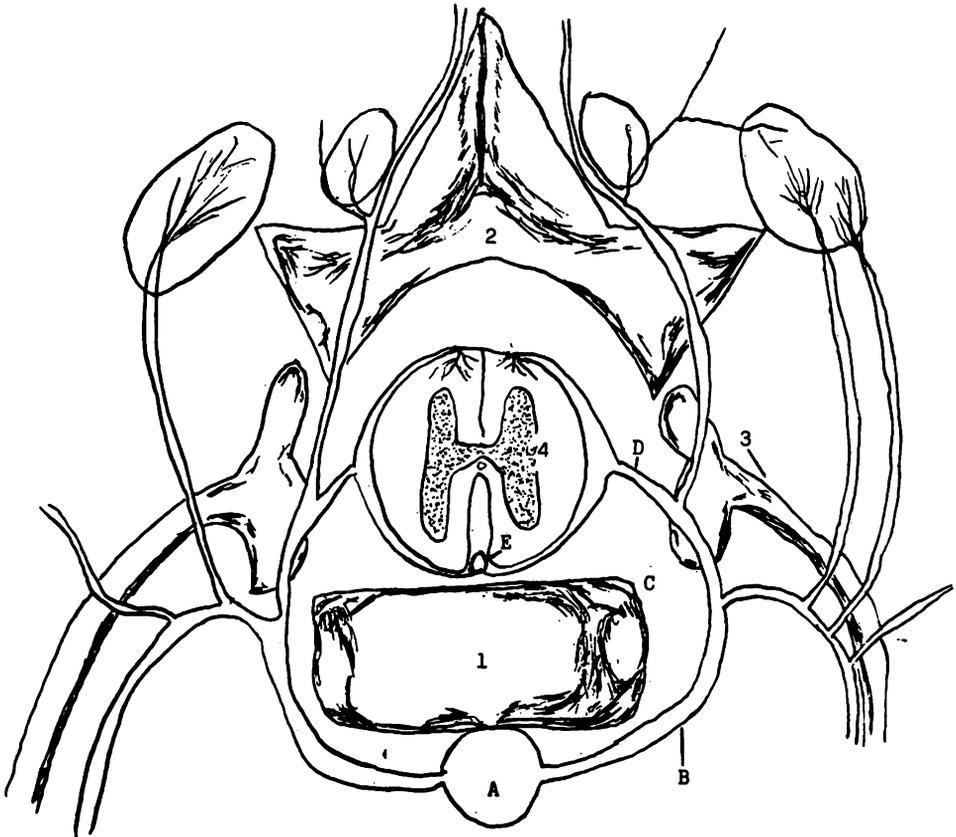


Figura 10

Corte transversal de la médula espinal a nivel de la región torácica en el perro.

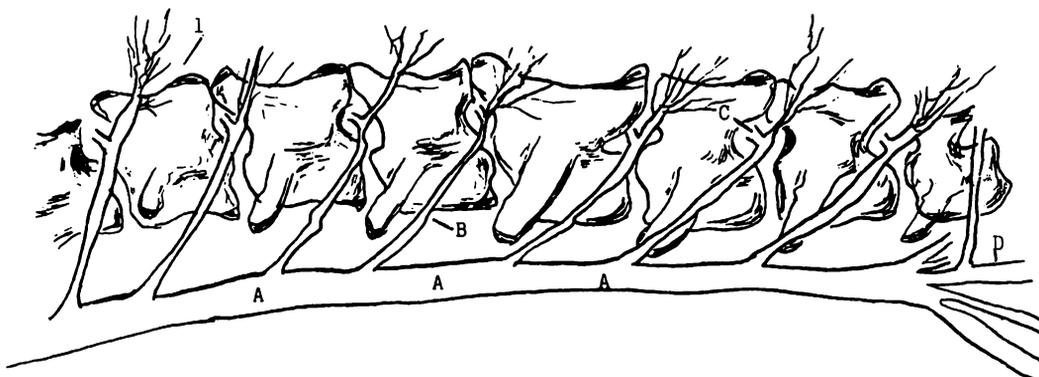


Figura 11

Vista lateral de las arterias lumbares en el perro. El ilion ha sido retirado de la figura.

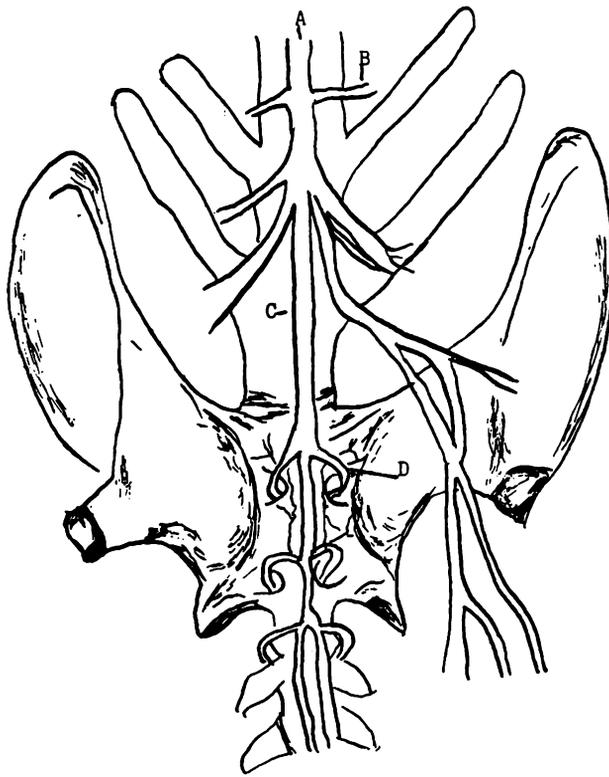


Figura 12

Vista ventral del sacro y la arteria sacra media en el perro.

DISCUSION.

En el estudio del origen y distribución del sistema arterial que irriga a la médula espinal del perro, se observaron variantes entre los 20 animales estudiados. Tal es el caso de la porción cervical en donde resulta interesante considerar la presencia de un mayor número de ramos espinales en el 20% de los casos estudiados, sin que ningún autor que haya escrito algo al respecto lo haya mencionado.

La manera como se plantea esta situación anatómica, es por medio de la descripción de un ramo espinal cervical de cada lado para cada foramen intervertebral en esa porción, cuando en este trabajo se encontraron hasta 3 ramos espinales ocupando el sitio teórico de uno solo.

En lo que concierne al octavo ramo espinal (VIII), Evans (8) y Getty (11) mencionan que la arteria escapular dorsal es la que emite el octavo ramo espinal (VIII) , mientras que en el presente estudio se observó que en el 20% de los casos, dicho ramo espinal se originó de la arteria vertebral correspondiente.

Es interesante hacer mención de que en todas las porciones de la médula espinal, a excepción de la sacra, dicho órgano aun siendo impar, cuenta con un sistema de irrigación bilateralmente simétrico. Además no es una sola arteria la que aporta la irrigación, sino que todo un complejo árbol vacular cuyas ramas contribuyen específicamente a su irrigación en cada segmento de ella, comprendido entre vértebra y vértebra.

De tal modo, puede afirmarse que todo esto forma parte de un sistema único de protección hacia este órgano vital, a modo de asegurar su irrigación nutricia y funcional en todo momento y en toda su extensión bajo condiciones fisiológicas. Sería interesante realizar estudios en los cuales, ligando las arterias que irrigan a la médula espinal, fuera posible llegar a una conclusión tal, que nos permitiera conocer hasta donde se puede privar a este órgano de su irrigación sin que comprometa ello la vida del animal.

Sobre las técnicas de repleción vascular, es necesario mencionar que por lo general se debe desangrar por completo el sujeto a estudiar con el fin de obtener resultados óptimos, para ello, Berjón (4) aplica una dosis de 500 UI/kg de heparina disuelta en solución salina fisiológica, por vía intraperitoneal, y posteriormente sacrifica al animal con una sobredosis de anestesia. El uso de la heparina no fué necesario en este estudio, ya que los animales utilizados fueron desangrados vivos (previa anestesia general con pentobarbital sódico) por la arteria carótida, lo cual permitió el vaciado rápido, fácil y completo de los animales, y de este modo ocasionándoseles la muerte (aún bajo los efectos de la anestesia) por un shock hipovolémico.

En ninguno de los casos se observó que el fenómeno fisiopatológico de coagulación intravascular diseminada (C.I.D.) interfiriera con el proceso de desangramiento en el animal vivo, esto gracias al efecto de la coagulopatía consuntiva que se presentó posterior a la C.I.D.

En cuanto a la introducción de la aguja hipodérmica sin punta dentro de la arteria carótida para efectos de desangramiento y repleción vascular, se utilizaron agujas cuyo calibre vario del # 18 hasta el # 12, se recomienda utilizar una aguja del calibre adecuado al diámetro del vaso para evitar la ruptura del mismo y con ello la extravasación del material ya repletado.

En lo que respecta a la técnica de repleción con yeso de dentista, debe insistirse en que este sea de fraguado medio, de modo que el factor tiempo no constituya un impedimento para la correcta repleción de los vasos a estudiar. La desventaja con este tipo de yeso, es que solidifica 20 a 30 minutos después de mezclarlo con agua, y si no se ha concluido la repleción vascular durante este tiempo, el yeso ya sólido dentro de los vasos impedirá el llenado uniforme y la distribución del mismo hacia los vasos de menor calibre. La ventaja de trabajar con este tipo de material consiste en que es el medio con que mejor se pudo estudiar el sistema arterial durante las disecciones debido a que posee las siguientes características:

- Un poder de penetración excelente, de modo que se llegó a entrar en arterias de muy pequeño calibre (capilares arteriales inclusive).
- No difunde hacia el lado venoso, convirtiéndolo así en un material específico para los vasos que se deseen estudiar, ya sean venas-- ó arterias.
- Es barato y fácil de emplear.
- Se necesita muy poca cantidad del mismo para lograr una solución homogénea de consistencia similar a la de la leche de vaca, con la cual se obtuvieron los mejores resultados.
- Es factible colorearlo fácilmente con pinturas vinílicas hidrosolubles, permitiendo así una mejor indentificación de las arterias, sobre todo las de pequeño calibre.

Para las técnicas de digestión artificial del sistema arterial repletado con Pyrolac y con Vinilita, se utilizaron animales con un peso corporal no mayor de los 3 kg(cachorros ó adultos muy pequeños), pudiendo de este modo obtener resultados a menor tiempo y costo.

En el caso de la técnica utilizando iodo, no se obtuvieron los resultados deseados con el " Vasobrix ", ya que lo esperado consistía en una-- arteriografía completa como resultado de la inyección intraarterial del-- medio, supuestamente sería posible observar como el medio de contraste-- se difundía por el sistema arterial. Mas no resulto de este modo, en las placas radiográficas obtenidas no fue posible apreciar ni una sola arteria con claridad.

Se intentó realizar el mismo experimento, pero introduciendo diferentes medios de contraste. En dos animales se utilizó iodopolividona (Iodine solución), y en otros dos animales una solución de sulfato de bario, ambos también por vía intraarterial en animales previamente anestesiados.

En el primer caso, se emplearon animales de aproximadamente 6kg de peso cada uno, y se les inyectó la solución de iodopolividona a razón de 40 ml por animal. Al tomar las placas radiográficas, no se observó el menor indicio del medio de contraste, y por lo tanto, no se observaron las

arterias.

En el segundo caso, se utilizaron animales de aproximadamente 5kg de peso cada uno, y se les inyectó una solución de sulfato de bario a razón de 25 ml por perro. Tampoco se obtuvieron los resultados esperados ya que en las placas radiográficas si se alcanzó a identificar el medio de contraste en algunas arterias, pero en muy poca cantidad y sin difundir, es decir, no se observó después de las dos primeras vértebras torácicas.

Probablemente las técnicas con Vasobrix, iodopolividona y sulfato de bario no resultaron como se esperaba debido a 2 factores:

- 1) Probablemente no se utilizó la dosis adecuada de los medios de contraste por kilogramo de peso (sobre todo en el caso del Vasobrix).
- 2) Probablemente la difusión del material inyectado se vió impedida por:
 - a) paro cardiaco cuando se utilizó iodopolividona.
 - b) la solución de sulfato de bario presentaba pequeños grumos (aún después de haber sido mezclada varias veces), los cuales actuaron como émbolos impidiendo así la correcta difusión del medio de contraste a los vasos de menor calibre.

Ante esta inesperada situación, se decidió experimentar con una técnica diseñada por el autor de este trabajo, y cuyos resultados fueron -- excelentes. La técnica ideada se describe a continuación.

Material empleado para la repleción de los vasos: :

Iodopolividona (" Isodine solución "), 1.1 g de iodo cbp 100ml de vehículo, a razón de 120 ml por perro.

Sulfato de bario en polvo , a razón de 1c.c por kg de peso.

Solución de yeso de dentista de fraguado medio.

Aguja hipodérmica sin punta.

Jeringas de plástico (20 ml de capacidad).

Hilo de cáñamo.

El volumen de la solución de yeso a emplear fué igual al volumen de sangre que se extrajo del animal.

Metodología:

- 1) Previa anestesia general del sujeto por estudiar, se disecó la arteria carótida. Una vez localizada se realizó una incisión longitudinal sobre ella, de modo que se abriera el espacio suficiente como para introducir la aguja hipodérmica sin punta, de calibre adecuado al diámetro del vaso.
- 2) A la solución de yeso, se le añadió poco a poco el polvo de sulfato de bario, mezclando bien hasta lograr un líquido homogéneo. Posteriormente, se agregó la solución de iodopolividona a la mezcla anteriormente efectuada.
- 3) En un período no mayor de 20 minutos, se inyectó rápidamente por la arteria carótida, la mezcla preparada. Al concluir la repleción vascular, se procedió a ligar con hilo de cáñamo la arteria utilizada.

Inmediatamente después de la repleción, se procedió a realizar el estudio radiológico requerido para esta tesis, obteniéndose una imagen nítida y clara de todo el sistema arterial del animal.

Si se desea, ese mismo sujeto podrá ser sometido a disección una vez transcurridos 30 minutos.

Esta técnica resulta rápida, sencilla, barata y muy efectiva. Además es posible utilizarla para el estudio específico del sistema arterial de un órgano ó región anatómica por medio de la inyección selectiva del material en los vasos a estudiar.

Cabe mencionar que si se desea realizar un estudio del sistema venoso, es también posible por este método. La variante consistirá en realizar la repleción por la vena yugular u otra que se desee para tal efecto.

Este método se basó en la utilización de dos sustancias radio opacas, como lo son el sulfato de bario y la iodopolividona, y de un material de repleción que aporta consistencia, uniformidad y gran poder de penetración difusión, como lo es el yeso de dentista, y por lo tanto, los resultados que se obtienen son los de un sistema arterial completamente radio opaco, apto para el estudio radiológico deseado.

De todo lo anteriormente expuesto en este trabajo, se concluye lo siguiente:

1.- La irrigación arterial de la médula espinal del perro es como sigue:

a) La porción cervical está irrigada por :

- las arterias vertebrales, que se originan en las arterias subclavias correspondientes. Cada arteria vertebral emite ramos espinales que penetran por los forámenes intervertebrales cervicales para de ese modo confluir en la arteria espinal ventral.
- por lo general, el octavo ramo espinal se origina de la arteria escapular dorsal.
- la arteria espinal ventral es la continuación caudal de la arteria basilar, la cual se origina de la continuación de las arterias vertebrales al unirse una con otra y después de haberse anastomosado con la arteria occipital.

b) La porción torácica está irrigada por:

- las arterias intercostales dorsales. Las tres ó cuatro primeras se originan de la arteria vertebral torácica, y el resto son ramas de la aorta. Cada arteria intercostal dorsal emite un ramo dorsal que a su vez da un ramo espinal que penetra por el foramen intervertebral correspondiente, para contribuir a la arteria espinal ventral.

c) La porción lumbar está irrigada por:

- las arterias lumbares, las cuales se originan, por lo general, de la arteria aorta y de la arteria sacra media. Cada arteria lumbar emite un ramo espinal que penetra por el foramen intervertebral correspondiente para contribuir a la arteria espinal ventral.

d) La porción sacra está irrigada por:

- la arteria sacra media, que es la continuación directa de la arteria aorta. La arteria sacra media emite dos ramos espinales que penetran por el foramen sacral correspondiente para irrigar las meninges y la médula espinal en esta región.

2.- El uso de yeso de dentista simple y radio opaco como material de reproducción , permite obtener modelos vasculares para ser estudiados por disección fina, así como por el método radiológico, en una forma rápida, sencilla, barata y muy efectiva.

LITERATURA CITADA.

- 1.- Andersen, C.A. : The Beagle as an Experimental Dog. The Iowa State University Press, Iowa, U.S.A., 1970.
- 2.- Association of Veterinary Anatomists. : N6mina Anatómica Veterinaria. 3rd. ed. International Committe on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature, New York, U.S.A., 1981.
- 3.- Berg, R.: Anatomía Topográfica y Aplicada de los Animales Domésticos. Editorial AC, Madrid, España, 1978.
- 4.- Berjón, L.M.: Contribución al Estudio de la Ditrribución Arterial en los Organos Reproductores del Conejo (Oryctolagus cuniculus). Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. , 1980.
- 5.- Bone, F.J.: Animal Anatomy and Physiology. Reston Publishing Company, Inc., Virginia, U.S.A., 1979.
- 6.- Bourdelle, E. et Bressou, C.: Anatomie Régionale des Animaux Domestiques. V.IV. Librairie J.-B. Bailliere et Fils, Paris, 1953.
- 7.- Bradley, O.C.: A Guide to the Dissection of the Dog. 6th ed. The Macmillan Company, New York, U.S.A., 1955.
- 8.- Evans, H.E. and Christensen, G.C.: Miller's Anatomy of the Dog. 2nd ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia, U.S.A., 1981.
- 9.- Frandson, R.D.: Anatomy and Physiology of Farm Animal. 3rd ed. Lea and Febiger, Philadelphia, U.S.A., 1981.
- 10.-Getty, R. : Atlas de Anatomía Veterinaria Aplicada. Editorial UTHEA, México, 1966.
- 11.-Getty,R.: The Anatomy of the Domestic Animals. V.I.I. 5th ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia, U.S.A., 1975.
- 12.-González y García, J.: Anatomía Comparada de los Animales Domésticos. 7a ed. Librería Porrúa Hnos. y Cía., S.A., Madrid, España, 1961.
- 13.-Guyton,A.C.: Anatomía y Fisiología del Sistema Nervioso. 2a ed. Editorial Interamericana, México, D.F., 1978.
- 14.-Lane-Petter, W. and Pearson A.E.G.: The Laboratory Animal-Principles and Practice. Academic Press, London, 1971.

- 15.-Neal, H. V. and Rand, H.W.: Comparative Anatomy. The Blakiston Company, Inc., New York, U.S.A., 1954.
- 16.-Nickel, R., Schummer, A. and Seiferle, E.: The Anatomy of the Domestic Animals. V. III. The Circulatory System, the Skin, and the Cutaneous Organs of the Domestic Mammals. Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, 1981.
- 17.- Nussbag, W.: Compendio de Anatomía y Fisiología de los Animales Domésticos. Editorial Acribia, Zaragoza, España, 1967.
- 18.-Payró, J.L.: El Perro y su Mundo. Tratado de Zootecnia Canina. Loera Chávez Hnos. Cía., Editorial S.A., México, 1981.
- 19.-Pierard, J.: Anatomie Appliquée des Carnivores Domestiques, Chien et Chat. Maloine, S.A., Editeur, Paris, 1972.
- 20.-Popesco, P.: Atlas of Topographical Anatomy of the Domestic Animals. Saunders Company, Philadelphia, U.S.A., 1954.
- 21.- Romer, A.S.: Anatomía Comparada. 4a ed. Editorial Interamericana, México, D.F., 1973.
- 22.-Schwarze, E.: Compendio de Anatomía Veterinaria. Aparato Circulatorio y Piel. Tomo III. Editorial Acribia, Zaragoza, España, 1972.
- 23.-Sisson, S. y Grossman, J.D.: Anatomía de los Animales Domésticos 4a ed. Salvat Editores, S.A., Barcelona, España, 1979.
- 24.-Trautmann, A.: Histología y Anatomía Microscópica Comparada de los Animales Domésticos. 7a ed. Editorial Labor, S.A., Barcelona, España, 1942.
- 25.- Taylor, J.A.: Regional and Applied anatomy of the Domestic Animal. Oliver and Boyd, Edinburgh, London, 1959 .
- 26.- U.F.A.W.: The U.F.A.W. Handbook on the Care and Management of Laboratory Animals. 4th ed. Churchill Livingstone, Edinburgh, 1972.