



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS

ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

MONOGRAFÍA

**ANATOMÍA DEL PLEXO VENOSO VERTEBRAL DEL PERRO DE
IMPORTANCIA CLÍNICA-QUIRÚRGICA**

Rodrigo Armando Leandro Galleguillos

Memoria para optar al Título Profesional
de Médico Veterinario

Departamento de Patología Animal

PROFESOR GUÍA: RICARDO OLIVARES PÉREZ-MONTT

Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias

Universidad de Chile

SANTIAGO, CHILE

2021



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS

ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

MONOGRAFÍA

**ANATOMÍA DEL PLEXO VENOSO VERTEBRAL DEL PERRO DE
IMPORTANCIA CLÍNICA-QUIRÚRGICA**

Rodrigo Armando Leandro Galleguillos

Memoria para optar al Título Profesional
de Médico Veterinario

Departamento de Patología Animal

SANTIAGO, CHILE

2021

NOTA FINAL.....

Profesor guía	Ricardo Olivares Pérez-Montt
Profesor corrector	Gustavo Farías Roldán
Profesor corrector	Diego Elgueda González

Agradecimientos y dedicatoria

A mi madre por los años de esfuerzo y coraje, por la ayuda en asumir este desafío de ser parte de la medicina veterinaria.

Para aquellos que no pueden estar hoy físicamente pero que sin duda estarán felices por la culminación de esta etapa que ha sido verdaderamente una odisea...

A la unidad de anatomía, que sin duda, ha sido parte de mi formación y desempeño profesional.

“El viento y las olas van siempre en favor de quien sabe navegar...”

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
Anatomía de la Columna Vertebral	5
Meninges y Médula Espinal	6
Anatomía del Plexo Venoso Vertebral del Perro	6
Aspectos anatómico-funcionales del PVV	12
Estado actual de la NAV	25
OBJETIVO GENERAL	26
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
MATERIALES Y MÉTODOS	27
RESULTADOS.....	31
DISCUSIÓN.....	45
CONCLUSIONES	52
BIBLIOGRAFÍA	54

Índice de tablas

Tabla 1. Anastomosis Extravertebrales.....	10
Tabla 2. Cantidad de fuentes bibliográficas consultadas, según tipo de fuente y número de ellas que son actuales (publicados desde el año 2010).....	31
Tablas de cumplimiento de la NAV de la literatura revisada.....	33
Tabla 3. Libros de Anatomía Veterinaria.....	33
Tabla 4. Libros de Especialidad de Neurología Veterinaria.....	35
Tabla 5. Libros de Especialidad de Cirugía Veterinaria.....	35
Tabla 6. Libros de Medicina Interna Veterinaria.....	35
Tabla 7. Libros de Imagenología Veterinaria.....	36
Tabla 8. Artículos Científicos.....	36

Tabla 9. Tesis.....	38
Tablas de bibliografía utilizadas, número de capítulos utilizados según libro y número de veces citadas en la revisión bibliográfica.....	39
Tabla 10. Libros de Anatomía Veterinaria utilizados, número de capítulos utilizados según libro y número de veces citados en la revisión bibliográfica.....	39
Tabla 11. Libros de Especialidad de Neurología Veterinaria utilizados y número de veces citados en la revisión bibliográfica.....	40
Tabla 12. Libros de Especialidad de Cirugía Veterinaria utilizados y número de veces citados en la revisión bibliográfica.....	40
Tabla 13. Libros de Medicina Interna Veterinaria utilizados y número veces citados en la revisión bibliográfica.....	41
Tabla 14. Libros de Imagenología Veterinaria utilizados y número de veces citados en la revisión bibliográfica.....	41
Tabla 15. Artículos Científicos utilizados y número de veces citados en la revisión bibliográfica.....	42
Tabla 16. Tesis utilizadas y número de veces citadas en la revisión bibliográfica.....	43

Índice de Figuras

Figura 1. Vista Lateral del Plexo Venoso Vertebral del perro a nivel cervical, donde se realizó una trepanación de los pedículos vertebrales.....	7
Figura 2. Vista dorsal del Plexo Venoso Vertebral del perro a nivel cervical, donde se retiró el arco de cada vértebra.....	8
Figura 3. Vista lateral del Plexo Venoso Vertebral del perro a nivel lumbar, donde se retiró el arco de cada vértebra. Se destaca la emergencia de las Venas Intervertebrales a través de los Forámenes Intervertebrales.....	9
Figura 4. Vista transversal de una vértebra lumbar aislada donde es posible visualizar las Venas Intervertebrales proyectándose desde la porción ventral del cuerpo vertebral para luego unirse al Plexo Vertebral Interno Ventral.....	11
Figura 5. Vista lateral de la columna vertebral a nivel de las vértebras cervical quinta y sexta donde se realizó un Slot Ventral y se ha removido una sección del disco intervertebral.....	19

Figura 6A. Vista ventral de la columna vertebral a nivel cervical donde se esquematiza el defecto óseo reducido del <i>Slot Ventral</i>	20
Figura 6B. Sección transversal de la columna vertebral a nivel de la quinta vértebra cervical que muestra el Plexo Vertebral Interno Ventral y la Arteria Vertebral en relación con el disco intervertebral y la médula espinal; la anchura del defecto óseo está determinado por esta relación.....	20
Figura 7A. Vista dorsal de una ventana de Laminectomía Dorsal a nivel de vértebras cervicales donde se aprecia la médula espinal, el ligamento amarillo y el material discal herniado.....	21
Figura 7B. Vista caudolateral de una vértebra cervical donde se representa en la zona más gris de la médula espinal una compresión medular.....	21
Figura 7C. Representación de la ventana de Laminectomía Dorsal una vez retirados el proceso espinoso y el ligamento amarillo.....	21
Figura 8A. Vista lateral de un esquema de Hemilaminectomía toracolumbar, se representa la remoción de los procesos articulares craneal, caudal, y de la lámina vertebral utilizando una pinza de <i>Rongeur</i>	22
Figura 8B. Ventana de Hemilaminectomía y a través de esta es posible acceder a la médula espinal y retirar material discal herniado, coágulos de sangre o un tumor.....	22
Figura 9. Vista dorsal de una Laminectomía Dorsal a nivel lumbosacro y además se ha realizado una Facetectomía que consiste en la extensión lateral de la ventana en dirección como lo indican las flechas verdes.....	23
Figura 10A. Vista lateral de una Laminectomía Dorsal a nivel lumbosacro, la línea roja punteada marca el borde del foramen intervertebral.....	23
Figura 10B. Luego en la línea roja punteada se ha realizado una Foraminotomía que consiste en la ampliación del foramen intervertebral.....	23
Figura 11. Configuración y componentes actuales del PVV establecidos por la NAV 2018.....	25

Figura 12. Material bibliográfico consultado para la realización de esta memoria de título según tipo de fuente.....	32
Figura 13. Número de Libros Anatomía Veterinaria, de Libros de Especialidades Veterinarias, Tesis y Artículos Científicos encontrados por cada año consultado.....	32
Figura 14. Cumplimiento de la NAV por parte de los autores que mencionan al PVIV.....	44
Figura 15. Cumplimiento de la NAV por parte de los autores que mencionan al PVE.....	44
Figura 16. Cumplimiento de la NAV por parte de los autores que mencionan a Las VB.....	44

ABREVIACIONES

- AE: Anastomosis Extravertebrales
- CMRP: Compresión medular residual postoperatoria
- CSM: *Cervical Spondylomyelopathy*
- DVG: Síndrome de dilatación vólvulo gástrico
- EMC: Espondilomielopatía cervical
- HID type 1: *Hansen type 1 Intervertebral Disc Herniation*
- HID type 2: *Hansen type 2 Intervertebral Disc Herniation*
- HDIH tipo 1: Herniación de disco intervertebral *Hansen* tipo 1
- HDIH tipo 2: Herniación de disco intervertebral *Hansen* tipo 2
- MRI: *Magnetic Resonance Imaging*
- NAV: Nómina Anatómica Veterinaria
- PVE: Plexo Venoso Externo
- PVED: Plexo Vertebral Externo Dorsal
- PVEV: Plexo Vertebral Externo Ventral
- PVIV: Plexo Vertebral Interno Ventral
- PVV: Plexo Venoso Vertebral
- RM: Resonancia magnética
- SNC: Sistema Nervioso Central
- TAC: Tomografía axial computarizada
- VB: Venas Basivertebrales
- VE: Venas Extravertebrales
- VI: Venas Intervertebrales
- VIVP: *Ventral Internal Vertebral Plexus*
- VVP: *Vertebral Venous Plexus*

RESUMEN

El objetivo de la presente monografía, fue actualizar la anatomía del Plexo Venoso Vertebral (PVV) del perro y describir los principales aspectos anatómicos de relevancia clínico-quirúrgica de esta red de vasos venosos sanguíneos y asimismo evaluar el cumplimiento de la Nomenclatura Anatómica Veterinaria (NAV) actual, por parte de los autores que hacen referencia a esta estructura.

Se realizaron búsquedas electrónicas utilizando 9 bases de datos, donde se revisaron un total de 49 fuentes bibliográficas. De éstas, 20 correspondieron a artículos científicos. El criterio de exclusión fue el de publicaciones con más de 10 años de antigüedad, con excepción de libros de anatomía veterinaria de referencia base y además publicaciones que no estuvieran escritos en inglés, español o portugués.

En general, en la literatura revisada, existió consenso de cuáles son los componentes del PVV, junto con una escueta descripción de éste. El componente del PVV que es más ampliamente descrito y con mayor dimensión es el Plexo Vertebral Interno Ventral (PVIV). La función de retorno venoso sanguíneo alternativo hacia el corazón es la más nombrada. La no existencia de válvulas en el PVIV, pudiese ser una condición promotora para la metástasis tumoral a través del PVV. Las anomalías del PVV detectadas por Resonancia Magnética (RM), entregan argumentos en apoyo para realizar el diagnóstico de Espondilomielopatía Cervical (EMC), Herniación de Disco Intervertebral *Hansen* tipo 1 (HDIH tipo 1) y *Hansen* tipo 2 (HDIH tipo 2) en el perro. La hemorragia del PVV que ocurre en las cirugías de columna vertebral, representa un peligro no despreciable para la vida del paciente.

Con respecto a lo revisado y discutido, se puede concluir que: i) a pesar de la escasa descripción anatómica del PVV se pudo comprender cómo éste está compuesto ii) el nivel de evidencia que avala las distintas capacidades funcionales del PVV es bajo, no obstante, la información de la presentación de la hemorragia del PVV en las distintas cirugías es mayor iii) contrario al bajo conocimiento de los distintos aspectos fisiológicos del PVV y la implicancia clínica de éste, se pudo comprender las diferentes patologías asociadas a esta estructura y iv) las variadas referencias bibliográficas consultadas no respetaron la NAV actual para describir al PVV.

La presente revisión bibliográfica es el primer intento de proporcionar una descripción detallada de la anatomía del PVV y de cómo está implicado en los mecanismos fisiológicos y en las patologías asociadas al sistema nervioso. Anteriormente Gómez y Freeman (2003), describieron la anatomía de esta estructura, pero no profundizaron en las patologías asociadas a ella, ni en la explicación fisiopatológica de las funciones que se le atribuyen.

Palabras claves: Plexo Venoso Vertebral, Plexo Vertebral Interno Ventral, Plexo Vertebral Externo, Seno Venoso Vertebral, Drenaje venoso vertebral, Mielopatías, Cirugías Vertebrales, Fracturas Vertebrales.

ABSTRACT

The objective of this monograph was to update on the anatomy of the Vertebral Venous Plexus (VVP) of the dog and to describe the main anatomical aspects of clinical and surgical relevance of this network of venous blood vessels as well as to evaluate compliance with the current *Nomina anatomica veterinaria* (NAV) by the authors who refer to this structure.

Electronic searches were carried out using 9 databases, where a total of 49 bibliographic sources were reviewed. Of these, 20 consisted of scientific articles. The exclusion criterion was publications older than 10 years, with the exception of veterinary anatomy reference books and publications that were not written in English, Spanish or Portuguese.

In general, in the literature reviewed, there was consensus on what the components of the VVP are, along with a brief description of the VVP. The most widely described and largest component of the VVP is the Ventral Internal Vertebral Plexus (VIVP). The function of alternative venous blood return to the heart is the most frequently named. The absence of valves in the VIVP may be a promoting condition for tumor metastasis through the VVP. The abnormalities of the VVP detected by Magnetic Resonance Imaging (MRI), provide arguments in support of the diagnosis of Cervical Spondylomyelopathy (CSM), Hansen type 1 (HID type 1) and Hansen type 2 (HID type 2) Intervertebral Disc Herniation in the dog. The VVP hemorrhage that occurs in spinal surgeries represents a non-negligible danger to the patient's life.

With respect to what was reviewed and discussed, it can be concluded that: (i) despite the scarce anatomical description of the VVP it was possible to understand how it is composed (ii) the level of evidence supporting the different functional capabilities of the VVP is low, however, the information on the presentation of VVP hemorrhage in different surgeries is higher (iii) contrary to the low knowledge of the different physiological aspects of the VVP and the clinical implication of it, it was possible to understand the different pathologies associated to this structure and (iv) the varied bibliographic references did not respect the current VAN to describe the VVP.

The present literature review is the first attempt to provide a detailed description of the anatomy of the PVV and how it is involved in physiological mechanisms and pathologies associated to the nervous system. Previously Gómez and Freeman (2003) described the anatomy of this structure but did not delve into the pathologies associated with it nor into the physiopathological explanation of the functions attributed to it.

Keywords: Vertebral Venous Plexus, Ventral Internal Vertebral Plexus, External Vertebral Plexus, Vertebral Venous Sinus, Vertebral Venous Drainage, Myelopathies, Vertebral Surgeries, Vertebral Fractures.

INTRODUCCIÓN

En la última década, la medicina veterinaria se viene desarrollando de gran manera. Esto sin duda, va de la mano con las demandas que nacen de los propietarios de los pacientes, que exigen una medicina integral y de calidad para sus mascotas. Esto conlleva a generar diagnósticos precisos y la terapéutica más adecuada, por parte de los médicos veterinarios.

En nuestro país, la neurocirugía veterinaria ha experimentado un desarrollo bastante destacado. Esto ha repercutido en la implementación de centros veterinarios especializados en esta área. Además, ha generado la necesidad que médicos veterinarios, dedicados a esta especialidad, busquen una continua actualización y una profundización mayor en los conocimientos entregados en el pregrado, como anatomía, fisiología, anestesiología, imagenología y cirugía, entre otros.

La neurocirugía trata las afecciones neurológicas que requieren un abordaje quirúrgico, como, por ejemplo: hernias discales protruidas, fracturas vertebrales, neoplasias en médula espinal o encéfalo. A su vez, actúa en la realización de técnicas diagnósticas de neuroimagenología, como mielografías y epidurografías.

Esta especialidad precisa por parte del cirujano, una familiarización de las principales estructuras anatómicas involucradas y, de esta manera, reducir el porcentaje de complicaciones intraoperatorias, y así, aumentar las probabilidades de éxito terapéutico.

En la cirugía de columna se ha descrito que, una de las principales complicaciones que se presentan, es la hemorragia al dañar el Plexo Venoso Vertebral (PVV), lo que ocasiona una mayor probabilidad de fracaso terapéutico.

El PVV es una red de vasos venosos que se extiende a lo largo del canal vertebral. Cumple diversas funciones, como es el drenaje venoso de la médula espinal, entre otros, y además

constituye una ruta alternativa de retorno venoso sanguíneo desde el cuerpo al corazón. Igualmente tiene participación en diversas patologías del sistema nervioso.

Ante esta situación, y el hecho de sólo disponer de información antigua sobre el tema, el objetivo de la presente memoria de título, fue realizar una revisión bibliográfica actualizada sobre la anatomía del PVV del perro, en donde se visualizaron los principales aspectos anatómicos de relevancia clínica-quirúrgica de esta estructura.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Anatomía de la Columna Vertebral:

La columna vertebral encierra y protege la médula espinal. Tiene una función de apoyo con respecto a la estática y dinámica del cuerpo del animal. Para eso, la estabilidad está asegurada por las vértebras individuales, y la elasticidad, así como la flexibilidad, por las sínfisis intervertebrales y las articulaciones vertebrales (Budras *et al.*, 2007a). Además, actúa como un elemento flexible, ligeramente compresible, a través de la cual se transmite la fuerza de propulsión generada por los miembros pélvicos al resto del cuerpo (Evans *et al.*, 2020a).

Todas las vértebras, excepto las vértebras sacrales, permanecen separadas y articuladas con vértebras contiguas en la formación de articulaciones móviles (Evans *et al.*, 2020a).

La columna vertebral consiste en aproximadamente 50 huesos irregulares, las llamadas vértebras. Éstas están dispuestas en 5 grupos: cervicales, torácicas, lumbares, sacrales y caudales (Evans *et al.*, 2020a).

El perro presenta 7 vértebras cervicales, 13 torácicas, 7 lumbares, 3 sacrales (fusionadas) y alrededor de 20 vértebras caudales. La variación más común es la reducción a 6 vértebras lumbares (Dyce *et al.*, 2010a).

Una vértebra tipo está formada por un cuerpo y un arco, consistiendo este último en 2 pedículos y varios procesos para la inserción muscular o articular, que pueden incluir los procesos transversos, espinoso, articulares, accesorios y mamilares (Evans y De La Hunta, 2010a). El foramen vertebral es el espacio entre el cuerpo y el arco. El canal vertebral está formado por los forámenes vertebrales en serie y los tejidos blandos que se extienden entre el arco vertebral adyacente y los cuerpos. Éste contiene la médula espinal con su *cauda equina* (Budras *et al.*, 2007b).

Meninges y Médula Espinal:

El cerebro y la médula espinal están cubiertos por 3 membranas de tejido conectivo, las meninges. La duramadre o paquimeninge, es la más gruesa y externa de éstas (Evans y De La Hunta, 2010b). Forma un cilindro que rodea la médula espinal, y a través de extensiones laterales, ella y las otras capas meníngeas, cubren las raíces espinales de la médula espinal (Evans *et al.*, 2020b). La duramadre de la médula espinal está separada del revestimiento periostiforme del canal medular, el endorraquis, por un espacio intermedio, la cavidad epidural. Dentro de este espacio epidural existe tejido adiposo y además se encuentran conductos venosos de grandes dimensiones (Dyce *et al.*, 2010b). A medida que la médula espinal se acerca al tallo cerebral, la duramadre se adhiere al periostio y a la membrana atlantoccipital a nivel de la primera o segunda vértebra cervical (Evans y De La Hunta, 2010b).

La piamadre y la aracnoides (también llamadas leptomeninges), son las otras 2 cubiertas de tejido conectivo del sistema nervioso central (SNC). La piamadre es la meninge más profunda y vascular, está unida a las células gliales y así se adhiere a la superficie externa del tejido nervioso (Evans *et al.*, 2020b). La aracnoides, en el animal vivo, está unida a la duramadre y envía delicadas trabéculas a la piamadre. El espacio entre la aracnoides y la piamadre es el espacio subaracnoideo, por donde circula el líquido cerebroespinal (Evans y De La Hunta, 2010b).

Anatomía del Plexo Venoso Vertebral del Perro:

En toda la extensión de la columna vertebral de los animales mamíferos se halla un sistema de venas denominado Plexo Venoso Vertebral (PVV). A esta red venosa también se le denomina como: sistema venoso vertebral, plexo venoso epidural, plexo perivertebral de *Batson*, plexo perimedular y plexo venoso epidural prevertebral, entre otros (Caballero *et al.*, 2012). Está compuesto por las Venas Basivertebrales (VB), Plexo Vertebral Externo (PVE) y Plexo Vertebral Interno Ventral (PVIV) (Constantinescu, 2018). Las paredes del PVIV son delgadas, no tienen válvulas, y se extienden a lo largo del canal vertebral (Tobinick, 2010).

Por el contrario, König y Liebich (2011), señalan que los plexos venosos ubicados por fuera de la columna vertebral, es decir, PVE, VB y Venas Extravertebrales (VE), poseen válvulas.

El PVE está formado por una porción dorsal y ventral, y está ubicado por fuera del canal vertebral, alrededor de la columna vertebral (Tobinick, 2010) (Figura 1). El Plexo Vertebral Externo Dorsal (PVED), está formado por las anastomosis entre las venas interespinosas e intervertebrales adyacentes ipsi y/o contralateral. Este plexo está más desarrollado en la región cervical y torácica craneal. Tributarias de las venas epiaxiales profundas y superficiales también participan en las anastomosis. El Plexo Vertebral Externo Ventral (PVEV), no es muy desarrollado en el perro. Algunas venas que se unen a las venas intervertebrales (VI), se conforman por anastomosis que se ubican ventralmente a los cuerpos vertebrales. En las regiones cervical y lumbar, varias tributarias subvertebrales se unen para formar vasos medianos y largos que entran a una VI (Evans y De La Hunta, 2013).

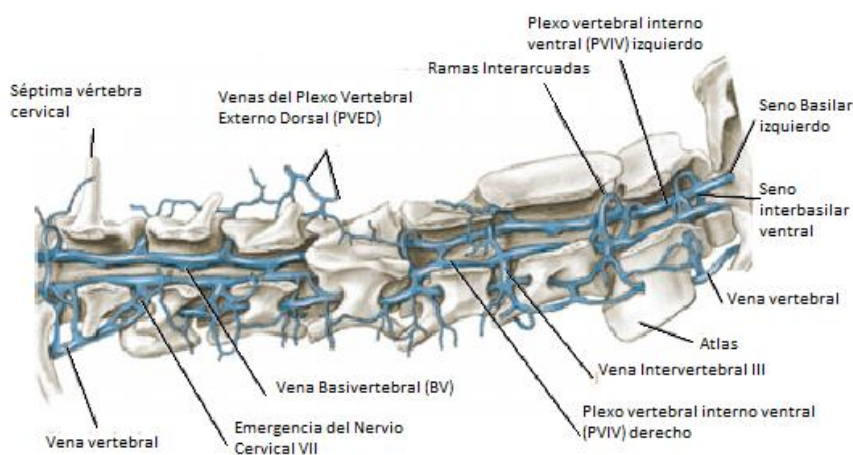


Figura 1. Vista lateral del Plexo Venoso Vertebral del perro a nivel cervical, donde se realizó una trepanación de los pedículos vertebrales (Evans y De La Hunta, 2013).

En el perro, el PVIV fue anteriormente llamado seno vertebral. Se conforma por una pareja de venas que se ubican en el piso del canal vertebral: una hacia el lado izquierdo y la otra hacia el lado derecho de este canal. Se acercan entre sí a nivel de los cuerpos vertebrales y se alejan a la altura de los forámenes intervertebrales (Figura 2) (Evans *et al.*, 2020c). De esta manera, esta pareja de vasos venosos, generan una configuración en forma de escalera (König y Liebich, 2020). Nacen en el piso del canal vertebral, cubiertos por la grasa epidural, y se extienden desde el cráneo hasta las vértebras caudales. Dentro del arco del atlas, se originan como continuación de los senos basílicos, y estos vasos venosos pueden tener la apariencia de ampollas. Su diámetro se reduce a nivel de la unión de la última

vértebra cervical y la primera torácica, y permanecen constantes hasta el nivel de la cuarta o quinta vértebra lumbar. Caudal a este nivel, los 2 vasos venosos del PVIV disminuyen en tamaño y se pueden fusionar dentro de la cuarta a sexta vértebra caudal, o terminar como vénulas finas en la musculatura de la cola. Asimismo, a lo largo de esta porción caudal del PVIV, son frecuentes las anastomosis entre sus 2 vasos venosos. El PVIV, al interior del canal vertebral, percibe sangre que confluye de las anastomosis que proceden tanto dorsal y ventralmente desde la médula espinal. Este plexo se drena segmentariamente, a través de las VI, que corren junto a las raíces nerviosas al salir de los agujeros intervertebrales a cada lado de las vértebras (Figura 3). Estas VI comunican el PVIV con las VE (Evans y De La Hunta, 2013).

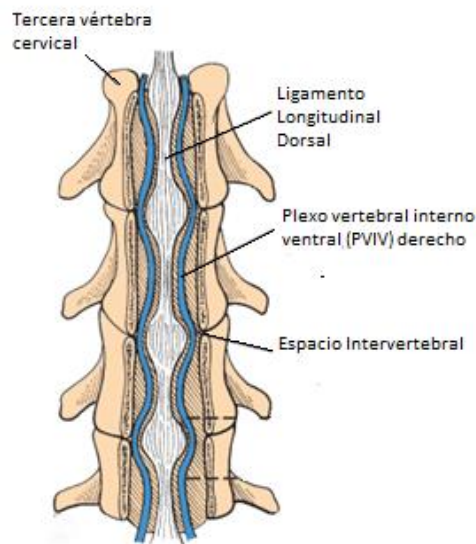


Figura 2. Vista dorsal del Plexo Venoso Vertebral del perro a nivel cervical, donde se retiró el arco de cada vértebra (Fossum, 2019).

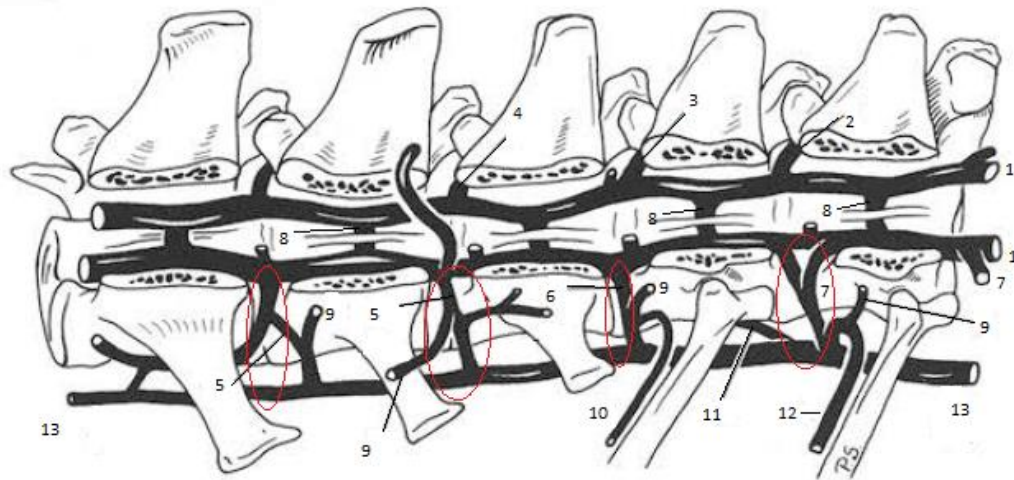


Figura 3. Vista lateral del Plexo Venoso Vertebral del perro a nivel lumbar, donde se retiró el arco de cada vértebra. 1.- Plexo Vertebral Interno ventral (PVIV). 2, 3, 4, 5, 6, 7.- Venas Intervertebrales (VI). 8.- Venas Basivertebrales (VB). 9.- Plexo Vertebral Externo Dorsal (PVED). 10.- Vena Costoabdominal Dorsal. 11.- Vena Hemicigos izquierda. 12.- Vena Intercostal Dorsal. 13.- Vena Ácidos derecha. Se destaca en la porción dorsal de los círculos rojos la emergencia de las Venas Intervertebrales a través de los forámenes intervertebrales y de esta manera unen el Plexo Vertebral Interno Ventral con las Venas Extravertebrales (Adaptado de Constantinescu, 2018).

Las VI se localizan a la salida de cada foramen intervertebral. Generan comunicación entre las VE y el PVIV. Estas VE son las grandes venas adyacentes al PVV; algunas son por ejemplo la Vena Cava Caudal y la Vena Ácidos (Dyce *et al.*, 2018). En las primeras porciones de la columna vertebral las VI son únicas hacia el lado derecho e izquierdo de cada vértebra. Sin embargo, la mayor cantidad de estas VI son dobles. Donde la porción caudal de éstas VI se ubica en la incisura vertebral caudal y la porción craneal en la incisura vertebral craneal de la vértebra colindante. Cuando éstas son dobles, la emergencia de las raíces de los nervios espinales se encuentra entre ambas partes, o estas raíces pueden estar rodeadas, a nivel de los agujeros intervertebrales, por las anastomosis dorsales y ventrales de estas VI dobles. De esta manera, un colchón venoso formado por estas VI, rodean las raíces nerviosas en su emergencia por los agujeros intervertebrales. Esto también puede incluir al ganglio espinal. Esta disposición, es a menudo encontrada, en algunos segmentos caudales, como también la región cervical y torácica (Evans *et al.*, 2020c).

Por ello, estas VI toman los nombres y números del agujero intervertebral, por el cual surgen con excepción de las dos primeras VI sacrales, que hacen su paso por medio de los 2 forámenes sacrales ventrales a cada lado (Evans *et al.*, 2020c).

Dado esta situación, se van configurando Anastomosis Extravertebrales (AE), que consisten en la unión entre estas VI con las VE. Las AE más importantes son las siguientes (Tabla 1) (Evans *et al.*, 2020c):

Tabla 1. Anastomosis Extravertebrales (Evans *et al.*, 2020c).

Vena Intervertebral	Agujero Intervertebral por donde emerge	Vena Extravertebral con la que se anastomosa
Cervical I	VIII	Vena Vertebral
Torácica I, II y III	No se hace mención	Vena Costocervical y Torácica Vertebral
Torácica IV (del lado derecho)	Lumbar III derecho	Vena Ácigos
Torácica IV (del lado izquierdo)	No se hace mención	El 50% con Vena Torácica Vertebral
Torácica IV o V (del lado izquierdo)	Torácica IX o X	Vena Ácigos
Torácica IX o X (del lado izquierdo)	Torácica III izquierda	Vena Hemiacigos
Lumbar IV y V	Torácica V y VI respectivamente	Vena Cava Caudal
Lumbar VI y VII	No se hace mención	Vena Ilíaca Interna, Vena Ilíaca Común o la Vena Cava Caudal
Lumbar VII	No se hace mención	Vena Ilíaca Interna
Sacral I	Sacral II	Vena Glútea Craneal
Sacral II	Sacral III	Vena Pudenda Interna
Caudal I	Caudal IV	Vena Sacra Mediana y Vena Ilíaca Interna

El PVIV se comunica con el PVED por las ramas interarcuales, que a menudo están incompletas entre la quinta y séptima vértebra cervical, como también entre la novena vértebra torácica y la séptima lumbar. El PVIV está más desarrollado a nivel de la primera y segunda vértebra cervical (Evans y De La Hunta, 2013).

Las VB son usualmente tributarias emparejadas, que surgen dentro de los cuerpos vertebrales o desde los tejidos blandos ventrales a las vértebras, o desde las anastomosis con las venas paravertebrales. Se proyectan dorsalmente a través de los canales óseos de los cuerpos vertebrales, y desde allí, se unen al PVIV (Figura 4). En la región cervical, éstas emergen en el PVEV, por medio de una anastomosis con las tributarias musculares de las venas vertebrales dentro del músculo largo del cuello. En algunos segmentos craneales de la región torácica las VB no son evidentes. Estas VB son pares usualmente, y se conectan con las venas lumbares por medio del PVIV. Las vértebras sacrales y caudales usualmente no tienen VB (Evans y De La Hunta, 2013).

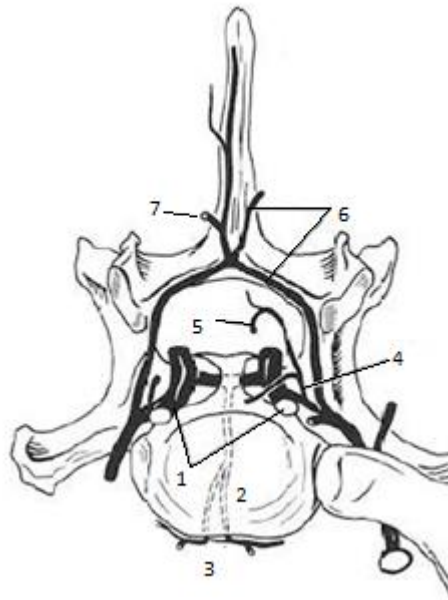


Figura 4. Vista transversal de una vértebra lumbar aislada donde es posible visualizar las Venas Basivertebrales proyectándose desde la porción ventral del cuerpo vertebral para luego unirse al Plexo Vertebral Interno Ventral. 1.- Plexo Vertebral Interno Ventral (PVIV). 2.- Venas Basivertebrales (VB). 3.- Plexo Vertebral Externo Ventral. 4.- Ramas Espinales. 5.- Venas Espinales. 6.- Ramas Interarcuales. 7.- Plexo Vertebral Externo Dorsal (Adaptado de Constantinescu, 2018).

Aspectos anatómico-funcionales del PVV:

Funciones fisiológicas del PVV

Ariete (2013) y Rojas (2016), señalan que el PVV cumple variadas funciones, entre ellas se encuentran el drenaje venoso de la médula espinal, la termorregulación de esta misma y la capacidad de amortiguar impactos. Destacando dentro de estas funciones, como las principales, la de drenaje venoso de la médula espinal, músculos cercanos a la columna vertebral, cuerpos vertebrales, meninges y sus alrededores. Además, se le ha descrito como una vía alternativa muy relevante de retorno venoso hacia el corazón (Rojas, 2016). Asimismo, Kumar (2015) indica que, el PVV puede proveer un *bypass* para el retorno sanguíneo desde los miembros pélvicos y órganos abdominales si la Vena Cava Caudal es bloqueada, y tiene este mismo mecanismo de regreso sanguíneo durante los aumentos transitorios de presión intraabdominal inducidos por la tos, la micción y la defecación.

Esta ruta alternativa de retorno sanguíneo hacia el corazón también se vería reflejada, según señala Kumar (2015), en el escenario imaginario en el que una adrenalectomía derecha genera un daño a la Vena Cava Caudal y la única opción que le queda al cirujano es ligar la vena caudal, craneal al lugar donde se une a las venas renales.

König y Liebich (2020), señalan que las VE por medio de la anastomosis con el PVV, pueden servir como *bypass* para el drenaje venoso, cuando se produce una obstrucción de la vena yugular externa. Más aún, cuando se produce la ligadura de ambas venas yugulares externas, el PVV permite que la sangre regrese a la circulación sistémica (Kumar, 2015).

En este mismo contexto es interesante de destacar lo que señala Salazar (2017), que en el Síndrome de Dilatación Vólvulo Gástrico (DVG), a medida que el estómago se dilata, se ejerce presión sobre la Vena Cava Caudal y luego la sangre se deriva a través de los senos vertebrales ventrales (PVV), hacia la Vena Ácigos y luego a la Vena Cava Craneal. De este modo, el organismo trata de compensar el aumento de presión intraabdominal en forma inicial y la disminución del retorno venoso hacia la Vena Cava Caudal por medio del PVV y de la Vena Ácigos, que, sin embargo, cuando empeora este síndrome, no alcanza este

objetivo (Santalucia *et al.*, 2012). Por ello, los senos vertebrales (PVIV), a través de este mecanismo, enmascaran los signos clínicos del DVG en forma muy inicial del cuadro clínico (Povea, 2019¹).

Igualmente, como el retorno venoso a través de la Vena Cava Caudal y de la circulación portal está disminuido, será difícil para el ventrículo derecho suministrar la sangre necesaria para la oxigenación (Salazar, 2017), y de esta forma se agravará el cuadro respiratorio (Barbosa *et al.*, 2013).

También, Hoogland *et al.*, (2012), mencionan que el PVIV permite disminuir el efecto de la temperatura extrema en la médula espinal. Esta capacidad termorreguladora cobra gran importancia, porque las variaciones de temperatura pueden causar graves daños en la función del SNC. El hecho de que existan válvulas en las paredes de las VI, podría explicar este mecanismo de termorregulación del PVIV. De manera que se protege al PVIV contra la entrada de flujo sangre de mayor temperatura que proviene desde varios grupos musculares que estas venas drenan.

Experimentos en perros, gatos, conejos, y palomas, mostraron que el enfriamiento de la médula espinal en 1,58°C causó temblores en el animal incluso sometidos a temperaturas ambientales tan altas como 30°C. Desapareciendo los temblores, cuando la temperatura de la médula espinal volvió a la normalidad (Hoogland *et al.*, 2012).

¹POVEA, M. 2019. Jefe de Cirugía en Santa Lucía Veterinary Teaching Hospital, Perú.
[Comunicación Personal]

Patologías asociadas al sistema nervioso donde está involucrado el PVV

El PVV se ha encontrado implicado en diversas patologías asociadas al sistema nervioso. Es así como, en el canino se han reportado hematomas en el PVIV, producto de: mielopatía cervical, mielopatía cervical estenótica, estenosis lumbosacra. Además, se describen malformaciones arteriovenosas de este plexo (Rojas, 2016).

Vernon *et al.* (2017), señalan que se han descrito 6 casos de aneurismas venosos de este plexo, una malformación angioectática lumbosacra, malformaciones arteriovenosas de las regiones cervical y toracolumbar, un hamartoma intramedular.

Adicionalmente, un reciente estudio en perros de raza Gran Danés, reporta que la visibilidad del PVIV en Resonancia Magnética (RM), a nivel cervical es significativamente reducida cuando están afectados por Espondilomielopatía Cervical (EMC), comparada con Gran Daneses que no estaban afectados por esta patología (Martin-Vaquero y Da Costa, 2014).

La EMC, se conoce además como Estenosis Cervical Caudal o Síndrome de Wobbler, esto es una afección neurológica que ocurre en la columna vertebral cervical en perros de razas grandes como el Gran Danés y Doberman. Consiste en una malformación y/o mal articulación vertebral en el área cervical de la columna vertebral y genera compresiones estáticas y dinámicas de la médula espinal cervical. Tiene 2 formas de presentaciones clínicas comunes. Por un lado, en los perros de raza grande como en los Gran Daneses jóvenes la EMC se presenta con malformaciones óseas (deformidad de los procesos articulares, estenosis del canal vertebral) y por otro lado, en perros Doberman viejos se manifiesta por afecciones que se asocian a hernia discal, siendo esta presentación la más común (Da Costa, 2010). La signología clínica que exhiben más comúnmente los pacientes afectados por esta EMC son ataxia, debilidad del tren posterior, propiocepción consciente reducida y cojera del miembro torácico (Da Costa, 2010).

Kumar (2015), indica que el PVIV podría ser conductor en la diseminación de enfermedades entre órganos remotos y sugiere que la metástasis del osteosarcoma y otros tumores del

SNC se podrían diseminar por medio de este plexo; por ejemplo, los tumores prostáticos pueden metastatizar dentro del canal vertebral vía interconexiones entre las Venas Ilíacas Internas y las VI.

Mielopatías de la médula espinal y PVV:

La mielopatía es un término inespecífico que representa patologías que resultan en signos de disfunción de la médula espinal. Estas patologías se presentan en forma aguda y crónica. Las agudas generalmente son la Herniación de Disco Intervertebral *Hansen* tipo 1 (HDIH tipo 1), la mielopatía fibrocartilaginosa embólica y traumas. Por otro lado, las mielopatías crónicas que causan signos insidiosos, están representados por neoplasias de la médula espinal, Síndrome de cauda equina, EMC y la Herniación de Disco Intervertebral *Hansen* tipo 2 (HDIH tipo 2) (Coates, 2020).

En cuanto a las mielopatías, Vernon *et al.* (2017), realizaron un estudio retrospectivo entre agosto de 2002 y febrero de 2013 en el Hospital Clínico Veterinario de la Universidad de Glasgow donde se revisaron 92 RM de columna vertebral hechas a perros, encontrando que en el 12% (11 perros), se evidenció dilatación de uno o más componentes del PVV, donde la signología mostrada en estos pacientes fue: 8 perros que presentaron dolor cervical, 4 ataxia, 3 paresia y 3 cojera. Interesantemente, se encontró que la principal anomalía visualizada por RM fue la dilatación del PVIV en forma unilateral (10/11 perros) y en menor medida bilateralmente (1/11 perros), concentrándose estas anomalías en el lado izquierdo del PVV, y que, en 7 de estos 11 perros, la localización anatómica de ésta pudo, explicar uno o todos los signos clínicos neurológicos exhibidos por el paciente.

Rhue *et al.*, (2017), exponen un caso de hembra canina de 10 años de edad, esterilizada, mestiza, que se presentó a consulta por hiperestesia cervical y tetraparesis, luego se decidió realizar RM enfocada en cerebro y médula espinal cervical, identificando una lesión compresiva extradural, sobre el cuerpo de la segunda vértebra cervical, causada por una dilatación marcada de los senos venosos vertebrales (PVIV). Seguido a esto, se administró medio de contraste en ambos PVIV, que demostró un realce de captación de contraste en forma heterogénea a nivel cervical, que fue consistente con la formación incompleta de un

trombo. Este es el primer reporte de dilatación del PVIV, generando compresión medular, hiperestesia cervical y tetraparesis en un perro. Por ello dichos autores indican que la dilatación del PVIV, secundario a la formación de un trombo, debería ser considerado como un diagnóstico diferencial en pacientes que exhiben tetraparesis e hiperestesia cervical.

Espino *et al.*, (2012), reportan un caso de una perra hembra de 5 años, raza Lebrei, que se presentó a evaluación neurológica con una historia de marcha anormal en los miembros pélvicos. El examen clínico mostró; paraparesia moderada con ataxia moderada de los miembros pélvicos, reacciones posturales disminuidos en miembros pélvicos y dolor moderado cuando se palpó a nivel de la columna torácica. Se neurolocalizó la afección en el segmento toracolumbar (T3-L3), y luego se decidió realizar Tomografía Axial Computarizada (TAC), de la cual se concluyó un diagnóstico presuntivo de mielopatía, causando compresión medular secundaria a una dilatación del plexo venoso epidural (PVIV), donde se sugirió que la causa primordial fue una malformación congénita del PVIV.

Asimismo, Morabito *et al.*, (2017), describen un caso de un perro Pastor Alemán con una historia clínica de paraparesis progresiva. Aquí se produjo una compresión medular crónica a nivel de la primera vértebra lumbar a causa de una congestión del PVIV. Esta congestión se generó gracias a la presencia de fístulas arteriovenosas, ubicadas en el espacio epidural, que desencadenó un incremento de la presión venosa medular y consecuentemente la congestión del PVIV.

Actualmente, se estima que el PVV, pareciera tener una participación en la mielopatía fibrocartilaginosa embólica (De Risio y Platt, 2010), esto es, una mielopatía isquémica causada por un émbolo de fibrocartílago que ocluye la vasculatura en la médula espinal (Garavito y León, 2015). Existen varias teorías para explicar esto y una de las más aceptadas es la entrada de material herniado al PVV y esto ocurriría cuando se produce tanto HDIH tipo 1 y HDIH tipo 2, donde parte de este material entra en la médula ósea en los canales sinuosos de los cuerpos vertebrales, con el subsecuente ingreso retrógrado de material dentro de las VB y PVIV (De Risio y Platt, 2010; Dörner *et al.*, 2015).

Forma de circulación sanguínea del PVV y metástasis tumoral:

La éstasis venosa, que se puede producir en las VE, se puede atribuir por ejemplo a causa de un tumor, esto determina que la sangre al retornar hacia el corazón deba tomar un camino colateral, a través, del PVV (König y Liebich, 2020). En el PVIV, la sangre fluye muy lentamente y por momentos el flujo llega a detenerse. Además, la continuidad de este sistema venoso (PVV) o la ausencia de válvulas que podría tener en toda su extensión, permite que las bacterias o las células tumorales viajen desde el tórax o abdomen hacia a la cabeza o viceversa. Por ejemplo, el esfuerzo abdominal puede producir un gradiente de presión dentro del PVV, capaz de conducir la sangre desde un órgano abdominal como el riñón hacia el PVIV. Para esto, inicialmente existe un flujo contra las válvulas que están en las VI conectando el PVIV con la Vena Cava Caudal; sin embargo, durante este esfuerzo abdominal la presión aumenta aún más en estas venas y las distiende, y esto es evidentemente suficiente para que sus válvulas se hagan incompetentes. De esta manera, la sangre abdominal puede entonces entrar al PVIV y viajar hacia la cabeza, o drenar en la Vena Vertebral o en la Vena Ácigos en el tórax. De esta forma, los microorganismos de un riñón infectado pueden llegar a la cabeza, cuello o tórax (Skerritt, 2018).

El hecho de que la velocidad de circulación sanguínea del PVIV se encuentre enlentecida, permite comprender por qué un germen patógeno o una célula tumoral presente en la sangre, puede anidar en estas regiones con mayor facilidad que en cualquier otro lado (König y Liebich, 2020). Asimismo, las rutas y el tipo de circulación del PVV, producen movimientos inesperados de infección o de células tumorales, fenómeno conocido como Embolismo Paradójico (Skerritt, 2018).

Sin embargo, Tobinick (2010), indica que este flujo inesperado sólo se ha podido comprobar en estudios donde no han incluido a perros. En estos experimentos con cadáveres humanos y monos vivos, donde gracias a moldes vasculares mediante la técnica de corrosión, disecciones anatómicas e inyecciones de contrastes radioopacos, observados en radiografías fijas o en serie, se demostró la continuidad del PVV desde la pelvis al cráneo, y se estableció que este PVV proporciona una ruta directa vascular para la propagación de tumores, infecciones o embolias, desde la pelvis o la médula espinal hacia el cerebro.

A pesar de esto, Ros *et al.*, (2018), reportan un caso de un perro macho de 10 años de edad, raza Bulldog Francés, que se presentó a consulta veterinaria neurológica presentando cuadros de *clusters* epilépticos continuos tónico-clónicos. Se neurolocalizó la lesión en la corteza frontal izquierda, luego se procedió a efectuar RM y TAC; la primera mostró una lesión poco definida, extensa, intra-axial, ocupante de espacio a nivel de los lóbulos temporal y parietal izquierdo y la segunda evidenció signos consistentes con diseminación metastásica. Lamentablemente el paciente se eutanasió y posteriormente se realizó un estudio histopatológico de cerebro, que reveló una metástasis de un carcinoma prostático dentro de un oligodendroglioma ubicado en la corteza frontal izquierda, lo que hace pensar que una posible vía de diseminación fue a través del PVIV.

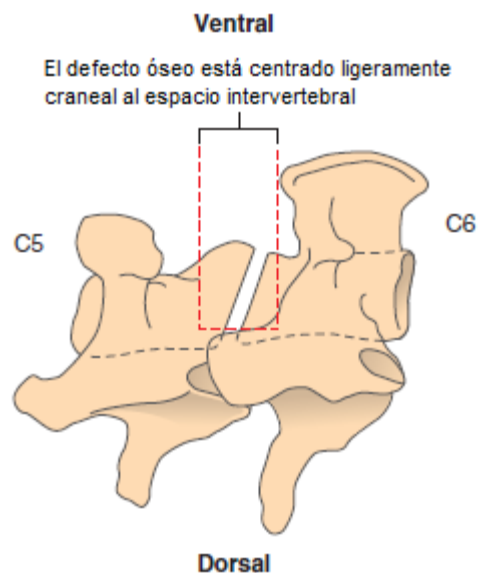
Relevancia del PVV en cirugías de la columna vertebral y en procedimientos diagnósticos neurológicos

Importancia en cirugías de columna vertebral:

El PVV también adquiere importancia clínica en caso de intervenciones quirúrgicas sobre territorios de la columna vertebral (König y Liebich, 2020). En estos procedimientos la hemorragia es una preocupación importante ya sea en pacientes sometidos a cirugías descompresivas de la médula espinal o de estabilización de la columna vertebral (Oliviera, 2012). En estas intervenciones se puede producir una lesión de este plexo que provoca hemorragias cuya detención o hemostasia puede ser sumamente laboriosa (König y Liebich, 2020).

Las cirugías descompresivas más utilizadas en la columna cervical son el *Slot ventral* y Laminectomía Dorsal. La técnica *Slot ventral* consiste en la creación de un defecto óseo en el aspecto ventral de un espacio intervertebral y la remoción de una sección del disco intervertebral correspondiente (Figuras 5 y 6A).

Figura 5. Vista lateral de la columna vertebral a nivel de las vértebras cervicales quinta y sexta donde se realizó un *Slot Ventral* y se ha removido una sección del disco intervertebral (Adaptado de Fossum, 2019).



Este proporciona una abertura reducida en la porción ventral del cuerpo vertebral, donde realizar una mayor apertura en forma lateral, caudal y craneal no es posible. Esto es debido al vasto PVIV que se encuentra muy próximo y para no generar inestabilidad entre las vértebras comprometidas en este procedimiento (Figura 6B) (Fossum, 2019).

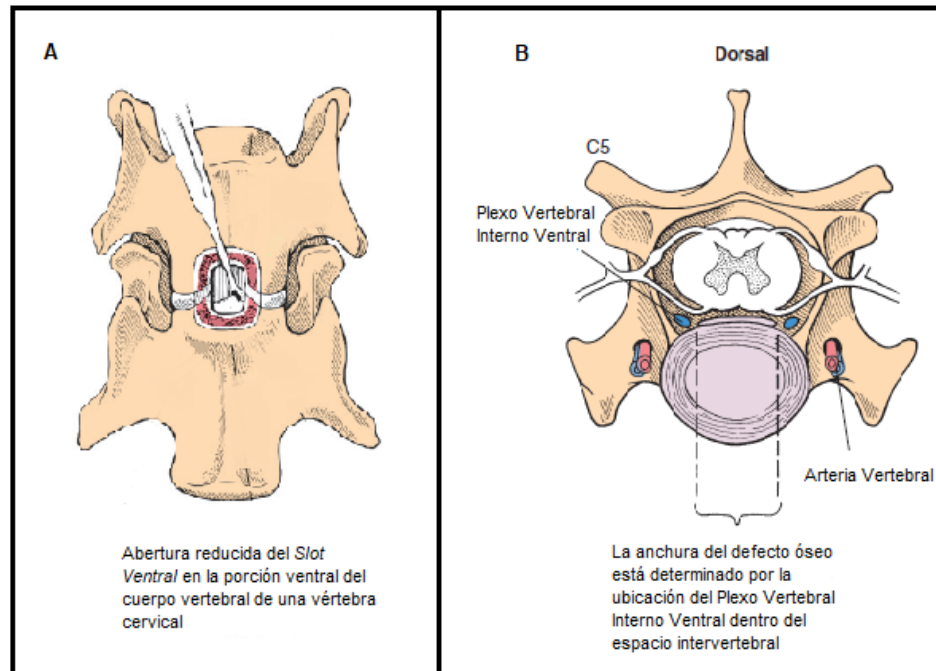


Figura 6. A: Vista ventral de la columna vertebral a nivel cervical donde se esquematiza el defecto óseo reducido del *Slot Ventral*. B: Sección transversal de la columna vertebral a nivel de la quinta vértebra cervical que muestra el Plexo Vertebral Interno Ventral y la Arteria Vertebral en relación con el disco intervertebral y la médula espinal; la anchura del defecto óseo está determinado por esta relación (Adaptado de Fossum, 2019).

En la Laminectomía Dorsal, el proceso espinoso y el ligamento amarillo son removidos (Figuras 7A, B y C) (Tobias y Spencer, 2012). Proporciona una amplia descompresión pero la probabilidad de generar una hemorragia grave del PVIV es mucho mayor. Ambas técnicas quirúrgicas son utilizadas para extracción de una masa tumoral en la médula espinal o en la extracción de material discal extruido derivado de HDIH tipo 1 y HDIH tipo 2 (Fossum, 2019).

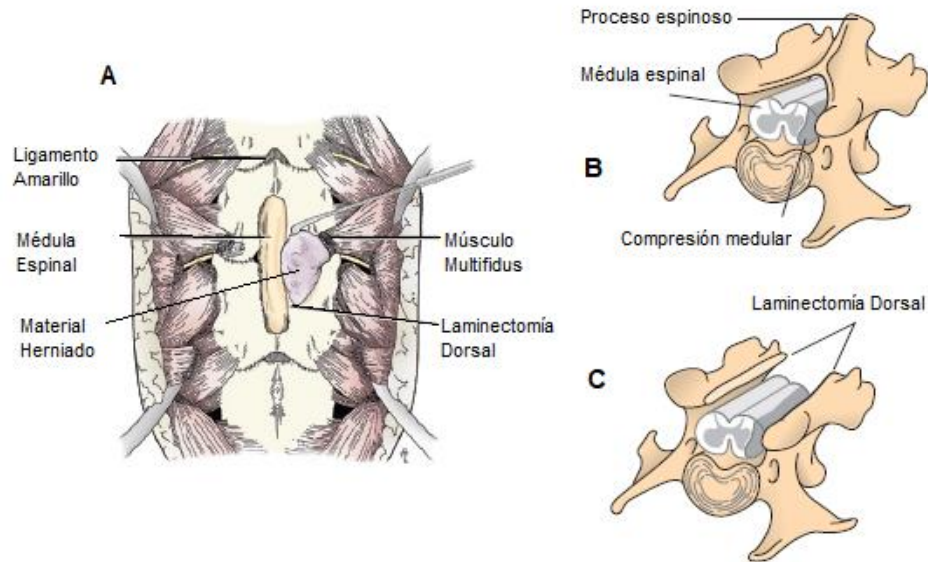


Figura 7. A: Vista dorsal de una ventana de Laminectomía Dorsal a nivel de vértebras cervicales donde se aprecia la médula espinal, el ligamento amarillo y el material discal herniado. B: Vista caudolateral de una vértebra cervical donde se representa en la zona más gris de la médula espinal una compresión medular. C: Representación de la ventana de Laminectomía Dorsal una vez retirados el proceso espinoso y el ligamento amarillo (Adaptado de Fossum, 2019).

Rossmeisl *et al.*, (2013), grafican la importancia de esta hemorragia del PVV, en un estudio retrospectivo donde se analizaron las complicaciones intraoperatorias en 546 perros sometidos a *Slot ventral* en la región cervical para extracción de material discal extruido debido a HDIH tipo 1. Observando que 103 perros presentaron algún tipo de hemorragia intraoperatoria, en 89 de éstos, estas hemorragias se atribuyeron a un daño al PVV, identificándose en 4 de estas hemorragias al PVIV como causante del sangramiento. Vale destacar, que 5 perros que presentaron hemorragia del PVV, necesitaron transfusión sanguínea, en el momento del procedimiento quirúrgico, donde el hematocrito promedio preoperatorio de estos fue de 43% y antes de la transfusión de 21%. Todo esto considerando que el valor de referencia del hematocrito en perros fluctúa entre el 37% y 55% (Kaneko *et al.*, 2008).

En la región toracolumbar, las 2 técnicas quirúrgicas más utilizadas son la Laminectomía Dorsal y la Hemilaminectomía (Figuras 8A y B). Esta última consiste en la remoción unilateral de la lámina, proceso articular, y parte del pedículo vertebral. Describiéndose que en el 70% de las Hemilaminectomías se produce algún tipo de hemorragia del PVV (Fossum, 2019).

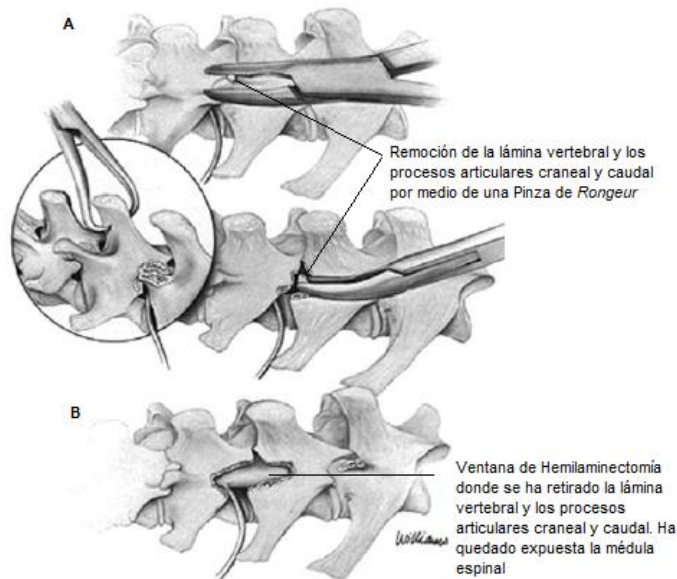


Figura 8. A: Vista lateral de un esquema de Hemilaminectomía toracolumbar, se representa la remoción de los procesos articulares craneal, caudal y de la lámina vertebral utilizando una pinza de Rongeur. B: Ventana de Hemilaminectomía y a través de esta es posible acceder a la médula espinal y retirar material discal herniado, coágulos de sangre o un tumor (Adaptado de Shores, 2017).

En la región lumbosacra se utiliza más comúnmente la Laminectomía Dorsal y en algunas ocasiones es necesario combinarla con una Foraminotomía o Facetectomía para generar una descompresión adicional (Bebchuk, 2017).

La Facetectomía consiste en la ampliación lateral de una Laminectomía Dorsal estándar extirpando parte de los procesos articulares (Figura 9) y en la Foraminotomía se amplían el tamaño de los forámenes intervertebrales (Figuras 10A y B) y es usada para aliviar la presión en las raíces nerviosas a nivel de la séptima vértebra lumbar (Bebchuk, 2017). Tanto en la Laminectomía Dorsal, Facetectomía y Foraminotomía la probabilidad de generar una hemorragia masiva del PVV es muy baja, debido a que en esta zona el volumen de los vasos del PVV, está muy reducido (Fossum, 2019).

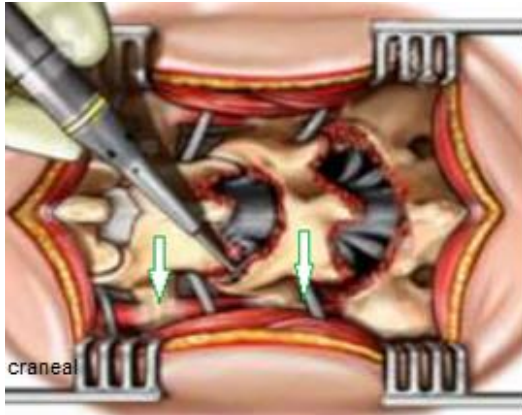


Figura 9. Vista dorsal de una Laminectomía Dorsal a nivel lumbosacro y además se ha realizado una Facetectomía que consiste en la extensión lateral de la ventana en dirección como lo indican las flechas verdes (Adaptado de Torres, 2019).

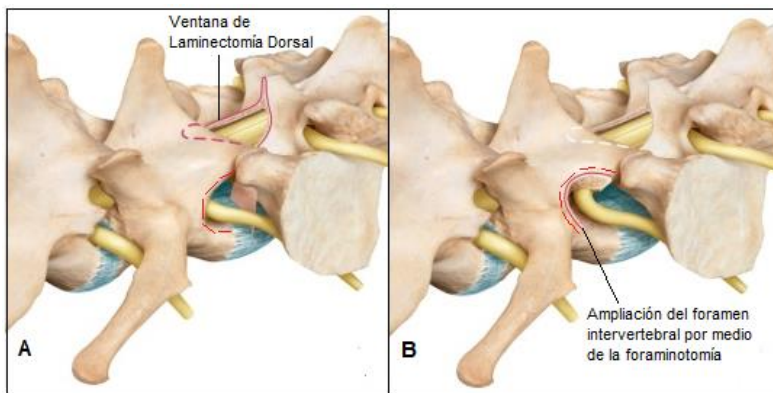


Figura 10. A: Vista lateral de una Laminectomía Dorsal a nivel lumbosacro, la línea roja punteada marca el borde del foramen intervertebral. B: Luego en la línea roja punteada se ha realizado una Foraminotomía que consiste en la ampliación del foramen intervertebral (Adaptado de Smolders *et al.*, 2020).

Por otro lado, el trauma de la espina cervical puede generar hemorragia de estructuras vasculares como el PVV. Esta hemorragia aumenta la alta tasa de mortalidad reportada en las cirugías estabilizadoras de las fracturas espinales cervicales (Guthrie y Fitzpatrick, 2018). Asimismo, Tobias y Spencer (2012), mencionan que la zona toracolumbar es el área más afectada por fracturas en perros (49 a 58% del total), lo que concuerda con lo señalado por Wisner y Zwingenberger (2015). Esta lesión puede generar una hemorragia epidural severa por un trauma a las VB (Tobias y Spencer, 2012).

Otro punto importante de mencionar, es que la HDIH tipo 1, se suele asociar a la ruptura de los senos venosos vertebrales (PVIV) y la hemorragia dentro del espacio epidural puede

incrementar el grado de compresión medular (Mendoza, 2011). Este mismo aumento en la severidad de compresión medular ocurre cuando se produce un hematoma epidural secundario a herniación de disco intervertebral extrusiva contusiva no compresiva (Mai, 2018).

En particular, en la HDIH tipo 2, ocurre un significativo cambio del material herniado ya que se puede endurecer y encapsular, adherirse hacia la duramadre y el PVIV. La presencia de estas adhesiones entre el disco intervertebral extruido y estas estructuras ventrales a la médula espinal, hace que se haga dificultosa su remoción mediante cirugía e incrementa el riesgo de daño medular iatrogénico y de hemorragia de los senos venosos (PVV) (Böttcher *et al.*, 2011; Higginbotham *et al.*, 2015; Gordon-Evans, 2016). Estas HDIH tipo 2 y la hemorragia que se puede producir en la cirugía desde el PVV, generan un círculo vicioso que desencadena una Compresión Medular Residual Postoperatoria (CMRP), donde la excesiva formación de coágulo posterior al sangramiento de este plexo, puede resultar potencialmente en una compresión medular persistente a pesar de la remoción material discal (Gordon- Evans, 2016).

Por ello, que los diagnósticos diferenciales para un paciente que ha sido sometido a cirugía descompresiva tanto para HDIH tipo1 y HDIH tipo 2 y que presente recidiva temprana en su signología en forma postoperatoria, incluyen falla en la remoción de material discal herniado y hemorragia del PVV (Brisson, 2015).

Importancia en procedimientos diagnósticos neurológicos:

En RM los signos asociados tanto para HDIH tipo1, HDIH tipo 2 y tumores, que generan compresión medular, siguen patrones que hay que considerar (Mai, 2018). El incremento del diámetro transversal del PVIV, inmediatamente craneal y caudal al sitio de compresión medular es uno de ellos, y es factible pesquisarlos a través de RM, siendo estos hallazgos similares a lo que se describe en medicina humana (Vernon *et al.*, 2017). Asimismo, Mai (2018), indica que la hemorragia epidural ocurrida desde el PVIV, asociados a la ocurrencia de HDIH tipo 1 y tipo 2, es posible detectarla mediante este método diagnóstico y es

necesario destacar que la variabilidad de las intensidades de esta hemorragia epidural, podría depender del tiempo desde ocurridas estas afecciones.

Vale la pena destacar que los signos imagenológicos entregados por TAC y RM, de las anomalías vasculares que involucran a la médula espinal y PVV, son dependientes del tipo y locación de esta anomalía, requiriéndose para una visualización clara, la inyección de un medio contraste (Wisner y Zwingenberger, 2015).

En la mielografía, otro método que es más comúnmente usado para describir la compresión medular asociada a HDIH tipo 1 y HDIH tipo 2, trae consigo complicaciones bien definidas, pero de bajo riesgo y uno de ellos es el sangramiento del PVIV (Lang y Seiler, 2010). A nivel donde se encuentra la cisterna magna, las venas del PVIV se distribuyen en una localización más lateralizada, y esto puede dificultar la ejecución de punciones para obtener líquido cerebroespinal para la posterior adición de medio de contraste, ya que se puede producir una hemorragia desde este plexo si la aguja se desvía del eje mediano de la columna vertebral (Sánchez-Masian *et al.*, 2012; Rossmeisl., 2017).

Estado actual de la NAV:

Constantinescu (2018), indica que el PVV está compuesto por 3 componentes (Figura 3 y 11), siendo sus nombres oficiales: Venas Basivertebrales (VB), Plexo Vertebral Interno Ventral (PVIV) y Plexo Vertebral Externo (PVE) que tiene 2 componentes; Plexo Vertebral Externo Dorsal (PVED) y Plexo Vertebral Externo Ventral (PVEV). Sin embargo, para el conjunto de todas estas estructuras y como sistema venoso vertebral (PVV) no existe un nombre oficial establecido (Constantinescu, 2018).

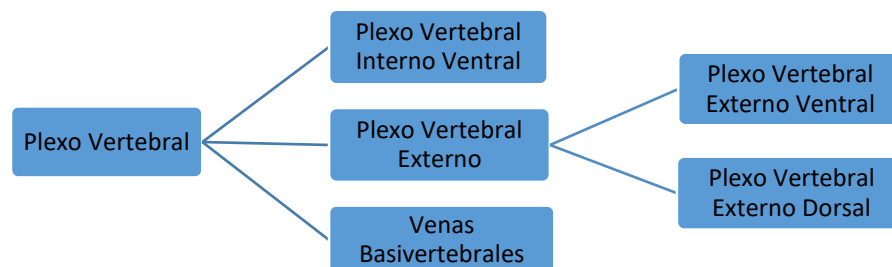


Figura 11. Configuración y componentes actuales del PVV establecidos por la NAV 2018.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar una revisión bibliográfica actualizada de la anatomía del Plexo Venoso Vertebral del perro.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir la anatomía del Plexo Venoso Vertebral del perro, de relevancia clínica.
2. Asociar la anatomía del Plexo Venoso Vertebral del perro, con la práctica quirúrgica de columna vertebral.
3. Contrastar si los nombres anatómicos utilizados en la literatura revisada, cumplen con lo establecido por la Nomenclatura Anatómica Veterinaria (NAV).

MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIALES

Búsqueda de información:

Con el fin de actualizar la anatomía y los aspectos clínicos-quirúrgicos más importantes del Plexo Venoso Vertebral del perro (PVV), se procedió a la búsqueda de material bibliográfico, en revistas científicas, bibliotecas virtuales (Catálogo de Bello y Biblioteca Digital de la Universidad de Chile), libros de ciencias veterinarias y de anatomía veterinaria. Los motores de búsqueda en línea que se utilizaron correspondieron a *PubMed*, *Scielo*, *ScienceDirect*, *Google Scholar*, *Medline*, *Read by QxMD* y Súper Búsqueda de la Universidad de Chile.

Para la búsqueda de recursos escritos en línea se utilizaron las siguientes palabras claves:

- Plexo Venoso Vertebral, *vertebral venous plexus*
- Plexo Venoso Vertebral Externo e Interno, *external and internal vertebral venous plexus*
- Venas basivertebrales, *basivertebral veins*
- Seno Venoso Vertebral, *vertebral venous sinus*
- Drenaje Venoso Vertebral, *vertebral venous drainage*
- Hemilaminectomía, *hemilaminectomy*
- Hemorragia Intraoperatoria, *intraoperative hemorrhage*
- Mielopatías, *myelopathies*
- Slot Ventral, *Slot Ventral*
- Laminectomía Dorsal, *dorsal laminectomy*
- Cirugías vertebrales, *vertebral surgeries*
- Trombosis venosa vertebral, *vertebral venous thrombosis*
- Fracturas vertebrales, *vertebral fractures*
- Fracturas cervicales, *cervical fracture*
- Fracturas toracolumbares, *toracolumbar fractures*
- Fracturas lumbosacras, *lumbosacral fractures*

Criterios de exclusión:

1. Se excluyó la información de publicaciones que no fueron atingentes para cumplir con los objetivos específicos planteados previamente.
2. Se excluyeron publicaciones de antigüedad mayor a 10 años, a excepción de publicaciones de anatomía veterinaria con información de base y relevante para el desarrollo de esta memoria de título y que no se encontró en otras publicaciones más recientes.
3. Se excluyeron publicaciones que no estuvieron escritas en español, inglés y portugués, por la dificultad que implica traducir correctamente la información.

MÉTODOS**Recopilación de antecedentes:**

Con el fin de actualizar la descripción de la anatomía del Plexo Venoso Vertebral del perro, primero se realizó una recopilación de la información en libros de anatomía veterinaria tanto en donde se realizaba descripción de este plexo y en donde sólo se mostraron diseños de este PVV. Todo esto con el objetivo de delimitar y aclarar la zona anatómica revisada.

Posteriormente, se procedió a buscar publicaciones en las bases de datos previamente expuestas que describieran aspectos fisiológicos, clínicos y quirúrgicos sobre el PVV del perro que fueran relevantes para realización de esta memoria de título.

La información obtenida fue recopilada y organizada en los siguientes *ítems*, para así facilitar su comprensión y posterior análisis:

1. **Introducción**

2. **Anatomía del Plexo Venoso Vertebral del perro:** se describió como está compuesto el plexo venoso vertebral del perro.

3. **Aspectos anatómico-funcionales:** se analizó la relevancia y el rol del Plexo Venoso Vertebral del perro en procedimientos quirúrgicos, en intervenciones diagnósticas neurológicas, funciones fisiológicas.

a.- Funciones fisiológicas del PVV

b.- Patologías asociadas al sistema nervioso donde está involucrado el PVV

b1.- *mielopatías de la médula espinal y PVV*

b2.- *forma de circulación sanguínea del PVV y metástasis tumoral*

c.- Relevancia del PVV en cirugías de la columna vertebral y en procedimientos diagnósticos neurológicos

c1.- *Importancia en cirugías de la columna vertebral*

c2.- *Importancia en procedimientos diagnósticos neurológicos*

4. **Estado actual de la Nomenclatura Anatómica Veterinaria (NAV):** se verificó cuál es la nomenclatura establecida actualmente para el PVV.

5. **Presentación de resultados:** exposición del material bibliográfico encontrado y utilizado para cumplir con los objetivos de la memoria de título.

6. **Discusión:** análisis crítico de toda la información recopilada, en la cual se compararon y contrastaron las diversas posturas y opiniones de los diversos autores citados en la bibliografía.

7. Conclusiones

Se realizó un análisis crítico de toda la información correspondiente a la descripción actual de la anatomía del PVV del perro, en cuanto a si los diferentes autores entregaron una descripción clara y suficiente de cómo está compuesto este plexo.

Luego se hizo un análisis crítico de la real relevancia de la anatomía del PVV del perro, en relación con las funciones fisiológicas que se le atribuyeron. Asimismo, de su importancia en el momento del acto quirúrgico de la columna vertebral y en procedimientos diagnósticos neurológicos.

Por otro lado, se realizó un análisis crítico de la nomenclatura anatómica utilizada para describir este PVV por los diferentes autores, en relación a contrastar si los nombres utilizados discreparon de lo establecido por la Nómina Anatómica Veterinaria (NAV), y además se contabilizó el número de autores revisados que cumplieron o no, con las normas establecidas por la NAV.

La presentación de resultados consistió en la exposición del material bibliográfico encontrado y utilizado, para cumplir con los objetivos de la memoria de título.

Los criterios de selección para este fin, correspondió a autor, año de publicación y relevancia de la publicación (número de veces citado).

RESULTADOS

En esta monografía, la recopilación de la información fue realizada a partir de diferentes fuentes bibliográficas entre los años 2010 y 2020, resultando un total de 49 fuentes bibliográficas (45 de estas son fuentes publicadas desde el año 2010 y sólo 4 con anterioridad al año 2010) (Tabla 2). Entre ellas se encuentran 11 libros de Anatomía Veterinaria, 12 libros de Especialidades Veterinarias (Neurología Veterinaria, Cirugía Veterinaria, Medicina Interna Veterinaria e Imagenología Veterinaria), 20 Artículos Científicos y 6 Tesis (Figura 12). Es importante destacar, que se consultaron 4 libros de Anatomía Veterinaria que son de referencia base, publicados anteriormente al año 2010 (Tabla 2). De acuerdo con el año de publicación, las fuentes bibliográficas se concentraron en primer lugar en el año 2012, en el segundo lugar se ubicaron los años 2010 y 2015. En el tercer lugar los años 2017 y 2018 (Figura 13).

Tabla 2. Cantidad de fuentes bibliográficas consultadas, según tipo de fuente y número de ellas que son actuales (publicados desde el año 2010).

Tipo de fuente bibliográfica	Número de fuentes bibliográficas consultadas	Número de fuentes bibliográficas publicadas desde el año 2010 en adelante	Número de fuentes bibliográficas publicadas anterior al año 2010
Artículos Científicos	20	20	0
Libros de Anatomía Veterinaria	11	7	4
Libros de Especialidades Veterinarias:	12	12	0
Cirugía Veterinaria	3	3	0
Imagenología Veterinaria	2	2	0
Medicina Interna Veterinaria	2	2	0
Neurología Veterinaria	5	5	0
Tesis	6	6	0

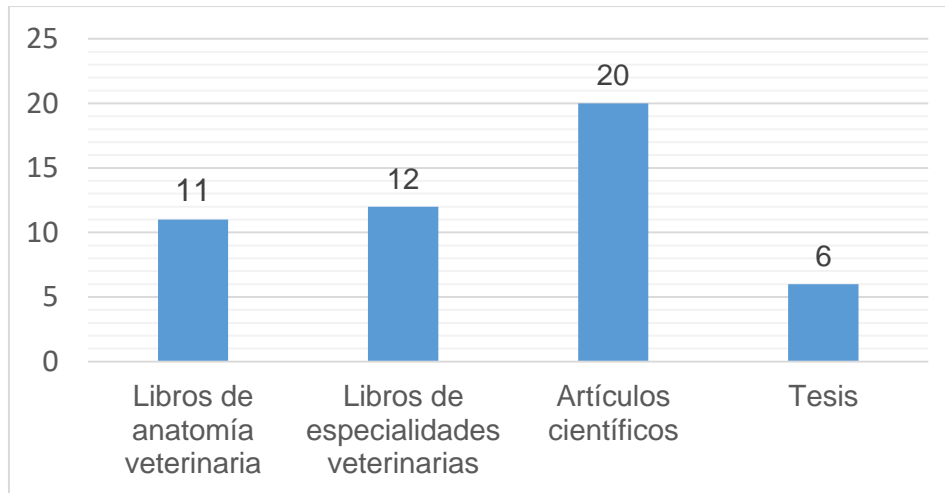


Figura 12. Material bibliográfico consultado para la realización de esta memoria de título según tipo de fuente.

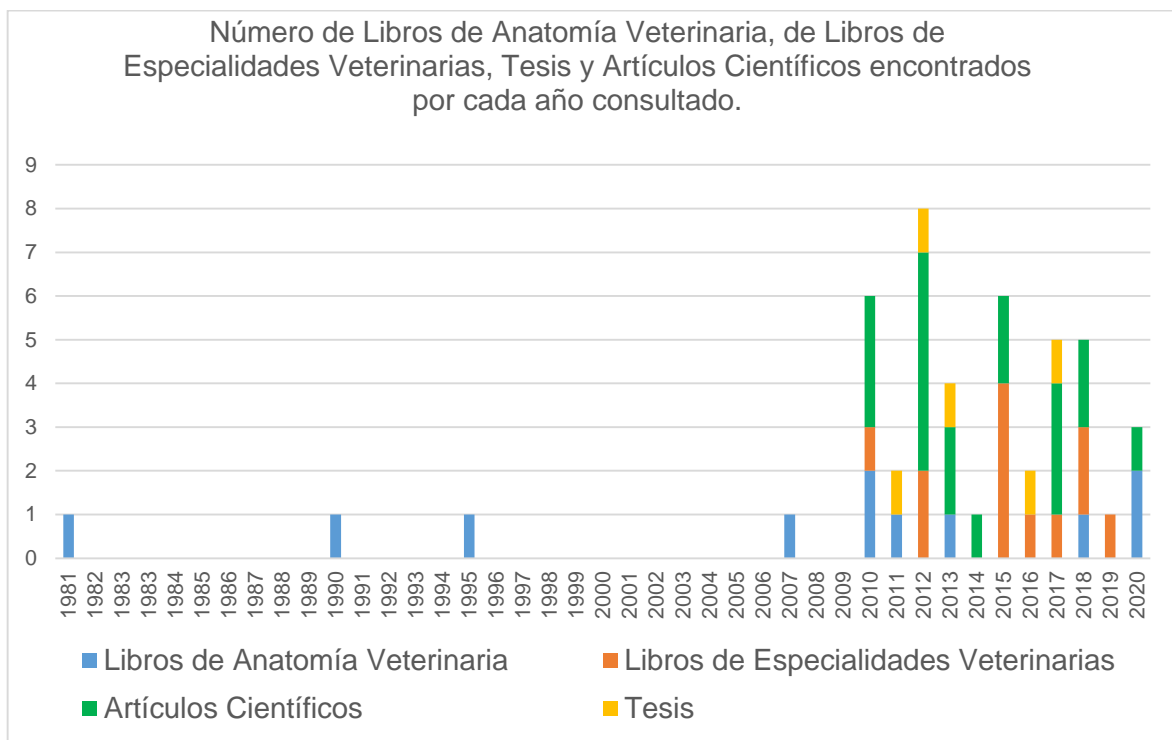


Figura 13. Número de Libros de Anatomía Veterinaria, de Libros de Especialidades Veterinarias, Tesis y Artículos Científicos encontrados por cada año consultado.

Además, se tomaron los nombres anatómicos para referirse al PVV o alguno de sus componentes utilizados por las diferentes fuentes bibliográficas revisadas en esta memoria título (Libros de Anatomía Veterinaria, Libros de especialidad de Neurología Veterinaria, Libros de especialidad de Cirugía Veterinaria, Libros de Medicina Interna Veterinaria, Libros de Imagenología Veterinaria, Artículos Científicos y Tesis) y se contrastó con lo establecido por la nómina actual y desde allí se estableció si cumplió o no con esta. Lo anterior se presenta en las tablas 3,4,5,6,7,8 y 9. Posteriormente, la cuantificación del cumplimiento de la nómina actual de los diferentes autores consultados se visualiza en las figuras 14,15 y 16.

Tabla 3. Libros de Anatomía Veterinaria.

Autor/Libro	Componente de PVV que menciona	Cumple con NAV 2018
Budras <i>et al.</i> , 2007b	Plexo Vertebral Interno Ventral (PVIV)	NO
	Plexo Vertebral Externo Ventral (PVEV)	SI
Dyce <i>et al.</i> , 2010b	Plexo Venoso Vertebral (PVV)	No posee un nombre oficial establecido por la NAV
	Plexo Venoso Vertebral Interno (PVIV)	NO
Dyce <i>et al.</i> , 2018	Plexo Venoso Vertebral (PVV)	No posee un nombre oficial establecido por la NAV
Evans <i>et al.</i> , 2020c	Sistema Venoso Vertebral (PVV)	No posee un nombre oficial establecido por la NAV
	Plexo Venoso Vertebral Interno Ventral (PVIV)	NO
	Plexo Venoso Vertebral Externo Dorsal (PVED)	NO
	Plexo Venoso Vertebral Externo Ventral (PVEV)	NO
	Venas Basivertebrales (VB)	SI

Evans y De La Hunta, 2010b	Sistema Venoso Vertebral (PVV)	No posee un nombre oficial establecido por la NAV
	Plexo Venoso Vertebral Interno Ventral (PVIV)	NO
	Plexo Venoso Vertebral Externo Dorsal (PVED)	NO
	Plexo Venoso Vertebral Externo Ventral (PVEV)	NO
	Venas Basivertebrales (VB)	SI
Evans y De La Hunta, 2013	Sistema Venoso Vertebral (PVV)	No posee un nombre oficial establecido por la NAV
	Plexo Venoso Vertebral Interno Ventral (PVIV)	NO
	Plexo Venoso Vertebral Externo Dorsal (PVED)	NO
	Plexo Venoso Vertebral Externo Ventral (PVEV)	NO
	Venas Basivertebrales (VB)	SI
König y Liebich, 2011	Sistema de conductos sanguíneos epidurales (PVIV)	NO
	Plexos venosos epidurales (PVIV)	NO
König y Liebich, 2020	Plexos venosos epidurales (PVIV)	NO
Nickel <i>et al.</i> , 1981	Plexo Venoso Vertebral Interno Ventral (PVIV)	NO
	Plexo Vertebral Interno Ventral (PVIV)	SI
	Plexo Vertebral Externo Ventral (PVEV)	SI
	Plexo Vertebral Externo Dorsal (PVED)	SI
	Venas Basivertebrales (VB)	SI
Popesko, 1990	Plexo Vertebral Interno (PVIV)	NO
Ruberte y Sautet, 1995	Plexo Vertebral Interno Ventral (PVIV)	SI

Tabla 4. Libros de Especialidad de Neurología Veterinaria.

Autor/Libro	Componente de PVV que menciona	Cumple con NAV 2018
Brisson, 2015	Plexo Venoso Vertebral Interno (PVIV)	NO
	Senos venosos (PVV)	NO
Higginbotham <i>et al.</i> , 2015	Plexo Venoso Vertebral Interno (PVIV)	NO
	Senos venosos (PVIV)	NO
Kumar, 2015	Plexo Venoso Vertebral Interno (PVIV)	NO
Lang y Seiler, 2010	Plexo Venoso Vertebral Interno (PVIV)	NO
Skerritt, 2018	Senos espinales longitudinales (PVIV)	NO
	Senos vertebrales (PVIV)	NO
	Plexo Vertebral Interno (PVIV)	NO

Tabla 5. Libros de Especialidad de Cirugía Veterinaria.

Autor/Libro	Componente de PVV que menciona	Cumple con NAV 2018
Fossum, 2019	Senos venosos (PVIV)	NO
	Venas Basivertebrales (VB)	SI
Gordon-Evans, 2016	Senos venosos (PVIV)	NO
	Senos vertebrales (PVIV)	NO
	Senos vertebrales ventrales (PVIV)	NO
	Senos venosos vertebrales longitudinales (PVIV)	NO
Tobias y Spencer, 2012	Senos Venosos (PVIV)	NO

Tabla 6. Libros de Medicina Interna Veterinaria.

Autor/Libro	Componente de PVV que menciona	Cumple con NAV 2018
Rossmeisl, 2017	Plexo Venoso Vertebral (PVV)	No posee un nombre oficial establecido por la NAV

Tabla 7. Libros de Imagenología Veterinaria.

Autor/Libro	Componente de PVV que menciona	Cumple con NAV 2018
Mai, 2018	Plexo Venoso Vertebral Interno (PVIV)	NO
Wisner y Zwingenberger, 2015	Plexo Venoso Vertebral Interno (PVIV)	NO

Tabla 8. Artículos Científicos.

Autor/Artículo	Componente de PVV que menciona	Cumple con NAV 2018
Böttcher <i>et al.</i> , 2011	Senos vertebrales (PVIV)	NO
Caballero <i>et al.</i> , 2012	Plexo perimedular (PVV)	No posee un nombre oficial establecido por la NAV
	Plexo perivertebral de Batson (PVV)	No posee un nombre oficial establecido por la NAV
	Sistema venoso vertebral (PVV)	No posee un nombre oficial establecido por la NAV
	Plexo venoso epidural (PVIV)	NO
	Plexo venoso epidural prevertebral (PVIV)	NO
De Risio y Platt, 2010	Plexo Venoso Vertebral Interno Ventral (PVIV)	NO
Dörner <i>et al.</i> , 2015	Plexo Venoso Vertebral Interno Ventral (PVIV)	NO
Espino <i>et al.</i> , 2012	Plexo venoso (PVV)	No posee un nombre oficial establecido por la NAV
	Plexo Venoso Vertebral (PVV)	No posee un nombre oficial establecido por la NAV
	Plexo Venoso Vertebral Interno (PVIV)	NO
	Plexo venoso epidural (PVIV)	NO

Guthrie y Fitzpatrick, 2018	Plexo Venoso Vertebral (PVV)	No posee un nombre oficial establecido por la NAV
	Senos venosos vertebrales (PVIV)	NO
Morabito <i>et al.</i> , 2017	Plexo venoso epidural (PVIV)	NO
Rhue <i>et al.</i> , 2013	Senos venosos vertebrales (PVIV)	NO
	Senos vertebrales (PVIV)	NO
Rossmeisl <i>et al.</i> , 2013	Plexo Venoso Vertebral Interno (PVIV)	NO
Sánchez-Masian <i>et al.</i> , 2012	Plexo Venoso Vertebral Interno (PVIV)	NO
Tobinick, 2010	Sistema Venoso Vertebral (PVV)	No posee un nombre oficial establecido por la NAV
	Plexo Venoso Vertebral (PVV)	No posee un nombre oficial establecido por la NAV
	Plexo Vertebral Interno (PVIV)	NO
	Venas Basivertebrales (VB)	SI
Vernon <i>et al.</i> , 2017	Sistema venoso vertebral (PVV)	No posee un nombre oficial establecido por la NAV
	Plexo Venoso Vertebral Interno (PVIV)	NO
	Plexo Venoso Vertebral Externo (PVE)	NO
	Venas Basivertebrales (VB)	SI

Tabla 9. Tesis.

Autor/Tesis	Componente de PVV que hace mención	Cumple con NAV
Ariete, 2013	Plexo Venoso Vertebral (PVV)	No posee un nombre oficial establecido por la NAV
	Plexo Venoso Vertebral Interno (PVIV)	NO
	Plexo Venoso Vertebral Externo (PVE)	NO
	Venas Basivertebrales (VB)	SI
Mendoza, 2011	Senos vertebrales (PVIV)	NO
Oliveira, 2012	Plexo Venoso Vertebral (PVV)	No posee un nombre oficial establecido por la NAV
	Plexo venoso (PVIV)	NO
	Plexo Venoso Vertebral Interno (PVIV)	NO
	Plexo Venoso Vertebral Ventral (PVIV)	NO
Rojas, 2016	Plexo Venoso Vertebral (PVV)	No posee un nombre oficial establecido por la NAV
	Plexo Venoso Vertebral Interno (PVIV)	NO
	Plexo Venoso Vertebral Externo (PVE)	NO
	Venas Basivertebrales (VB)	SI
Salazar, 2017	Senos vertebrales ventrales (PVIV)	NO

El desglose de las publicaciones revisadas, correspondientes a los Libros de Anatomía Veterinaria, de Especialidad de Neurología Veterinaria, de Especialidad de Cirugía Veterinaria, de Medicina Interna Veterinaria, de Imagenología Veterinaria, Artículos Científicos y Tesis utilizados está expuestas en las siguientes tablas (tablas desde 10 a 16):

Tabla 10. Libros de Anatomía Veterinaria utilizados, número de capítulos utilizados según libro y número de veces citados en la revisión bibliográfica.

Autor/Libro	N° de capítulos citados	N° de veces citados en la revisión bibliográfica
Budras <i>et al.</i> , 2007/ Anatomy of the Dog	2	2
Dyce <i>et al.</i> , 2010/ Textbook of the Veterinary Anatomy	1	2
Dyce <i>et al.</i> , 2018/ Textbook of the Veterinary Anatomy	1	1
Evans y De La Hunta, 2010/ Guide to the Dissection of the Dog	2	3
Evans y De La Hunta, 2013/ Miller's Anatomy of the Dog	1	4
Evans <i>et al.</i> , 2020/ Miller's and Evan's Anatomy of the Dog	3	8
König y Liebich, 2011/ Anatomía de los Animales Domésticos	1	1
König y Liebich, 2020/ Veterinary Anatomy of Domestic Animals	1	3
Nickel <i>et al.</i> , 1981/ The Anatomy of the Domestic Animals	0	0
Popesko, 1990/ Atlas de Anatomía Topográfica de los Animales Domésticos	0	0
Ruberte y Sautet, 1995/ Atlas de Anatomía del perro y del gato	0	0

Tabla 11. Libros de Especialidad de Neurología Veterinaria utilizados y número de veces citados en la revisión bibliográfica.

Autor/Libro	N° de veces citados en la revisión bibliográfica
Brisson, 2015/ Advances in intervertebral disc disease in dogs and cats	1
Higginbotham <i>et al.</i> , 2015/ Advances in intervertebral disc disease in dogs and cats	1
Kumar, 2015/ Clinically Oriented Anatomy of the Dog and Cat	5
Lang y Seiler, 2010/ Small Animal Neurology	1
Skerritt, 2018/ King's Applied Anatomy of the Central Nervous System of the Domestic Mammals	2

Tabla 12. Libros de Especialidad de Cirugía Veterinaria utilizados y número de veces citados en la revisión bibliográfica.

Autor/Libro	N° de veces citados en la revisión bibliográfica
Bebchuk, 2017/ Current Techniques in Canine and Feline Neurosurgery	2
Fossum, 2019/ Small Animal Surgery	4
Gordon-Evans, 2016/ Complications in Small Animal Surgery	1
Shores, 2017/ Current Techniques in Canine and Feline Neurosurgery	1
Tobias y Spencer, 2012/ Veterinary Surgery Small Animal	3

Tabla 13. Libros de Medicina Interna Veterinaria utilizados y número de veces citados en la revisión bibliográfica.

Autor/Libro	N° de veces citados en la revisión bibliográfica
Coates, 2020/ Clinical Small Animal Internal Medicine	1
Rossmeisl, 2017/ Textbook of Veterinary Internal Medicine	1

Tabla 14. Libros de Imagenología Veterinaria utilizados y número de veces citados en la revisión bibliográfica.

Autor/Libro	N° de veces citados en la revisión bibliográfica
Mai, 2018	3
Wisner y Zwingenberger, 2015	1

Tabla 15. Artículos Científicos utilizados y número de veces citados en la revisión bibliográfica.

Artículo Científico (Autor)	Revista Científica	N° de veces citado en la revisión bibliográfica
Barbosa <i>et al.</i> , 2013	Acta Scientiae Veterinariae	1
Böttcher <i>et al.</i> , 2011	Veterinary Surgeon Journal	1
Caballero <i>et al.</i> , 2012	Revista Cubana de Neurología y Neurocirugía	1
Da Costa, 2010	Veterinary Clinics North America: Small Animal Practice	2
De Risio y Platt, 2010	Veterinary Clinics of North America	1
Dörner <i>et al.</i> , 2015	Equine Veterinary Education	1
Espino <i>et al.</i> , 2012	Journal of Veterinary Internal Medicine	2
Garavito y León, 2015	Revista Zootecnia	1
Guthrie y Fitzpatrick, 2018	VCOT Open	1
Hoogland <i>et al.</i> , 2012	Clinical Anatomy	3
Martin-Vaquero y Da Costa, 2014	Journal of the American Veterinary Medical Association	1
Morabito <i>et al.</i> , 2017	Canadian Veterinary Journal	1
Rhue <i>et al.</i> , 2017	Frontiers in Veterinary Science	2
Ros <i>et al.</i> , 2018	Journal Comparative Pathology	2

Rossmesl <i>et al.</i> , 2013	Veterinary Surgeon Journal	2
Sánchez-Masian <i>et al.</i> , 2012	Clínica Veterinaria de Pequeños Animales	1
Santalucia <i>et al.</i> , 2012	Ciência Rural	1
Smolders <i>et al.</i> , 2020	The Veterinary Journal	1
Tobinick, 2010	Archivos de Medicina	4
Vernon <i>et al.</i> , 2017	Veterinary Radiology & Ultrasound	3

Tabla 16. Tesis utilizadas y número de veces citadas en la revisión bibliográfica.

Autor/Tesis	N° de veces citados en la revisión bibliográfica
Ariete, 2013	1
Mendoza, 2011	1
Oliveira, 2012	1
Rojas, 2016	4
Salazar, 2017	1
Torres, 2017	1

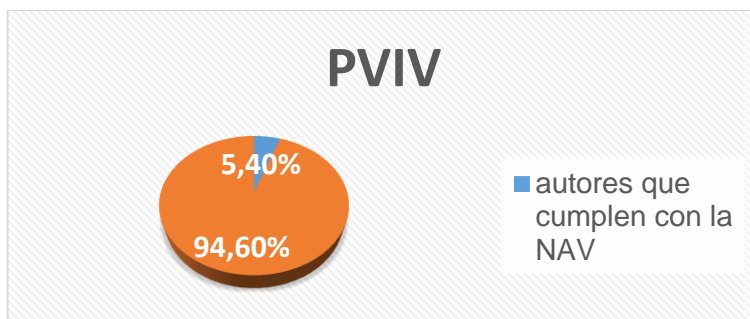


Figura 14. Cumplimiento de la NAV por parte de los autores que mencionan al PVIV.

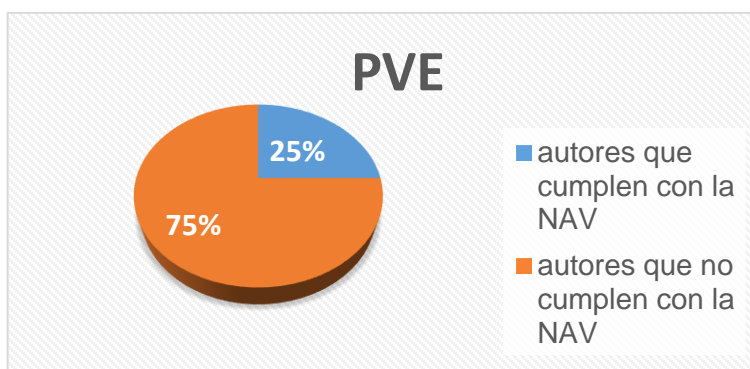


Figura 15. Cumplimiento de la NAV por parte de los autores que mencionan al PVE.

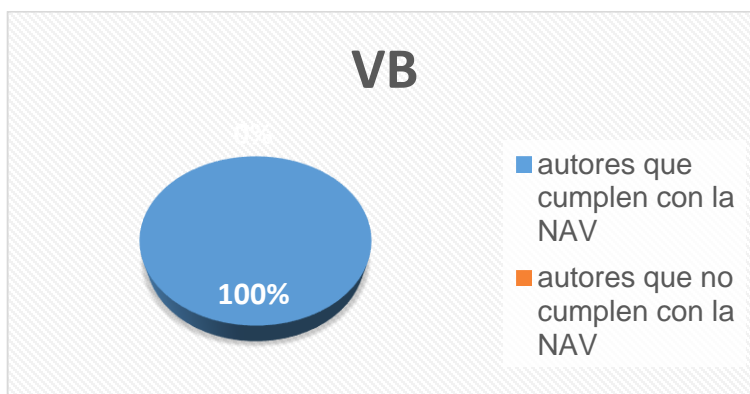


Figura 16. Cumplimiento de la NAV por parte de los autores que mencionan a las VB.

DISCUSIÓN

A partir de los hallazgos encontrados con respecto a los aspectos anatómicos investigados en los libros de anatomía veterinaria, la descripción del PVV en el perro no es detallada de la misma forma y extensión por los diferentes autores. De esta forma, Evans y De La Hunta (2013) y Evans *et al.*, (2020), son los únicos autores que hacen una descripción en forma extensa de la anatomía del PVV en el perro.

En toda la literatura revisada existe acuerdo en cómo está estructurado el PVV en el perro, en cuanto a los componentes que posee y como está subdividido. Asimismo, es importante mencionar que existe concordancia con respecto a que el componente más desarrollado y voluminoso del PVV es el PVIV y este mayor desarrollo lo alcanza a nivel cervical como es presentado por Nickel *et al.*, (1981); Dyce *et al.*, (2018); Evans *et al.*, (2020) y König y Liebich (2020).

Sin embargo, hay discrepancia en lo que respecta si las VB son más voluminosas a nivel cervical o lumbar. Por un lado, Ariete (2013) y Rojas (2016), indican que el mayor desarrollo de éstas se alcanza a nivel atlanto-occipital, cervical y torácico craneal. Por otra parte, Evans y De La Hunta (2013) y Evans *et al.*, (2020), expresan que estas VB están más desarrolladas a nivel lumbar.

Sólo Evans y De La Hunta (2013) y Evans *et al.*, (2020), hacen una descripción detallada del PVE y son únicamente estos, autores quienes afirman que, en el canino, el PVED es más desarrollado que el PVEV. Ariete (2013) y Rojas (2016), mencionan que los 2 componentes del PVE son poco desarrollados en el perro, sin hacer distinción entre estos 2. Sin embargo, esta situación de poco desarrollo del PVED descrito por Evans y De La Hunta (2013) y Evans *et al.*, (2020), resulta interesante de analizar ya que como expresan Vernon *et al.*, (2017), el componente más notorio del PVE visto en RM es el PVEV.

Ninguna de las referencias anatómicas revisadas, hace una descripción detallada de donde están las localizaciones exactas en las cuales se producen las anastomosis entre los 2 vasos venosos del PVIV y tampoco detallan exactamente que músculos cercanos a la

columna vertebral, drenan su sangre venosa en cada componente del PVV, ni del recorrido preciso para poder realizar esto.

En general existe acuerdo de la continuidad entre los senos basilares y el PVIV, pero esto discrepa con una descripción anterior del PVV en el perro realizada por Gómez y Freeman (2003), donde señalan que el PVIV es una extensión de los senos basilares e interbasilares. Ariete (2013) y Rojas (2016), expresan que el PVV tiene un recorrido desde el cráneo hasta las vértebras sacrales. Por otro lado, König y Liebich (2011; 2020), no hacen alusión a esta continuidad.

Varias son las referencias bibliográficas consultadas que hacen mención que el PVV se interconecta con las VE por medio de la unión de PVIV con las VI. Pero la descripción de estas interconexiones es poco clara en explicar cuáles son las VE que intervienen, incluso en Evans y De La Hunta, (2013) y Evans *et al.*, (2020), que son las descripciones más detalladas del PVV. Además, König y Liebich (2011; 2020), sólo le entrega la calidad de VE a la Vena Vertebral, Vena Ácigos y Vena Cava Caudal. Dyce *et al.*, (2018), solamente menciona a la Vena Cava Caudal y Ácigos. Ariete (2013), hace alusión a esta relación de las VI con las VE, pero no puntualiza cuáles son estas VE.

Por otro lado, Rojas (2016), no menciona una interrelación entre el PVIV y las VE. Además, crea confusión porque afirma que son las VB que generan la comunicación del PVIV con las VE y curiosamente da a entender que las VI son componente del PVIV.

Es por estas situaciones anteriormente señaladas, que se requieren futuras investigaciones anatómicas del PVV en el perro, con énfasis en inspeccionar y describir detalladamente en cuál segmento de la columna vertebral se encuentran más desarrollados las VB. Asimismo, de indagar cuál es el tamaño y volumen real del PVE y sus 2 componentes, cuál es la localización exacta de las uniones entre los 2 troncos venosos del PVIV, cuáles son los músculos que drenan sangre venosa en el PVV, confirmar si sólo son los senos basilares los que se continúan con el PVIV y cómo es la disposición real de las interconexiones del PVIV con las VE por medio de las VI.

En la información de la literatura revisada, en lo que respecta a las funciones fisiológicas que se le atribuyen al PVV, la gran mayoría le reconoce a este plexo la función principal de ser una ruta alternativa de drenaje venoso hacia el corazón. Sin embargo, como se visualizó en Rojas (2016), no le entrega un orden de importancia a las funciones fisiológicas del PVV, pero también menciona a éste como una importante vía alternativa de retorno venoso hacia el corazón como lo hacen todos los demás autores.

Por otro lado, la capacidad de amortiguadora de impactos de esta red venosa, sólo es nombrada escuetamente por Ariete (2013), y del mismo modo, en la descripción anterior del PVV realizada por Gómez y Freeman (2003). Esto haciéndolo sin el mínimo grado de evidencia, ni siquiera desde una justificación desde el punto de vista fisiopatológico.

Existe total acuerdo entre la diferente literatura revisada, en lo que dice relación a que no existen válvulas en las paredes de las venas del PVIV. Mas no hay acuerdo de la presencia de válvulas en las venas del PVE. Algunos sostienen que en todo el PVV, no hay existencia de válvulas en sus paredes (Gómez y Freeman, 2003; Rojas, 2016), y otros mencionan que si existen en el PVE (König y Liebich, 2011). La ausencia de válvulas pudiese tener relevancia en cuanto si esto sería una condición facilitadora para la propagación de células tumorales. Ya que como indica Skerritt (2018), la continuidad de este PVV y la carencia de válvulas, propiciaría el trayecto de células cancerígenas desde la cavidad torácica o abdominal hacia la cabeza o en dirección contraria.

La capacidad termorreguladora del PVV como es señalado por Hoogland *et al.*, (2012), Ariete (2013), y Rojas (2016), pudiese tener más importancia de lo que se cree, al ser esta función capaz de proteger a la médula espinal de aumentos bruscos de la temperatura como es indicado por Hoogland *et al.*, (2012). Lamentablemente sólo en el estudio experimental y antiguo realizado por Bligh (1973), se entrega evidencia de esta capacidad del PVV. De esta forma, las válvulas que existen en las paredes de las venas del PVE, ejercen el papel de barrera para bloquear el desmedido ingreso de flujo sanguíneo caliente hacia el PVIV.

El estudio realizado por Vernon *et al.*, (2017), aporta indicios relevantes para entender que las alteraciones del PVV, pueden estar involucradas en las mielopatías causantes de compresión medular en el perro. Aquí el PVIV, pareciera ser el componente del PVV que tiene más participación y relevancia en estas mielopatías. Sin embargo, es limitado el impacto de esta publicación, ya que, sólo se incluyó perros de raza Lebrele en el estudio. Por otro lado, las publicaciones realizadas por Espino *et al.*, (2012); Morabito *et al.*, (2017) y Rhue *et al.*, (2017), aportan evidencias que la dilatación del PVIV genera compresión medular con signología clínica pesquizable, a pesar de que sólo son reportes de casos aislados.

En lo que se refiere a la participación del PVV en la mielopatía fibrocartilaginosa embólica De Risio y Platt (2010), explican sólo desde una base de una suposición teórica, como el PVIV pudiese participar en la génesis de esta mielopatía. No obstante, Vernon *et al.*, (2017), pudieron comprobar mediante hallazgos en RM mediante 2 casos recopilados en su estudio, que esta mielopatía isquémica fue secundaria a una HDIH tipo 1 y se generó compresión medular.

Kumar (2015), sugiere desde una base anatómica, que a través de la interconexión entre las Venas Ilíacas Internas y las VI se puede producir la metástasis de un tumor prostático hacia el cerebro. En este sentido, Ros *et al.*, (2018), son los únicos autores que aportan evidencia que un tumor prostático, en este caso un carcinoma prostático, se ha diseminado hacia el cerebro, pero de igual modo señala que la vía de diseminación a través del PVIV, sólo es una posibilidad. Por ello, se requieren estudios experimentales donde estas sugerencias puedan ser comprobadas o rechazadas completamente.

Si bien, la hemorragia del PVV, ocurrida en las cirugías de la columna vertebral, como lo señala Fossum (2019), es reportada en muy pocas ocasiones. Oliveira (2012), la señala como una relevante preocupación en este tipo de procedimientos. Es más, Rossmeisl *et al.*, (2013), describen en su estudio que casi el 20% de los perros que fueron sometidos a Slot *Ventral* experimentaron hemorragia del PVIV e incluso 5 de éstos necesitaron transfusión sanguínea. Incluso esta lesión del PVIV fue mayor cuando un cirujano certificado realizó el procedimiento en vez de un cirujano residente. Pero evidentemente, la

presentación de esta situación disminuyó significativamente, cuando un cirujano con más de 15 años de experiencia llevo a cabo la cirugía (Rossmeisl *et al.*, 2013).

En esta misma línea, Guthrie y Fitzpatrick (2018), afirman que el daño del PVIV ocurrido en las cirugías de fractura de columna cervical, puede producir la muerte del paciente. A pesar que la información entregada por Rossmeisl *et al.*, (2013), tiene una mayor fuerza de evidencia, al ser una publicación en base a estudios de serie de casos (Nivel IV en la pirámide de jerarquización de la evidencia) (Budsberg, 2017). Se requieren estudios similares, para todos los procedimientos quirúrgicos de la columna vertebral en todos sus segmentos, para analizar la real relevancia del sangramiento del PVV.

La posibilidad de establecimiento de CMRP, está respaldado por varios autores (Böttcher *et al.*, 2011; Higginbotham *et al.*, 2015; Gordon-Evans, 2016). Sin embargo, los efectos clínicos de esta CMRP, han sido evaluados sólo en perros sometidos a *Slot Ventral* a nivel cervical como es señalado en Böttcher *et al.*, (2011), por lo cual, es importante destacar la trascendencia de realizar más estudios de esta CMRP, de las distintas cirugías en todos los segmentos de la columna vertebral.

Tanto Martin-Vaquero y Da Costa (2014) y Vernon *et al.*, (2017), en base a una fuerza de evidencia de nivel IV en la pirámide de jerarquización de la evidencia, (Budsberg, 2017), proponen que una menor o mayor visualización del PVIV, detectada por RM, podría ser un indicador de que está ocurriendo una patología en la médula espinal en perros. Por un lado, Martin-Vaquero y Da Costa (2014), señalan que la menor visualización de este plexo ocurriría cuando se produce una EMC en perros de raza Gran Danés. Por otro lado, Vernon *et al.*, (2017), plantean que una mayor visualización del PVIV, se produciría cuando se suscita una HDIH tipo 1 en perros de raza Lebel. Debido a esto, en el futuro se deben analizar estas anormalidades del PVV, mediante técnicas imagenológicas avanzadas para valorar su real impacto clínico.

Existen varios autores que concuerdan en aludir que, a partir de una punción de la cisterna magna, para la obtención de líquido cerebroespinal, es posible que se produzca hemorragia del PVV (Lang y Seiler, 2011; Sánchez-Masian *et al.*, 2012; Rossmesl *et al.*, 2017). Sin embargo, ninguno de ellos entrega información estadística de la prevalencia de ocurrencia de esta hemorragia en perros.

La descripción anterior del PVV en el perro realizada por Gómez y Freeman (2003), se enfoca fundamentalmente en hacer una descripción anatómica de este plexo, pero no ahonda en las funciones fisiológicas y sus implicancias quirúrgicas, apoyado en la evidencia entregada desde, por ejemplo, casos clínicos reportados, explicaciones fisiopatológicas actualizadas, información extraída de experimentos recientes y estudios de series de casos donde esté involucrado el PVV.

En términos generales para todas las referencias bibliográficas revisadas, existe discrepancia en cuanto a cómo nombrar al PVV como conjunto. En primera instancia la NAV oficial de Constantinescu (2018), no establece un nombre oficial para esta red de vasos venosos (PVV), en forma global. Sin embargo, la gran mayoría de los artículos e incluso los libros de anatomía veterinaria aquí analizados, usan el nombre de Plexo Venoso Vertebral. Siendo 15 autores de 38 referencias bibliográficas revisadas, que mencionan al PVV. Se destaca de forma importante que, en varios artículos científicos, no hay homogeneidad cuando se hace mención del PVV en la misma publicación. En Tobinick *et al.*, (2010), lo mencionan como: Sistema Venoso Vertebral y Plexo Venoso Vertebral. En Caballero *et al.*, (2012), lo nombran como: Plexo Perimedular, Plexo Perivertebral de Batson y Sistema Venoso Vertebral. Y en Espino *et al.*, (2012), lo aluden como: Plexo Venoso y Plexo Venoso Vertebral. Otro punto importante de distinguir, es que cuando se usan los términos: senos vertebrales, senos vertebrales ventrales, senos venosos ventrales o senos venosos existe dificultad en diferenciar si se refieren al PVV o al PVIV.

El componente más aludido del PVV en esta revisión bibliográfica es el PVIV; en 38 de un total de 39 fuentes bibliográficas revisadas. De esta forma, sólo Rossmesl (2017), no menciona este PVIV. Es importante recalcar que sólo 2 citas bibliográficas cumplen con la NAV oficial de Constantinescu (2018), para el PVIV (Nickel *et al.*, 1981; Ruberte y Sautet,

1995), estos autores son de libros de anatomía de referencia base ya que superan los 10 años de antigüedad desde su publicación. En Nickel *et al.*, (1981), no existe homogeneidad para describir al PVIV ya que, a veces lo nombran como Plexo Venoso Vertebral Interno Ventral y otras veces como Plexo Vertebral Interno Ventral (PVIV). Por otro lado, en 2 de los autores que no cumplen con la NAV 2018 para este PVIV (Gordon-Evans, 2016; Skerritt, 2018) incluso usan 3 o 4 nombres diferentes para mencionar esta porción del PVV.

Existe un correcto uso de la NAV 2018, en lo que dice relación a la denominación de las VB en todos los autores que las nombran, siendo estos 12 autores. Por otra parte, en lo que respecta al PVE hay un muy escaso respeto de la Nómima anteriormente indicada. De esta forma, sólo hay 2 autores (Nickel *et al.*, 1981; Budras *et al.*, 2007), que siguen lo estipulado por la NAV 2018, en los componentes del PVE que ellos señalan. Es necesario enfatizar que sólo hay 8 autores que nombran a las VB y 12 al PVE, por ello son los componentes que menos se aluden en la literatura revisada.

Ante todas estas situaciones del cumplimiento de la NAV 2018, se requiere que en el futuro se respete lo establecido por la nómima, para generar menos complicaciones en el entendimiento de cómo está compuesto el PVV y también de este modo, comprender a fondo las publicaciones donde intervenga este plexo.

CONCLUSIONES

Teniendo en consideración las fuentes bibliográficas consultadas, se puede concluir lo siguiente:

- Existen escasas referencias anatómicas que realicen una descripción detallada del PVV en el perro, siendo el PVIV el componente más desarrollado del PVV en el perro. El mayor tamaño de este PVIV lo adquiere a nivel de la columna vertebral cervical. Asimismo, es la porción del PVV mejor descrita y sus paredes están desprovistas de válvulas. No existe claridad de las reales dimensiones y volúmenes del PVE y VB en el perro.
- Las interconexiones del PVIV con las VE por medio de la VI, no tienen una descripción exacta. De este modo, no se menciona cuál VE es la principal, que actúa como vía de retorno venoso alternativo de sangre venosa hacia el corazón. La descripción anatómica del PVV y de la forma de su arquitectura, permite entender cómo actúa como vía alternativa de retorno venoso sanguíneo hacia el corazón.
- La presencia o ausencia de válvulas en las paredes de los vasos del PVE, no está dilucidado aún. Estudios anatómicos futuros deben concluir esto.
- En RM la menor visualización a nivel cervical del PVIV en perros Gran Danés y la dilatación de éste en perros Lebreles, son señales que entregan más argumentos para realizar los diagnósticos de EMC y HDIH (Tipo 1 y 2), respectivamente. Por ello, se requieren estudios más exhaustivos que puedan resolver si estas situaciones se puedan extrapolar a perros de otras razas.
- No existe evidencia que avale la ocurrencia de metástasis tumoral a través del PVV en el perro. Sí se puede concluir que la hemorragia proveniente desde el PVV en cirugías de la columna vertebral, constituye un riesgo considerable para la vida del paciente. Aún existe escasa evidencia que apoye la posibilidad de generación de compresión medular residual, derivado de hemorragia posterior a una cirugía de descompresión medular por HDIH tipo 1 y HDIH tipo 2.

- Se deben realizar estudios en mayor cantidad de perros de diferentes tamaños y razas, para entregar un mayor nivel de evidencia que sustenten: las funciones fisiológicas del PVV, la forma en como intervienen en las patologías del Sistema Nervioso descritas y la relevancia en cirugías de la columna vertebral, como así también, en procedimientos diagnósticos neurológicos.
- La NAV 2018, no establece un nombre oficial del PVV en forma global. En general no existe respeto de la NAV 2018. En las diferentes publicaciones revisadas a veces se utilizan nombres antiguos, para referirse a algunos de los componentes del PVV. Esto redundante en que, al lector se le genere dificultad para entender literatura donde se exponga al PVV.

BIBLIOGRAFÍA

ARIETE, V. 2013. Estudio anatómico por tomografía computarizada contrastada del plexo venoso vertebral y su relación con el canal vertebral, saco dural y espacio epidural en la columna lumbar de caninos. Memoria para optar al Título de Médico Veterinario. Valdivia, Chile. U. Austral. Fac. Cs. Veterinarias. 41 pp.

BARBOSA, M.; SILVA, G.; WURSTER, N.; MARIATH, D.; OLIVEIRA, E.; BETTIM, M.; DRIEMEIR, D. 2013. Diagnóstico *post mortem* da síndrome dilatação vólculo gástrica em cães. Act. Sci. Vet. 41(1):1-6.

BEBCHUK, T. 2017. Lumbosacral Decompression and Foraminotomy. In: Shores, A.; Brisson, B. (Eds). Current Techniques in Canine and Feline Neurosurgery. Wiley Blackwell. New York, USA. pp. 223-233.

BLIGH, J. 1973. Temperature regulate in mammals and other vertebrates. North-Holland Pub. Amsterdam, Holland. 436 p.

BÖTTCHER, P.; BÖTTCHER, I.; TRUAR, K.; LUDEWIG, E.; OECHTERING, G. 2011. Effect of ventral slot procedure on spinal cord compression in dogs with single static intervertebral disc disease: preliminary findings while evaluating a semiquantitative computed tomographic myelographic score of spinal cord compression. Vet. Surg. 42(4):383-391.

BRISSON, B. 2015. Recurrent Intervertebral Disc Herniation. In: Fingerroth, J.; Thomas, W. (Eds.). Advances in intervertebral disc disease in dogs and cats. John Wiley & Sons Ltd. Ames, Iowa, USA. pp. 151-154.

BUDRAS, K.; FRICKE, W.; MCCARTHY, P.; RICHTER, R. 2007a. Surface of the Body an Axial Skeleton. In: Anatomy of the Dog. 5ª ed. Schlutersche. Hannover, Alemania. pp. 2-11.

BUDRAS, K.; FRICKE, W.; MCCARTHY, P.; RICHTER, R. 2007b. Central Nervous System. In: Anatomy of the Dog. 5^a ed. Schlutersche. Hannover, Alemania. pp. 108-117.

BUDSBERG, S. 2017. Evidence-Based Medicine. In: Ettinger, S.; Feldman, E.; Cote, E. (Eds). Textbook of veterinary internal medicine. 8^a ed. Elsevier. St.Louis, Missouri, USA. pp. 355-359.

CABALLERO, J.; MORAN, F.; TOLEDO, C.; PÉREZ, OP.; MORALES, I. 2012. Consideraciones anatomopatológicas y demográficas de la metástasis intracraneal. Rev. Cubana Neurol. Neurocir. 3(2):132–8.

COATES, J. 2020. Myelopathy. In: Bruyette, D. (Ed.). Clinical small animal internal medicine. John Wiley & Sons. New York, USA. pp. 815-822.

CONSTANTINESCU, G. 2018. Illustrated Veterinary Anatomical Nomenclature. 4^a ed. George Thieme Verlag KG. Stuttgart, Alemania. 634 p.

DA COSTA, R. 2010. Cervical spondylomyelopathy (wobbler syndrome) in dogs. Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract. 40(5):881-913.

DE RISIO, L.; PLATT, S. 2010. Embolic myelopathy in small animals. Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract. 40(5):859-869.

DÖRNER, C.; UZAL, F.; CARVALLO, F.; PALMERO, J. 2015. Compressive myelopathy caused by epidural haematoma associated with fibrocartilaginous embolism in a horse. Equine Vet. Educ. 27(8):405- 409.

DYCE, K.; SACK, W.; WENSING, C. 2010a. The Neck, Back, and Vertebral Column of the Dog and Cat. In: Textbook of Veterinary Anatomy. 4^a ed. Elsevier. St.Louis, Missouri, USA. pp. 407-413.

DYCE, K.; SACK, W.; WENSING, C. 2010b. The Nervous System. In: Textbook of Veterinary Anatomy. 4^a ed. Elsevier. St.Louis, Missouri, USA. pp. 268-332.

DYCE, K.; SACK, W.; WENSING, C. 2018. The Neck, Back, and Vertebral Column of the Dog and Cat. In: Textbook of Veterinary Anatomy. 5^a ed. Elsevier. St.Louis, Missouri, USA. pp. 672-693.

ESPINO, L.; SANTAMARINA, G.; VILA, M. 2012. Thoracolumbar myelopathy caused by an enlarged epidural venous plexus in a dog. J. Vet. Intern. Med. 26:823-853.

EVANS, H.; DE LA HUNTA, A. 2010a. The Skeletal and Muscular Systems. In: Guide to the Dissection of the Dog. 7^a ed. Elsevier. St.Louis, Missouri, USA. pp. 6-92.

EVANS, H.; DE LA HUNTA, A. 2010b. The nervous system. In: Guide to the Dissection of the Dog. 7^a ed. Elsevier. St.Louis, Missouri, USA. pp. 262-289.

EVANS, H.; DE LA HUNTA, A. 2013. Veins. In: Anatomy of the Dog. 4^a ed. Elsevier. St.Louis, Missouri, USA. pp. 505-531.

EVANS, H.; DE LA HUNTA, A.; HERMANSON, J. 2020a. The Skeleton. In: Anatomy of the Dog. 5^a ed. Elsevier. St.Louis, Missouri, USA. pp. 182-374.

EVANS, H.; DE LA HUNTA, A.; HERMANSON, J. 2020b. The spinal cord and meninges. In: Anatomy of the Dog. 5^a ed. Elsevier. St.Louis, Missouri, USA. pp. 1355-1406.

EVANS, H.; DE LA HUNTA, A.; HERMANSON, J. 2020c. The veins. **In:** Anatomy of the Dog. 5^a ed. Elsevier. St.Louis, Missouri, USA. pp. 1170-1227.

FOSSUM, T. 2019. Surgery of the Cervical Spine. **In:** Small Animal Surgery. 5^a ed. Elsevier. Philadelphia, USA. pp. 1365-1403.

GARAVITO, N.; LEÓN, A. 2015. Embolismo fibrocartilaginoso de la médula espinal en caninos. Rev. Zootecnia. 2(1):12-19.

GÓMEZ, J.; FREEMAN, L. 2003. Revisión del plexo venoso vertebral en el perro. Int. J. Morphol. 21(3):237-244.

GORDON-EVANS, W. 2016. Neurologic Surgery. **In:** Griffon, D.; Hamaide, A. (Eds). Complications in small animal surgery. Wiley Blackwell. Liege, Belgium. pp. 577-625.

GUTHRIE, J.; FITZPATRICK, N. 2018. Surgical management of cervical vertebral fractures in two dogs with severe concurrent vertebral venous plexus hemorrhage. Open Vet. J. 1(1): 1-7.

HIGGINBOTHAM, M.; LANZ, O.; CAROZZO, C. 2015. Minimally invasive techniques for spinal cord and nerve root decompression. **In:** Fingerroth, J.; Thomas, W. (Eds.). Advances in intervertebral disc disease in dogs and cats. John Wiley & Sons Ltd. Ames, Iowa, USA. pp. 289-292.

HOOGLAND, P.; VORSTER, W.; GROEN, R.; KOTZÉ, S. 2012. Possible thermoregulatory functions of the internal vertebral venous plexus in man and various other mammals: evidence from comparative anatomical studies. Clin. Anat. 25(4):452-460.

KANEKO, K.; HARVEY, J.; BRUSS, M. 2008. Clinical Biochemistry Domestic Animals. 6ª ed. Elsevier. Burlington, USA. 904 p.

KÖNIG, H.; LIEBICH, H. 2011. Anatomía de los Animales Domésticos. 2ª ed. Panamericana. Madrid, España. 720 p.

KÖNIG, H.; LIEBICH, H. 2020. Veterinary Anatomy of Domestic Animals. 7ª ed. Thieme. Stuttgart, Alemania. 859 p.

KUMAR, M. 2015. The Vertebral Column. **In:** Clinically Oriented Anatomy of the Dog and Cat. 2ª ed. Linus Learning Ronkonkoma, New York, USA. pp. 791-842.

LANG, J.; SEILER, G. 2010. Neuroradiology. **In:** Jaggy, A.; Platt, S. (Eds). Small animal neurology. Schlütersche. Hannover, Germany. pp. 87-152.

MAI, W. 2018. Magnetic resonance imaging and computed tomography features of canine and feline spinal cord disease. **In:** Thrall, D. (Eds). Textbook of veterinary diagnostic radiology. 7ª ed. Elsevier. St.Louis, Missouri, USA. pp. 271-304.

MARTIN-VAQUERO, P.; DA COSTA, R. 2014. Magnetic resonance imaging features of great danes with and without clinical signs of cervical spondylomyelopathy. J. Am.Vet. Med. Assoc. 245(4):393–400.

MENDOZA, P. 2011. Descripción de los patrones mielográficos postquirúrgicos en perros con hernia discal toracolumbar tipo 1. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. U. Chile, Fac. Medicina Veterinaria. 57 pp.

MORABITO, S.; AURIEMMA, E.; ZAGARELLA, P.; MERCURIALI, E.; DOMENECH, O.; GANDINI, O.; GAGLIARDO, T.; ZINI, E.; SPECCHI, S. 2017. Computed tomographic and angiographic assessment of spinal extradural arteriovenous fistulas in a dog. *Can. Vet. J.* 58:275-279.

NICKEL, R.; SCHUMMER, A.; SEIFERLE, E. 1981. *The Circulatory System, The Skin, and the Cutaneous Organs of the Domestic Mammals.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Berlin and Hamburg, Germany. 3 v. 610 p.

OLIVEIRA, P. 2012. *Músculo Autógeno na hemostasia temporária do plexo venoso vertebral ventral de coelhos submetidos á hemilaminectomia toracolombar.* Dissertacao de Mestrado. Santa Maria, Brasil. U. Federal de Santa Maria, 30 pp.

POPESKO, P. 1990. *Atlas de Anatomía Topográfica de los Animales Domésticos.* 2ª ed. Salvat Editores. Barcelona, España. 1 v. 208 p.

RHUE, K.; TAYLOR, A.; COLE, R.; WINTER, R. 2017. Bilateral vertebral venous sinus thrombosis causing cervical spinal cord compression in a dog. *Front. Vet. Sci.* 4(8):1–6.

ROJAS, R. 2016. *Descripción del Plexo Venoso Vertebral Interno en equinos.* Memoria para optar al Título de Médico Veterinario. Valdivia, Chile. U. Austral. Fac. Cs. Veterinarias. 29 pp.

ROS, C.; FERNÁNDEZ-FLORES, F.; DE LA FUENTE, C.; PI, D.; AÑOR, S.; PLANELLAS, M.; PUMAROLA, M. 2018. Tumour-to-tumour metastasis phenomenon: metastatic prostatic adenocarcinoma within an anaplastic oligodendroglioma in the brain in dog. *J. Comp. Pathol.* 165:62-66.

ROSSMEISL, J.; WHITE, C.; PANCOTTO, T.; BAYS, A.; HENAO-GUERRERO, N. 2013. Acute adverse events associated with ventral slot decompression in 546 dogs with cervical intervertebral disc disease. *Vet. Surg.* 42(7):795-806.

ROSSMEISL, J. 2017. Cerebrospinal fluid collection analysis and myelography. **In:** Ettinger, S.; Feldman, E.; Cote, E. (Eds). *Textbook of veterinary internal medicine.* 8ª ed. Elsevier. St.Louis, Missouri, USA. pp. 1241-1245.

RUBERTE, J.; SAUTET, J. 1995. Atlas de anatomía del perro y del gato. Multimédica. Barcelona, España. v.1. 104 p.

SALAZAR, S. 2017. Pasantía con énfasis en Medicina Interna y Cirugía en el área de Pequeñas Especies, en la Clínica Veterinaria Lasallista Hermano Octavio Martínez López. Memoria Título Médico Veterinario. Antioquia, Colombia. U. Antioquia, Fac. Cs. Adm y Agrop. 66 pp.

SÁNCHEZ-MASIAN, D.; BELTRÁN, E.; MASCORT, J.; LUJÁN-FELIU-PASCUAL, A. 2012. Enfermedad discal intervertebral (I): anatomía, fisiopatología y signos clínicos. *Clin. Vet. Peq. Anim.* 32(1):7-12.

SANTALUCIA, S.; COSTA, J.; SOUZA, V.; RAISER, A. 2012. Síndrome da dilatação volvo gástrica em cães. *Cienc. Rural.* 42(8):122-130.

SHORES, A. 2017. Thoracolumbar Hemilaminectomy. **In:** *Current Techniques in Canine and Feline Neurosurgery.* Wiley Blackwell. New York, USA. pp. 179-182.

SKERRITT, G. 2018. Venous Drainage of the Spinal Cord and Brain. **In:** *King's Applied Anatomy of the Central Nervous System of the Domestic Mammals.* 2ª ed. John Wiley & Sons. Garsington Road, Oxford, UK. pp. 25-32.

SMOLDERS, J.; KNELL, S.; PARK, B.; POZZI, A.; MEIJ, B.; STEFFEN, F. 2020. The effects of foraminotomy and intervertebral distraction on the volumen of the lumbosacral intervertebral neurovascular foramen: An ex vivo estudio. *Vet. Journ.* 256(105435):1-8.

TOBIAS, K.; SPENCER, J. 2012. Neurosurgery. In: *Veterinary Surgery Small Animal*. Elsevier. St.Louis, Missouri, USA. pp. 325-537.

TOBINICK, E. 2010. El sistema venoso cerebroespinal: Anatomía, fisiología e implicaciones clínicas. *Arch. Med. Vet.* 1(1):1-10.

TORRES, C. 2019. Revisión bibliográfica de la rehabilitación aplicada a las hernias discales. Trabajo de Fin de Grado Veterinaria. Zaragoza, España. U. Zaragoza. Fac. Veterinaria. 34 pp.

VERNON, J.; DURAND, A.; GUEVAR, J.; JOSÉ- LÓPEZ, R.; HAMMOND, G.; STALIN, C.; GUTIERREZ-QUINTANA, R. 2016. Vertebral venous system abnormalities identified with magnetic resonance imaging in sighthounds. *Vet. Radiol. Ultrasound.* 58(4):399-410.

WISNER, E.; ZWINGENBERGER, A. 2015. Vertebral column & spinal cord. In: atlas of small animal CT and MRI. John Wiley & Sons. Ames, Iowa, USA. pp. 281-386.