



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA

ESTUDIOS MORFOLÓGICO COMPARATIVO DE LA
INERVACIÓN VAGAL EFERENTE A LOS GANGLIOS
CELIACOS EN LA HEMBRA Y EL MACHO PERRO
DOMÉSTICOS (*Canis familiaris*)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

Médico Veterinario y Zootecnista

PRESENTA

Ariel Negrin Orea

DIRECTOR DE TESIS

César F. Pastelín Rojas

Codirectores

Erick Cecilio Fernández Meneses

Arnulfo Villanueva Castillo

Asesor

Carolina Morán Raya



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESTUDIOS MORFOLÓGICO COMPARATIVO DE LA INERVACIÓN VAGAL EFERENTE A LOS GANGLIOS CELIACOS EN EL MACHO Y LA HEMBRA PERRO DOMÉSTICOS (*Canis familiaris*)

Tesis

Para obtener el título de

Médico Veterinario y Zootecnista

Presenta

Ariel Negrin Orea

Director de Tesis

Cesar F. Pastelín Rojas

Codirectores

Erick Cecilio Fernández

Arnulfo Villanueva

Asesora

Carolina Morán Raya

Tecamachalco, Puebla Febrero 26 del 2025

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Hospital Universitario de pequeñas especies de Tecamachalco, Puebla., por brindarme el apoyo con sus instalaciones para poder llevar a cabo el desarrollo de mi trabajo de Tesis. También quiero agradecer el apoyo de la VIEP (Proyecto VIEP-00435), PRODEP (BUAP-PTC-476) y CONAHCYT (CFPR 172023) por brindarme los recursos y herramientas para culminar mi proyecto de tesis.

A mi director.

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento por su dedicación y liderazgo en nuestra Universidad. Su compromiso con la excelencia académica y el bienestar de los estudiantes ha creado un entorno enriquecedor y motivador.

A mis codirectores

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento por tu guía experta, apoyo inquebrantable y dedicación durante el proceso de elaboración de mi tesis

A mi asesora

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a mi asesora, quien ha sido mi guía a lo largo de este proceso. Su experiencia, paciencia y sabiduría han sido de un valor incalculable para mi desarrollo personal y profesional.

A la Facultad de Medicina Veterinaria de la BUAP

Agradezco de corazón a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por ser mi faro en el camino hacia el logro de conseguir mi sueño. Su dedicación a la excelencia académica y su compromiso con la formación de profesionales me han inspirado profundamente.

DEDICATORIAS

A mi madre

Gracias infinitas a mi madre, por su amor incondicional y su apoyo moral. Su fe en mí, incluso en los momentos más difíciles, ha sido el pilar de este logro. Sin ti, todo esto no habría sido posible. Su amor y sacrificio han sido la luz que guio mi camino a través de este viaje académico.

A mi hermano

También expreso mi gratitud a mi hermano, quien supo brindarme su tiempo para escucharme y apoyarme en mi camino académico.

A mis amigos

Un sincero agradecimiento a todos mis amigos y compañeros que estuvieron conmigo en los momentos de estrés, alegría durante este largo y retador camino. Su apoyo, confianza, soporte y cariño han sido invaluable. Cada uno de ustedes ha contribuido a mi fortaleza y ánimo de una manera u otra. Gracias por ser mi punto de apoyo, mi equipo de aliento y, lo más importante, la familia que yo elegí.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	6
INTRODUCCIÓN.....	8
Área abdominal en perros.....	8
Sistema nervioso periférico.....	10
Inervación del área abdominal	13
Nervios craneales.....	15
Nervio vago (X).....	16
Plexos nerviosos.....	18
Plexos abdominales	18
Ganglio celiaco	21
Complejo ganglionar	22
ANTECEDENTES	23
JUSTIFICACIÓN.....	29
OBJETIVO GENERAL.....	30
OBJETIVOS PARTICULARES.....	30
MATERIALES Y METODOS	31
DISEÑO EXPERIMENTAL.....	32
RESULTADOS.....	33
DISCUSIÓN.....	42
Figura 24. Esquema del recorrido de craneal a caudal del nervio vago al plexo celiaco en hembra.	44
.....	45
Figura 25. Esquema del recorrido de craneal a caudal del nervio vago al plexo celiaco en macho.....	45
CONCLUSIÓN	46
ANEXO.....	47
TABLA DE INFORMACION DE CANINOS.....	48
REFERENCIAS	52

RESUMEN

En los mamíferos el área abdominal exhibe una complejidad anatómica y funcional. En esta zona se encuentran órganos viscerales, así como glándulas, musculatura esquelética, nervios y ganglios, se ubica entre el tórax y la pelvis. La actividad de estas estructuras subyace procesos fisiológicos como el metabolismo, los movimientos peristálticos y diafragmáticos, la homeostasis de las sustancias químicas de la sangre, etc. El adecuado funcionamiento de estos procesos fisiológicos requiere de la colaboración del sistema nervioso periférico para su regulación. De aquí que, es importante conocer y entender la relación de las estructuras nerviosas con sus órganos blanco. Ante ello, nos podrá ayudar a comprender patologías nerviosas autonómicas y con ello llevar a la práctica algún tratamiento como la electro-estimulación o bloqueos farmacológicos en nervios o/y ganglios. Por otra parte, son pocos los estudios anatómicos realizados en perros en donde aborden la relación de nervios con ganglios periféricos, sabiendo de gran importancia que conlleva esta vinculación. De ahí que, el objetivo del presente trabajo de tesis consistió en describir a detalle la organización anatómica del nervio vago y su conexión al plexo celiaco en la hembra y el macho perro doméstico. Se utilizaron 10 cadáveres de perros mestizos adultos: Cinco perras y Cinco perros adultos con un peso corporal promedio de 12 a 13 kg. Los biomodelos de los Canis se colocarán en decúbito lateral derecho para proceder a realizar la disección macroscópica del nervio vago y del plexo celiaco, así como de sus nervios. Los resultados de anatomía gruesa de la región cervical se notó dos tipos de organización anatómica. La más común se presentó en el 90% de los Caninos domésticos. El nervio vago establece comunicación con la cadena simpática ganglionar. En los caninos el nervio vago durante su recorrido de cervical a abdominal emergen fibras, forman anastomosis y plexos. Por otra parte, el nervio vago derecho e izquierdo más envían ramas para determinar la organización del plexo celiaco y establecer comunicación con el ganglio celiaco. Respecto, al ganglio celiaco se observan tres variantes, siendo la de medialuna y el triángulo. La forma de cápsula fue la menos frecuente en todos los perros analizados. En conclusión

observamos que en los perros hembras y machos, los nervios vagos establecen comunicación con el ganglio celíaco vía el plexo celiaco. Esta interacción entre ambos nervios vagos y su conexión con el plexo celíaco forma una vía de comunicación parasimpática y sensorial hacia todos los órganos torácicos y abdominales.

INTRODUCCIÓN

En los mamíferos el área abdominal exhibe una complejidad anatómica y funcional. En esta zona se encuentran el estómago, el intestino delgado, el intestino grueso, el hígado, el bazo, el páncreas, los riñones, así como glándulas, musculatura estriada y nervios, se ubica entre el tórax y la pelvis. La actividad de estas estructuras subyace procesos fisiológicos de degradación y absorción de alimentos, el mantenimiento de un medio interior constante, procesos regulación y liberación de las sustancias químicas de la sangre, así como la filtración de sangre.

Área abdominal en perros

El área abdominal en caninos se divide en regiones craneales (xifoidea, hipocondrio izquierdo y derecho), medial (ombligo, lateral izquierda, umbilical) y caudal (inguinal izquierda y derecha, púbica) (Cunningham y Klein, 2009) (Figura 1). En la región craneal está conformada por el estómago; es una dilatación del tubo digestivo encargada de recibir, almacenar y digerir los alimentos. El hígado está constituido por seis lóbulos y su superficie parietal se adapta a la abdominal; es un órgano multifuncional; destacando sus funciones vasculares, metabólicas, propias del rol de los hepatocitos en el metabolismo de proteínas, grasas e hidratos de carbono y otros; y secretoras y excretoras encargadas de la formación de bilis. La vesícula biliar que forma parte del aparato digestivo en casi todos los mamíferos excepto en los caballos. Se localiza entre los lóbulos cuadrados y medial derecho del hígado. El bazo es un órgano linfóide de gran tamaño. Recibe una gran cantidad de sangre y tiene tres funciones principales: la respuesta inmunológica frente a antígenos en la sangre, retirada de material celular, células envejecidas o defectuosas y, por último, hematopoyesis. Y el páncreas es una glándula de gran tamaño con función exocrina secreta un fluido enzimático alcalino que se vierte al duodeno a través del conducto pancreático y endocrino (Cunningham y Klein, 2009; Frandson y Spurgeon, 2003). En la región medial está conformada por los riñones (izquierdo y derecho). El riñón izquierdo se encuentra a un lado de la segunda, tercera y cuarta vértebras lumbares, en relación ventral con el colon descendente y el intestino

delgado. El riñón derecho se encuentra frente a las tres primeras vértebras lumbares, situado más craneal que el riñón izquierdo. La principal función de este órgano es la formación de la orina que se elabora tras el filtrando del plasma en la nefrona (unidad funcional del riñón). Los intestinos delgados en perro se dividen en tres partes. La primera parte, se une al estómago, es el duodeno. La porción media (y más larga) es el yeyuno, y, la parte más corta es el íleon, que conecta con el intestino grueso.

La región caudal está constituida por el intestino grueso, en el perro conecta el intestino delgado hasta el ano. El intestino grueso es más grande en diámetro que el intestino delgado. Su función principal es absorber el agua de las heces (Cunningham y Klein, 2009; Frandson y Spurgeon, 2003).

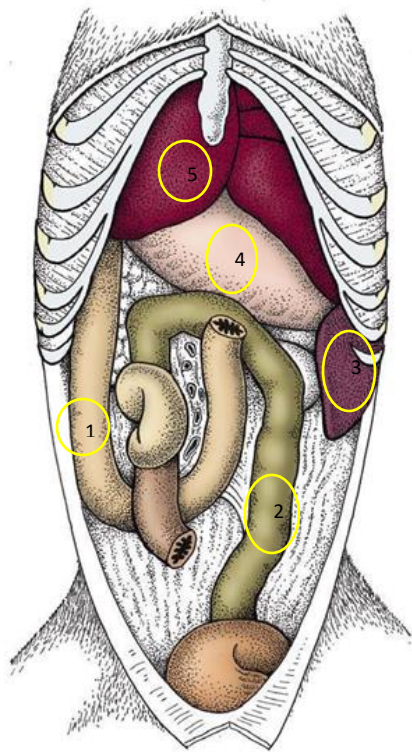


Figura 1. Ilustración de la vista ventral del área abdominal del canino doméstico se pueden observar los siguientes órganos que están de color; 1) intestino delgado, 2) intestino grueso, 3) bazo, 4) estómago, 5) pulmones.

Sistema nervioso periférico

El sistema nervioso periférico (SNP) es el encargado de controlar y regular las funciones de los órganos internos, vasos, glándulas y garantizar, al mismo tiempo, la influencia trófica de adaptación de todos los órganos del cuerpo (Serrano González y cols., 2002). El SNP anatómicamente está conformado por nervios periféricos y ganglios distribuidos por el cuerpo (Figura 2), y se divide en: Sistema nervioso somático (SNS) y sistema nervioso autonómico (SNA) (Figura 2).

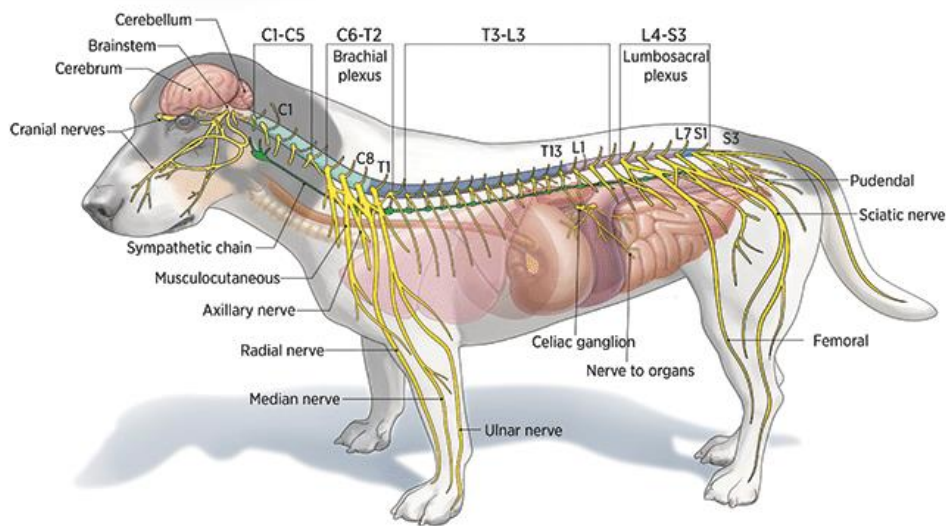


Figura 2. Ilustración de la vista lateral del Sistema Nervioso Periférico (SNP) en un canino doméstico. El SNP está constituido por nervios sensoriales aferentes, línea de color azul en encargos de llevar y de procesar la información que proviene de estímulos externos de los sentidos (el tacto, la vista, la audición, etc. Nervios motores eferentes, líneas de color negro la cual llevan los impulsos nerviosos desde el sistema nervioso central hacia las fibras musculares estriadas, para controlar los movimientos voluntarios.

Por otra parte, se distinguen dos tipos de neuronas: neuronas sensoriales y neuronas motoras (Figura 3). Por lo tanto, las fibras nerviosas formadas por estas neuronas se denominan fibras sensoriales y fibras motoras (Cunningham y Klein, 2009; Frandson y Spurgeon, 2003).

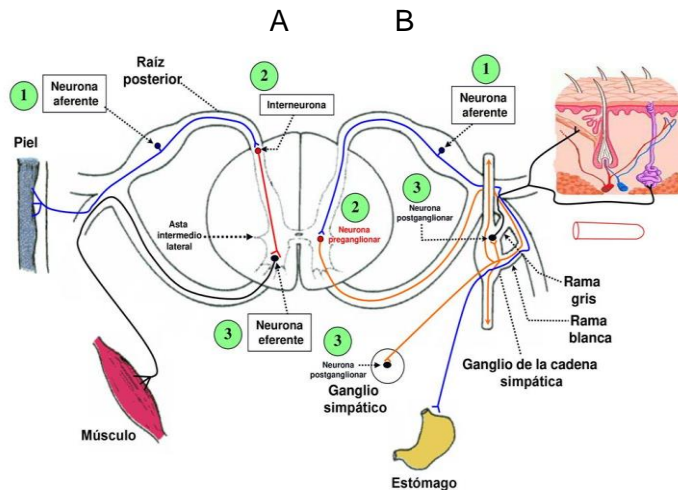


Figura 3. Sistema Nervioso Somático y Autónomo. En A: 1. Neurona aferente, 2. Interneurona, 3. Neurona eferente. En B: 1. Neurona aferente, 2. Neurona preganglionar, 3. Neurona postganglionar.

EL SNA regula las funciones corporales involuntarias, como el flujo sanguíneo, los latidos cardíacos, la digestión, la respiración, etc. Este sistema se divide en: Sistema Nervioso Simpático (SNSi) y Parasimpático (SNPa) (Figura 4 y 5). El simpático prepara al cuerpo para responder en una situación de peligro desencadenando una respuesta de lucha o huida, en donde se puede apreciar un aumento de la frecuencia cardíaca y respiración, incremento del flujo sanguíneo, secreción de sudor, dilatación de las pupilas, piloerección, etc. Esto permite a que los organismos respondan ante situaciones que requieran una acción inmediata (Cunningham y Klein, 2009; Frandson y Spurgeon, 2003).

El SNSi anatómicamente se considera como tronco simpático o cadena simpática ganglionar es constante en sus conexiones nerviosas con los nervios espinales, pero los ganglios observables no lo son (Figura 4). Los ganglios comienzan en el cuarta vertebra torácica y continúan hasta el noveno nivel torácico (El perro tienen 13 costillas, 13 niveles deben considerarse). Desde el nivel torácico 9 noveno al 13 treceavo, en el tronco aparecen como un soma rama. Las ramas llegan a la aorta desde los ganglios o ramas interganglionares del tronco izquierdo. Estas ramas están interconectadas de manera plexiforme y algunas ramas se observan ganglios

pequeños entre las ramas. A la derecha las ramas son menos numerosas y se ramifican en la pared de la vena ácigos y en el esófago (Mizeres, 1954). De ahí que, anatómicamente el SNSi se origina de los segmentos torácicos y lumbares de la médula espinal (Figura 4). El simpático consta de fibras preganglionares y postganglionares (Figura 3B). Las fibras preganglionares sus somas se ubican en el de los segmentos torácicos y lumbares. Las fibras preganglionares emergen axones cortos de los ganglios prevertebrales de la cadena simpática ganglionar, viajan hacia los ganglios paravertebrales donde hacen sinapsis con los somas de las neuronas postsinápticas. Es estos ganglios emiten fibras postganglionares largos hasta alcanzar sus órganos diana. La primera sinapsis usa acetilcolina (ACh) como neurotransmisor, en cambio en la segunda sinapsis usa la noradrenalina (NE) como neurotransmisor, motivo por el cual las vías simpáticas son llamadas vías noradrenérgicas (Cunningham y Klein, 2009; Frandson y Spurgeon, 2003) (Figura 4).

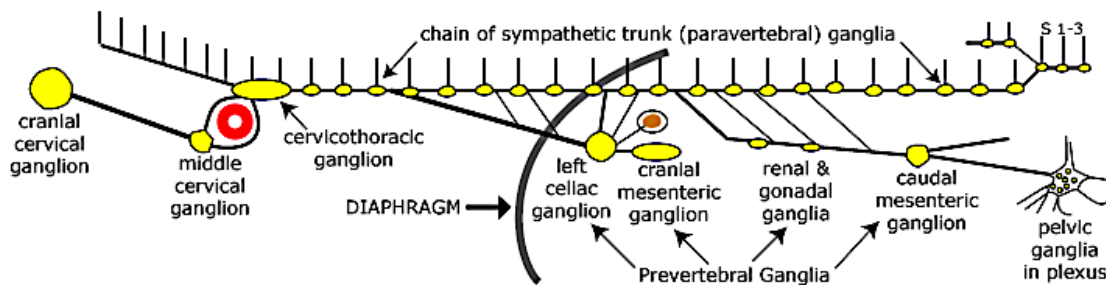


Figura 4. Organización anatómica del Sistema Nervioso Simpático en el perro doméstico.

Por otra parte, el parasimpático controla la actividad de los músculos lisos, cardiacos y de las glándulas ayuda a mantener las funciones normales del cuerpo, reduciendo la frecuencia cardiaca y respiratoria, reducirá el flujo sanguíneo, relaja los músculos, etc. Ello nos permitirá devolver nuestro cuerpo a un estado de basal. Anatómicamente el SNPa se origina del encéfalo y de los segmentos sacrales de la médula espinal (Figura 5). El parasimpático consta de fibras preganglionares y postganglionares (Figura 3B). Las fibras preganglionares son lo axones de las neuronas presinápticas o preganglionares cuyo somas se ubican en el bulbo raquídeo y de la médula espinal sacral. Las fibras presinápticas emiten axones

largos que abandonan el encéfalo y viajan hacia los ganglios parasimpáticos, también llamados ganglios paravertebrales. Una vez que llegan a estos, las fibras presinápticas hacen sinapsis con los somas de las neuronas postsinápticas de los ganglios paravertebrales. Las cuales emiten fibras postganglionares cortas para alcanzar sus órganos diana. Las dos sinapsis llevadas en estas vías nerviosas usan la ACh como neurotransmisor, motivo por el cual las vías parasimpáticas son llamadas vías colinérgicas (Cunningham y Klein, 2009; Frandson y Spurgeon, 2003) (Figura 5).

Los somas de las neuronas presinápticas que inervan las estructuras de la cabeza y del cuello se les conoce como núcleos ubicados en el bulbo raquídeo. De los cuales emergen los nervios craneales oculomotor (III par craneal), facial (VI par craneal), glosofaríngeo (IX par craneal) y vago (X par craneal, Figura 5). En cambio los somas de las neuronas presinápticas que inervan las vísceras del tórax, abdomen y pelvis se les conoce como neuronas sacras y se ubican dentro del asta gris de los segmentos sacros (S1-S3 de la médula espinal). Es por esto que sus fibras viajan junto con los ramos del plexo sacro (Cunningham y Klein, 2009; Frandson y Spurgeon, 2003).

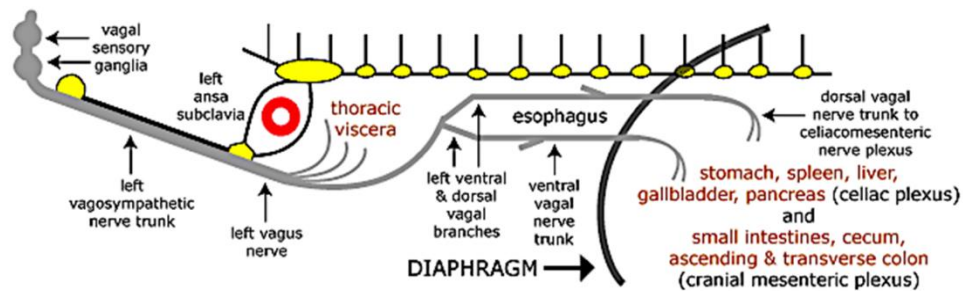


Figura 5. Organización anatómica del Sistema Nervioso Parasimpático en el perro doméstico.

Inervación del área abdominal

En el perro como en todos los mamíferos los órganos abdominales reciben inervación simpática y parasimpática con fibras mixtas de tipo aminérgica, colinérgicas y peptidérgica (Akiyoshi y cols. 1998). La inervación visceral del

abdomen corre a cargo de los nervios esplácnicos con origen en la cadena simpática, que conectan con los nervios espinales mediante ramas comunicantes de los segmentos Torácicos 13 (T13) y Lumbares (L2) (Gonçalves y cols., 2021) (Figura 6).

Esta inervación simpática a su vez se conecta con el plexo celiaco (PC), constituido por los ganglios celiacos (izquierdo y derecho) y el ganglio mesentérico superior (GMS). La inervación parasimpática viaja a través del nervio vago (anterior y posterior) o tronco vago. El nervio vago posterior (anterior) viaja directamente hasta los ganglios celiacos. Por su parte, el nervio vago anterior (dorsal) se ramifica en dos nervios anterior y posterior. Ambos nervios conforman el plexo hepático o plexo nervioso hepático, en donde el nervio posterior pasa al hígado a lo largo del vaso porta y se ramifica alrededor del conducto biliar y de la vena porta, es donde se comunica con el nervio anterior. El nervio anterior corre descendente por la vena cava inferior hasta llegar a arteria hepática para formar una malla de nervios y de uno o dos ganglios hepáticos (ganglio (s) hepático (s) ventral) para después conectarse con el ganglio celiaco (GC) (Akiyoshi y cols.,1998; González, y cols.,2002).

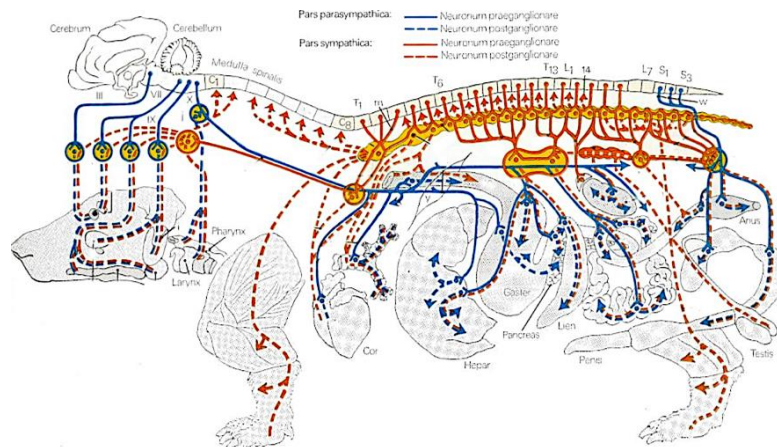


Figura 6. Inervación simpática y parasimpática del área abdominal en el perro doméstico. Las fibras simpáticas se indican con rojo y las parasimpáticas con azul. C1 a C8, región cervical; T1 a T13, región Torácica; L1 a L7, región lumbar; S1 a S3 región sacral; III, Nervio oculomotor; VII, Nervio facial; IX, Nervio glossofaríngeo; X, nervio vago.

Nervios craneales

Los nervios craneales y los nervios espinales, conforman el SNP. Son 12 pares craneales que emergen desde los forámenes y fisuras del cráneo (Figura 7). Su orden numérico en número romanos del I al XII está determinado según la ubicación de salida del cráneo (rostral a caudal). Los nervios craneales se originan de núcleos en el cerebro (Olivares y cols., 2004). Dos se originan del prosencéfalo (olfatorio y óptico), uno tiene un núcleo en la médula espinal (accesorio) y los restantes se originan del tronco encefálico (Salinas, 2010). Los pares craneales proporcionan información motora parasimpática y sensitiva a las estructuras de la cabeza y el cuello, controlando las actividades de esta región (Anexo 1). Solamente el décimo par craneal (nervio vago) se extiende más allá del cuello para inervar los órganos torácicos y abdominales (Olivares, 2004) (Figura 7).

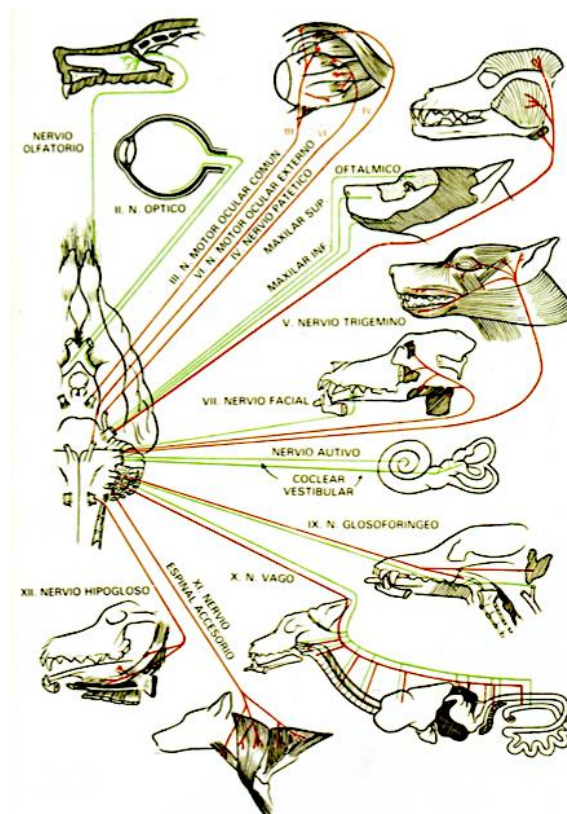


Figura 7. Origen y distribución de los nervios craneales en el perro doméstico. Las fibras aferentes se indican con verde y las eferentes con rojo.

Nervio vago (X)

El vago es el nervio craneal más largo e inerva órganos del cuello, el tórax y el abdomen. Su origen en el SNC es el tronco encefálico (Hudson y Cummings, 1985). Específicamente, el núcleo motor dorsal del vago y el núcleo ambiguo (núcleo retrofacial) representan los centros de origen de las fibras eferentes del nervio (Hudson y Cummings, 1985; Olivares y cols., 2004; Salinas, 2010). El núcleo motor dorsal del vago es el origen del componente visceromotor eferente del vago (Piñeiro, 2012). El nervio vago (NV) transmite señales sensitivas 80% de fibras aferentes y motoras (20% de eferentes) al paladar, la faringe, la laringe, la tráquea, el corazón, el esófago, el tracto respiratorio inferior y tracto gastrointestinal hasta el colon transversal (Piñeiro, 2012; Figura 7).

El NV (izquierdo y derecho) se originan respectivamente de la cara dorsolateral de la médula oblongata, sale del agujero yugular (foramen yugular) y de la fisura tímpano-occipital y desciende por el cuello en la vaina carotídea (tejido conectivo fibroso que envuelve a la arteria carótida común, parte de la arteria carótida interna-externa, la vena interna, parte del nervio laríngeo recurrente y los ganglios linfáticos cervicales profundos (Evans y Kitchell, 1993). En el interior de la vaina carotídea, el NV se une al tronco simpático dentro de un epineuro común para formar el tronco vago-simpático, antes de separarse de la cadena simpática a nivel de la entrada torácica (Yap y Pratschke, 2016). A este nivel, el NV cervical muestra un fascículo nervioso grande constituido por fibras largas de tipo A, pequeñas fibras de tipo B mielínicas y fibras C amielínicas rodeado por tejido conectivo (epineuro) y en donde el nervio vago derecho (NVD) diverge un pequeño nervio simpático (Yoo y cols., 2013). Posteriormente, el NV (derecho e izquierdo) corren dorsal y caudal a la raíz de los pulmones en ramos dorsal (anterior) y ventral (posterior). Los ramos a nivel del diafragma se les conoce como troncos. Los troncos después de atravesar el diafragma, corre dorsal (nervio vago dorsal) y ventral (nervio vago ventral) a lo largo de la parte terminal (incisura del cardias) del esófago (Ando y cols., 2008) (Figura 8). El NV dorsal (vago izquierdo) inerva el cuerpo gástrico y a nivel de la curvatura menor diverge hacia la raíz de la arteria gástrica izquierda. Esta rama se denomina

rama celiaca que se dirige en dirección dorso-caudal hacia el duodeno (Ando y cols., 2008). La rama principal del nervio vago (vago derecho) prosigue su recorrido a lo largo de la arteria hepática común donde se distribuirá para conformar el plexo mesentérico craneal y el plexo celiaco (Lautt, 1983). Estos plexos son redes nerviosas asentadas alrededor y a lo largo de los vasos abdominales (Hilsabeck y cols., 1950; Ando y cols., 2008). Continuando, con su recorrido del NV dorsal sobre el estómago se observa la rama hepática y la rama antral cuyos axones preganglionares inervan la cara visceral de estómago, incluyendo al píloro (Hilsabeck y cols., 1950; Ando y cols., 2008). El tronco ventral corre descendente por la vena cava hasta llegar a la arteria hepática. Es en esta región donde se bifurca en anterior y posterior, durante su trayecto las ramas se interconectan para formar el plexo nervioso hepático (conformado por el nervio anterior y posterior, además de pequeños ganglios hepáticos). El plexo nervioso se diverge para inervar el cuerpo gástrico, al hígado y al píloro (rama pilórica del vago) (Ando y cols., 2008). El trayecto final del troco ventral se establecerá con la conexión con el ganglio celiaco (Akiyoshi y cols. 1998; González, y cols.,2002). Finalmente, los nervios postganglionares que emergen de los plexos inervan los órganos abdominales y tan lejos como hasta la flexura cólica izquierda del colon (Akiyoshi y cols. 1998; González, y cols., 2002).

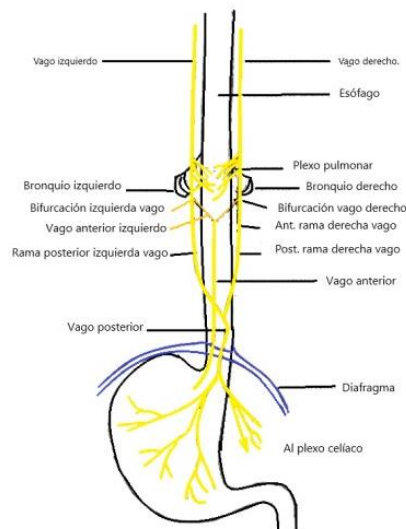


Figura 8. Vista posterior de la inervación lateral izquierda y derecha del nervio vago en el perro doméstico, abarcando cavidad torácica y abdominal.

Plexos nerviosos

Un plexo es una interconexión en red de fibras de los ramos anteriores de los nervios espinales (raíces) y se pueden diferenciar en plexos espinales, de los cuales forman sucesivamente (de proximal a distal), los troncos, divisiones, fascículos o cordones y nervios periféricos (ramos terminales), de estos ramos terminales mixtos se ramifican e interconectan para conformar plexos autonómicos (Gabella, 2004; Figura 9), los cuales constituyen grupos de ganglios autonómicos (Figura 10). Un ganglio autonómico son un grupo células neuronales (neuronas motoras y sensoriales), axones aferentes y eferentes, células SIF (células pequeñas intensamente fluorescentes), células gliales (células de Schwann y células satélite), células vasculares, mastocitos y fibroblastos (Gabella, 1995).

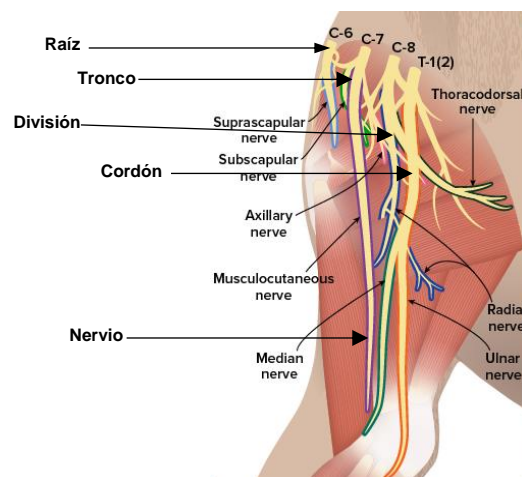


Figura 9. Ilustración anatómica de las partes que constituyen un plexo nervioso en el perro doméstico.

Plexos abdominales

En la cavidad abdominal de los Caninos se describen dos plexos nerviosos. El plexo nervioso hepático y el plexo celiaco. El plexo hepático es denso y, a menudo, cubre por completo su superficie adventicia, se sitúa en posición ventral entre el conducto biliar común y la vena cava inferior. Es en esta región donde el plexo hepático envía

ramas directas al conducto biliar común y a la porción pilórica del estómago (cerca del origen de la arteria pilórica cerca). El plexo también envía ramas que discurren ventralmente a la vena porta y entran en el páncreas. Se distinguen un plexo anterior y posterior. El plexo anterior forma una red nerviosa a lo largo de la arteria hepática común y la arteria gastroduodenal. De la arteria gastroduodenal el plexo anterior envía filamentos al duodeno, el páncreas y la porción terminal del conducto biliar común (Mizeres, 1954). El plexo posterior corre adosada a la vena cava entre el conducto biliar y la vena arteria hepática común, entre la arteria hepática y la vena porta, este plexo se interconecta con el plexo anterior (Lautt, 1983).

El PC es una densa red nerviosa que rodea a la vena cava superior, localizado alrededor y entre la arteria celiaca junto a la arteria mesentérica superior extendiéndose bajo las dos glándulas suprarrenales, entre los dos riñones, dorsal al estómago, y a la vena cava inferior (Figura 10). Este plexo recibe contribución del nervio esplácnico mayor, menor, del plexo hepático y del nervio vago. En dicho plexo se combinan las fibras nerviosas del sistema nervioso simpático y del parasimpático (Figura 10). El PC está constituido por un complejo ganglionar, el cual está conformado por el GMS y el GC. Estos ganglios contribuyen a la inervación de las vísceras intra-abdominales (Mizeres, 1954).

El plexo gástrico y gastroepiploico derecho irrigan la porción derecha de la curvatura mayor y menor del estómago. Cerca de la arteria cística algunas ramas que emerge del plexo gástrico y gastroepiploico irrigan el conducto cístico, la vesícula biliar y la parte proximal del ducto común biliar. Las ramas terminales de la arteria hepática corren ramas del plexo hepático, estas ramas ingresan a los lóbulos del hígado a través de las arterias interlobulares en donde se anastomosan con las ramas hepáticas del nervio gástrico ventral. Por otra parte, el plexo gástrico izquierdo (ubicado en la arteria gástrica izquierda) envía ramas a la porción izquierda de la curvatura menor del estómago, entre las áreas fúndica y cardiaca del estómago en donde estas ramas se anastomosan con ramas del nervio gástrico ventral (cerca del área cardíaca y los filamentos de las arterias gástrica) (Mizeres, 1954).

El plexo esplácnico envía ramas al bazo, el cuerpo, la cola del páncreas, y a la porción izquierda de la curvatura mayor del estómago a través de la arteria gastroepiploica izquierda. El plexo esplácnico se comunica con el GC.

El plexo frénico es bilateral y está conformado por ramas del nervio frénico, ramas del GC y ramas del nervio gástrico dorsal. El ganglio frénico se encuentra junto al ganglio celiaco izquierdo y a lo largo del la arteria frénica.

El plexo suprarrenal es bilateral, conformado por una densa red de ramas que inervan a la glándula suprarrenal. Entre la red de este plexo se observan diminutos ganglios suprarrenales. Estos ganglios se observan a lo largo de las ramas que van desde los ganglios celiacos hasta la glándula suprarrenal.

El plexo renal se forma a partir de ramas que surgen del ganglio esplácnico y ganglio aorticorrenal. Entre sus haces se encuentran uno o dos ganglios renales. El plexo renal desciende hasta alcanzar la pared de la arteria renal, cuando ingresa al seno renal.

El plexo mesentérico craneal no apareado está formado por el ganglio mesentérico craneal con contribuciones de ambos ganglios celiacos. También se observó que ramas del nervio gástrico dorsal ingresan directamente al plexo mesentérico. Ramas del plexo mesentérico corren en dirección a la arteria mesentérica craneal hasta el intestino delgado, parte del intestino grueso y a la porción distal del colon transverso.

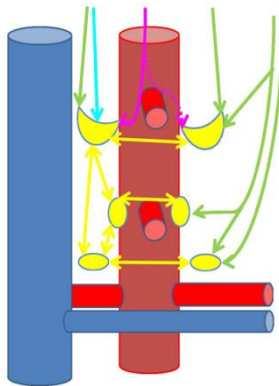


Figura 10. Ilustración anatómica del plexo celiaco. En verde, nervio esplácnico; En amarillo, plexo ganglionar; en rosa, nervio vago; en celeste, nervio frénico.

Ganglio celiaco

Varias neuronas del SNA están situadas en los ganglios y pueden dividirse sistemáticamente en prevertebrales, paravertebrales, intramurales y paraviscerales (Furness, 2006). El GC, un importante ganglio prevertebral, se observan dos ganglios (ganglio celiaco derecho y un ganglio izquierdo), se sitúan junto a la aorta abdominal y bilateralmente entre la arteria celiaca (Chien y cols. 1991) (Figura 11). Estos ganglios une el SNC con el SNP, participando en la coordinación de los reflejos periféricos e innervando principalmente el estómago, los intestinos, las glándulas accesorias (hígado y páncreas). A los ovarios vía ganglio ováricos, GMS y GC (Chien y cols. 1991). Además, el GC también contribuye a la innervación del bazo y tiene un papel en el control de la motilidad gastrointestinal (Furness, 2006). Por otro parte, ambos ganglios celíacos reciben innervación simpática y parasimpática. Siendo el GC derecho quien recibe un aporte mayor de la innervación parasimpática (Mizeres, 1954).

El GC se observa un complejo ganglionar (ganglio meséntérico superior, ganglio aorticorrenal, ganglio esplácnico y ganglios paravertebrales) conectado por una red de fibras nerviosas (Chien y cols. 1991; Figura 11) y por varias unidades ganglionares separadas por fibras de colágeno tipo I y III, predominantemente fibras nerviosas amielínicas y capilares continuos. Este complejo está rodeado por una cápsula de doble capa (interna y externa). Las neuronas ganglionares con formas circular y fusiforme, sus núcleos excéntricos con uno o dos nucléolos. Alrededor de cada neurona se observan células de tipo glial (células satélites), que junto con las fibras de colágeno componen la cápsula glial. Estas estructuras junto con los axones y los vasos caracterizaron el neuropilo, envolviendo el ganglio neuronas. Además, observan mastocitos, pericitos y fibroblastos y las células pequeñas intensamente fluorescentes (SIF). De las SIF se observan dos subtipos. El primer tipo se ubican cerca de los capilares fenestrados. El segundo tipo están dispersas dentro del ganglio y están en estrecho contacto con las dendritas o las neuronas ganglionares principales (Ribeiro y cols., 2002).

Complejo ganglionar

El ganglio mesentérico caudal está situado cerca del origen de la arteria mesentérica caudal. En la raíz, justo debajo de la arteria mesentérica craneal se encuentra el ganglio mesentérico craneal (Figura 11). Entre el ganglio mesentérico craneal único y el mesentérico caudal se encuentran el plexo intermesentérico y los ganglios ováricos. Por lo general, los ganglios ováricos se componen de dos pequeños ganglios fusiformes (2 mm x 1 mm) situados craneal y caudalmente a la arteria ovárica, respectivamente (Chien y cols. 1991).

El ganglio aórticorrenal se encuentra latero caudal al ganglio mesentérico caudal. Otros de los ganglios que conforman el complejo ganglionar es el ovárico, aórticorrenal y un pequeño ganglio triangular conocido con ganglio esplácnico que se encuentra siempre en el curso del nervio esplácnico torácico cerca del borde lateral del ganglio mesentérico caudal. Para conformar esta red ganglionar cada ganglio paravertebral y prevertebral están conectados por los nervios esplácnicos (Chien y cols. 1991) (Figura 11).

El nervio esplácnico lumbar L1 y una rama colateral del ganglio esplácnico están conectados a los ganglios aórticorrenales. Los nervios esplácnicos lumbares L2 y L3 están también conectados al ganglio ovárico craneal y caudal respectivamente. El nervio esplácnico lumbar L4 está conectado indirectamente con el ganglio mesentérico, mientras que los nervios esplácnicos L5 están conectados directamente con el ganglio mesentérico (Chien y cols. 1991).

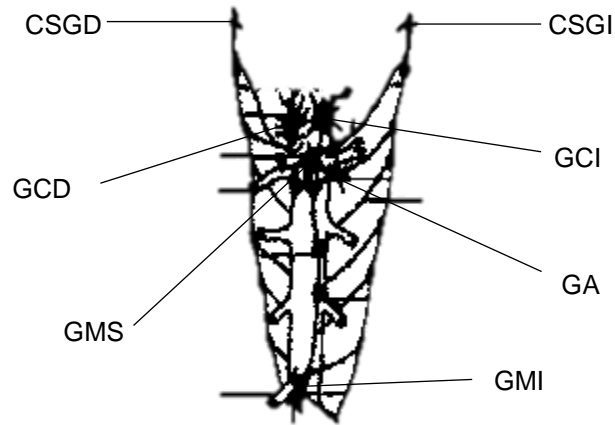


Figura 11. Ilustración anatómica de los ganglios prevertebrales (cadena simpática ganglionar) y paravertebrales. Ccomplelo ganglionar: CSGD, cadena simpática ganglionar derecha; CSGI, cadena simpática ganglionar izquierda; GCD, ganglio celiaco derecho; GCI, ganglio celiaco izquierdo; GA, ganglio aórtico renal; GMS, ganglio mesentérico superior ó craneal mesentérico; GMI, ganglio mesentérico inferior..

ANTECEDENTES

En los años cincuentas se describió en perros que los nervios vagos al separarse de sus respectivas vainas o conducto carotídeas (arteria carótida común e interna, vena yugular interna, nódulos cervicales profundos, nervios del seno carotídeo y plexos periarteriales coroideos), cada uno en la entrada del tórax se subdivide en varios haces nerviosos que corren hasta la base del corazón. Cada vago se bifurca, en donde la rama más delgada que se desprende del vago, pertenece al nervio laríngeo recurrente (derecho e izquierdo). El nervio laríngeo recurrente izquierdo cruza anterior y medial a la arteria subclavia para darle vuelta y cruzar al arco aórtico hasta la laringe. Por su parte, el nervio laríngeo recurrente cruza anterior al tronco branquicéfalo. La bifurcación gruesa o nervio vago corre a través de la pleura mediastínica a lo largo de las paredes laterales de la tráquea, pasando por debajo de la vena ácigos y cruzando la aorta para ascender diagonal para seguir su recorrido posteriormente por los hilios de los pulmones. Por debajo del nivel de la bifurcación traqueal, los nervios pasaron a descansar en las paredes laterales del esófago, todavía inmersos en la pleura mediastínica. A nivel de los hilios los nervios

vagos se ramifican y forma el plexo pulmonar (Figura 12), mientras que el nervio principal del vago continúa caudalmente. Inmediatamente debajo de este nivel, el nervio vago derecho se divide en una rama anterior y una posterior. La rama anterior cruza el esófago anteriormente y se une con la rama anterior del nervio vago izquierdo en el plano anterolateral del esófago, aproximadamente a medio camino entre el hilio y el diafragma, la rama derecha e izquierda anterior convergen para formar una sola rama (nervio vago anterior) que continúa caudalmente con el esófago perforando el diafragma a nivel del plano anterior el esófago (Figura 12). La rama posterior continua su trayecto caudalmente sobre el esófago y antes de llegar al diafragma convergerá con la rama posterior del nervio vago izquierdo para formar una sola rama (nervio vago posterior) que acompañara al esófago a través del diafragma en el plano posterolateral. El curso del NV posterior se inclina hacia el lado izquierdo de la línea media del esófago para después ramificarse a nivel de la región cardias del estómago en donde se observan varias ramas que se distribuyen en el propio estómago. Una de las ramas que corren medial lateral izquierdo del estómago corre en dirección al PC (Figura 12). Por otra parte, el nervio vago izquierdo se divide en una rama anterior y una posterior un poco más caudalmente y sus ramas de este nervio se une con el nervio vago derecho como ya se describió anteriormente (Hilsabeck y Hill, 1950).

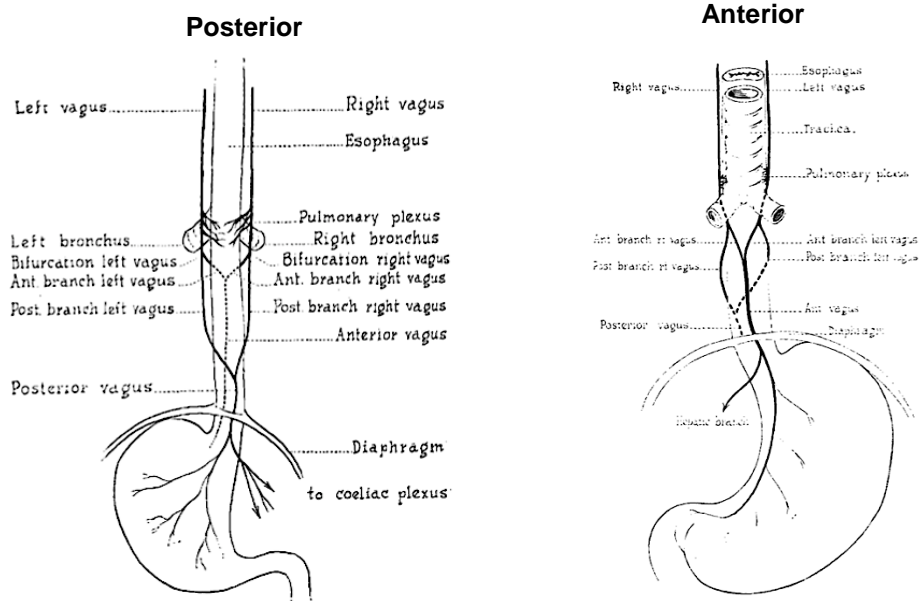


Figura 12. Ilustración posterior y anterior de la distribución del nervio vago y sus ramas en el perro.

En el perro el nervio vago derecho e izquierdo tienen un recorrido dorsal a las raíces pulmonares, envían dos ramas principales al esófago y cada uno se divide inmediatamente en una rama ventral y dorsolateral. La rama ventral se divide en rama derecha (más larga) e izquierda. Ambas ramas se fusionan en el tercio superior del esófago. En otros casos, la fusión se produce en el tercio medio del esófago. Esta fusión ventral forma el nervio gástrico ventral (Figura 13), que discurre por la superficie ventral del esófago y entra al abdomen a través del hiato esofágico. La rama dorsolateral derecha e izquierda corren lateral al esófago y luego dorsal en el tercio inferior del esófago. La fusión de las ramas dorsales se produce en el tercio inferior del esófago, para formar el nervio gástrico dorsal (Figura 13), de modo que el nervio gástrico dorsal es mucho más corto que el nervio ventral. De ahí que, el NV derecho e izquierdo ingresan a la cavidad abdominal como el nervio gástrico ventral y dorsal. El nervio gástrico ventral después de pasar el hiato esofágico, se divide en un plexo corto. De este plexo surge dos ramas, una rama hepática y otra gástrica. La rama hepática se ramifica (dos o tres ramas), las ramas corren en la parte del epiplón menor cerca de la región cardíaca del estómago uniéndose con las ramas interlobulares de la arteria hepática (figura 13). La rama gástrica se

ramifica (de tres a cuatro ramas), estas ramas irrigan la superficie ventral del estómago. La rama más gruesa de las ramas gástricas sigue la curvatura menor hasta la porción pilórica y terminan cerca del esfínter pilórico. Por otra parte, ramas que surgen del nervio gástrico ventral se anastomosan con ramas del plexo simpático a la altura de la arteria gástrica izquierda (Figura 13). El nervio gástrico dorsal (Figura 13) corre en la superficie dorsal de la región cardíaca del estómago. Es en esta zona donde se ramifica y conforma un plexo. Algunas de las ramas del plexo discurren por las arterias esofágicas inferiores (Figura 13 y 14) para anastomosarse con el GC, en la región de la porción proximal de la arteria gástrica izquierda (Figura 14), y con el ganglio mesentérico craneal. Una de las ramas (más gruesa) del ganglio mesentérico craneal corre sobre la curvatura menor, en la superficie dorsal de la porción pilórica del estómago en donde sus ramificaciones de esta rama gruesa desaparecen en su pared. El nervio gástrico dorsal corre a través del ligamento gastrofrénico hasta el plexo de las ramas terminales de la arteria hepática. La relación del NV con el GC se dice que esta constituido por un ganglio derecho y un ganglio izquierdo, ambos ganglios celíacos reciben inervación del nervio vago izquierdo. Y es el ganglio derecho quien recibe un aporte mayor de la inervación del nervio vago izquierdo (Mizeres, 1954).

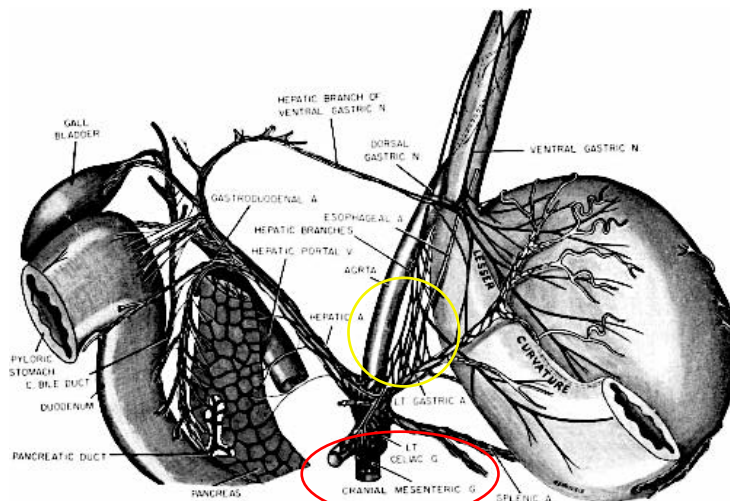


Figura 13. Plexo (círculo amarillo) y ganglios paravertebrales: ganglio celiaco y ganglio mesentérico craneal (círculo rojo) de la región superior abdominal en el perro.

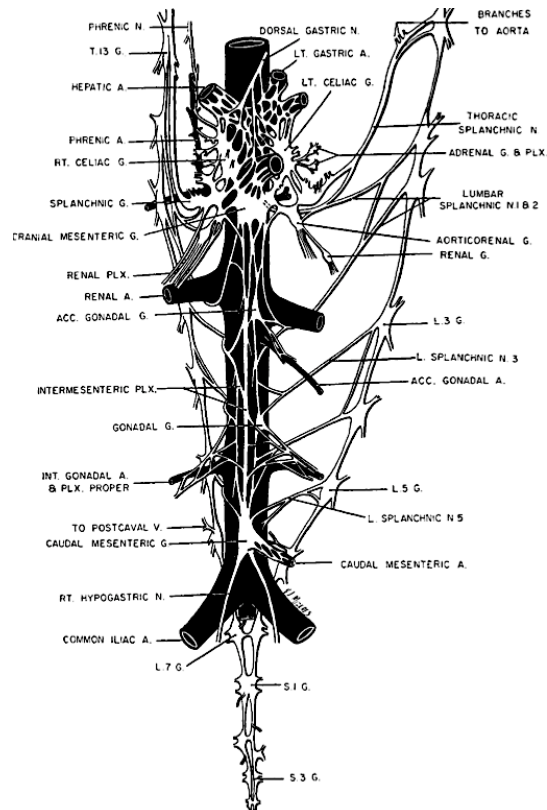


Figura 14. Complejo ganglionar celiaco, sus ramas y ganglios relacionados con el nervio gástrico en la región abdominal del perro.

El vago dorsal inerva el cuerpo gástrico y luego diverge hacia la raíz de la arteria gástrica izquierda. Esta rama se denomina rama celíaca del nervio vago. Y es esta rama que se comunica con el ganglio celiaco (Figura 15). La inyección con peroxidasa de rabano (por su siglas en ingles HRP; horseradish peroxidase) a nivel torácico-abdominal demuestra que el nervio vago tiene comunicación con el ganglio celiaco (Hudson y Cummings, 1985; Figura 16). Esta comunicación es corroborada en un estudio electrofisiológico donde describen la misma vía de conexión del nervio vago con el ganglio celiaco (Marlett y Code, 1979). Estudios mas recientes observa el mismo patron del nervio vago que los anteriores trabajos, en donde el nervio vago ventral y el dorsal corren por delante y por detrás del esófago. El nervio vago ventral inerva el cuerpo gástrico y luego diverger hacia el hígado. Además, su rama, llamada pilórica del vago, inerva el píloro. Por su parte, el nervio vago dorsal emite una rama con dirección al celiaco (Ando y cols., 2008).

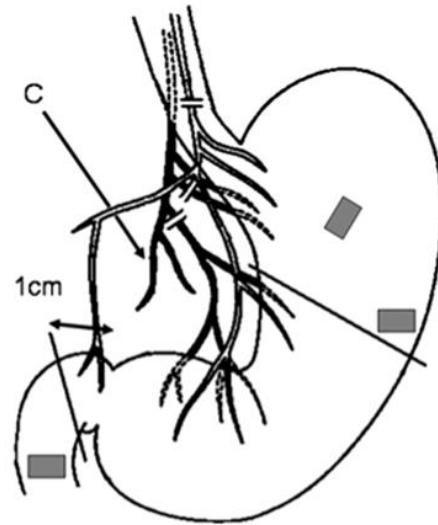


Figura 15. Ilustración de la anatomía del nervio vago ventral y dorsal en el perro. En la imagen se ilustra la relación del nervio vago dorsal con el ganglio celíaco a través de la rama celíaca del nervio vago (C).

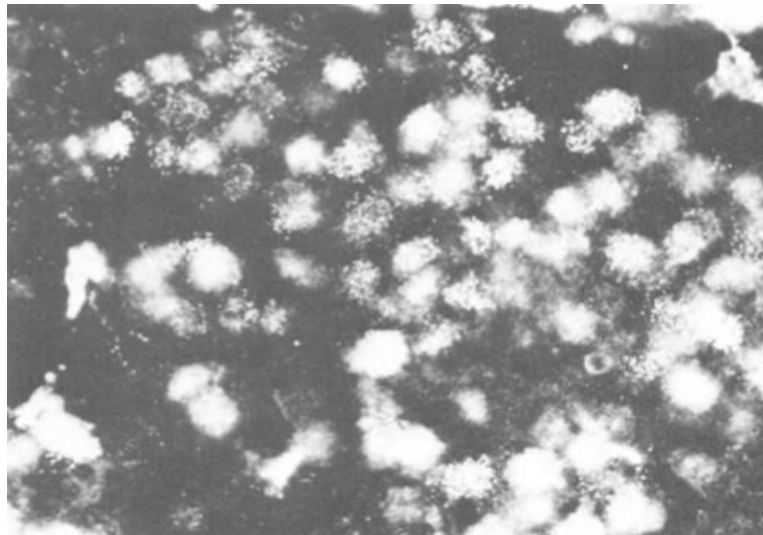


Figura 16. Fotomicrografía donde se observan células positivas a peroxidasa de rabano en el ganglio celiaco de perro.

JUSTIFICACIÓN

De acuerdo a los antecedentes revisados se puede apreciar discrepancia en la nomenclatura y en la descripción anatómica del nervio vago. Por si fuera poco, son escasos los estudios anatómicos del nervio vago en perros, y no hay un estudio reciente que unifique los criterios de nomenclatura y las variantes neuroanatómicas. Ante ello, resulta liso a la hora de la exploración o intervención quirúrgica en animales vivos; así como, en un estudio neuroanatómico *post mortem* del nervio vago en perros. Por otra parte, la intercomunicación del nervio vago con el ganglio celiaco se le resta relevancia; teniendo en cuenta que es un centro de relevo y de integración de las vías de comunicación parasimpáticas y simpáticas que controlan el correcto funcionamiento de los órganos torácicos, abdominales y pélvicos en los mamíferos. De ahí que, este estudio tiene como propósito realiza descripción detallada de neuroanatomía del nervio vago y de la intercomunicación del nervio vago con el ganglio celiaco en el perro; y por otra parte, actualizar y unificar los criterios morfo-anatómicos y de nomenclatura para facilitar su entendimiento y comprensión. Otro de los propósitos de este trabajo de tesis es comparará la neuroanatomía del nervio vago entre género; ya que es conveniente saber si el nervio vago muestran dimorfismo sexual en su inervación vagal. El conocimiento y la actualización a detalle de la inervación y de los arreglos (plexos, anastomosis) nerviosos del nervio vago en los Canidos, nos apoyará en procedimientos quirúrgicos de modelos de investigación y en el área de la salud animal para prevenir o erradicar neuropatologías periféricas por medio de los bloqueos farmacológicos, de electroestimulación o ablación nerviosa (neurectomía y gangliectomía).

OBJETIVO GENERAL

Describir con precisión la organización anatómica del nervio vago y su conexión al plexo celiaco en el macho y la hembra canino doméstico.

OBJETIVOS PARTICULARES

Caracterizar la organización anatómica del nervio vago en el macho y hembra canino doméstico.

Caracterizar la organización anatómica del plexo pélvico en el macho y la hembra canino doméstico.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron 10 cadáveres perros mestizos domésticos adultos 5 machos y 5 hembras, donados de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia del área de Cirugías de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). Los biomodelos no presentaron signos clínicos de neuropatías. Los biomodelos se colocaron en posición supina para una vista ventral. Posteriormente, se abrió la cavidad abdominal mediante una incisión en la línea media para identificar el plexo celiaco. Para localizar dorsalmente el nervio vago se procedió a realizar una incisión longitudinal en el pecho y se abrió la cavidad torácica hasta el cuello para facilitar la visualización del nervio vago en su totalidad.

Se localizó el nervio vago y el plexo celiaco con ayuda de una lámpara de aumento Mod. Lupa led HF. Se prosiguió cuidadosamente el curso del nervio vago y se determinó el área exacta de la conexión del nervio vago con el plexo celiaco. Se tomaron fotografías digitales con una Cámara Digital Sony Cybershot Lente Carl Zeiss y se realizaron dibujos a lápiz para posteriormente digitalizarlos con Corel Draw Graphics.

DISEÑO EXPERIMENTAL



Perro doméstico adulto
(*Canis familiaris*)

n: 10

Anatomía gruesa del nervio vago y su
conexión con el plexo celiaco
en cadáveres hembras.

n: 5

Anatomía gruesa del nervio vago y
su conexión con el plexo celiaco
en cadáveres machos.

n: 5

Análisis de resultados.

- Fotografías digitales del nervio vago y del plexo celiaco.
- Dibujos anatómicos del nervio vago y del plexo celiaco.

RESULTADOS

Para el estudio de la conexión del nervio vago con el plexo celiaco lo vamos a dividir en cuatro regiones. 1, región esófago cervical; 2, región esófago torácico; 3, región esófago torácico-abdominal; 4, región abdominal.

Región esófago cervical.

En canidos hembras y machos el nervio vago (NV), a nivel de la región cervical y torácica corre entre la arteria carótida común y la vena yugular interna, durante su trayecto el vago se entrelaza con la carótida y continúa su recorrido adyacentemente hasta llegar a separarse a centímetros del arco aórtico y a nivel de la primera costilla (Figura 17 A-C), es a este nivel en donde el nervio vago derecho e izquierdo divergen (Figura 17 A-C). El nervio vago derecho se bifurca en rama 1 (NV) y rama 2 (Figura 17 A y B). La rama 1 sus axones preganglionares se conectan con el ganglio cervical medial (GCM). En cambio la rama 2 sus axones se proyectan hacia el corazón para posteriormente formar el nervio laríngeo (Figura 17 A y B). Cabe destacar, que el GCM derecho se localiza entre la arteria aórtica común y la arteria subclavia (Figura 17 A y B). Del GCM emergen una rama lateral (rama a) derecha que se conecta con el ganglio estrellado (GE), lateral izquierdo al GE se observan entre 7 a 8 ramas delgadas (circulo punteado rojo) con dirección a la tráquea y al arco aórtico, de la parte caudal del GCM emergen axones posganglionares del nervio vago que pasan sobre el arco aórtico y continua con su recorrido lateral medial a la tráquea (Figura 17 A y B).

Por otra parte, el nervio vago izquierdo antes de llegar al arco aórtico se observan dos variantes (Figura 17 B y C). La primera variante (Figura 17 B) y la más común en los perros analizados (90%), se percibe en el nervio vago una ramificación delgada conocida con el nombre de nervio laríngeo (rama 2). Por otra parte, la rama principal (axones preganglionares) del vago (rama 1= NV) se comunica con el ganglio cervical medial izquierdo (GCMI). Es del GCMI emerge tres ramas. La rama a que emerge lateral-izquierdo del GCMI, se comunica con el GE de la cadena simpática (Figura 17 B y C). La rama b y c emergen lateral-derecho y corren por

debajo de la rama 2 con dirección al arco aórtico (Figura 18 B). De la parte caudal del GCMI emergen axones posganglionares del nervio vago para proseguir con su recorrido lateral-medial a la tráquea, y antes de llegar a los bronquios emerge un par de ramas delgadas (Figura 18 B y 19 A, C).

La segunda variante (10% de los perros analizados) (Figura 17 C), se observa a nivel del arco aórtico tres ramas: La primera rama medial es la más gruesa y la principal (rama 1= NV), corre lateral-medial sobre la tráquea con dirección al estómago. La segunda rama lateral-derecha se proyecta con dirección al corazón (rama 2 o nervio laríngeo). La tercera rama lateral-izquierda (rama 3) se conecta con el GE de la cadena simpática (Figura 17 C). En esta variante, el GCMI emergen (Figura 18 C) tres delgadas ramas (a, b y c): la rama a, que emerge caudal-izquierdo del GCMI se conecta con el GE. Las ramas b y c pasan ventral al nervio vago y a la arteria aórtica común (Figura 17 C).

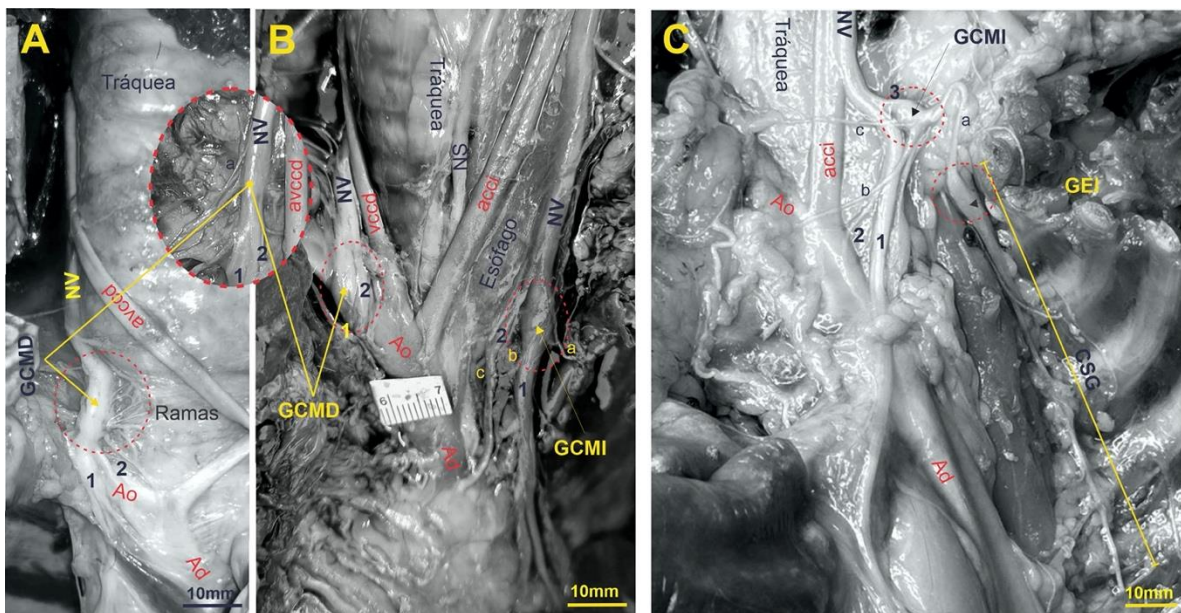


Figura 17. Trayecto del nervio vago en la región esófago cervical. NV, nervio vago; GCMD, ganglio cervical medial derecho; GCMI, ganglio cervical medial izquierdo; GE, ganglio estrellado; CSG; cadena simpática ganglionar; NS, nervio sinusual; Ao, arco aórtico; Ad, aorta descendente; accd, arteria carótida común derecha; acci, arteria carótida común izquierda. 1, nervio vago; 2, nervio laríngeo recurrente; 3, nervio ganglio cervical medial; a, nervio al ganglio estrellado, b y c, nervios a la tráquea y arco aórtico.

Región esófago torácico.

El NV antes de conformar el plexo pulmonar se observa que corre lateral-medial a la tráquea y dorsal al corazón y a los pulmones, continuando con su trayecto pasa por debajo de la vena ácinos. En esta zona se aprecia que del nervio vago emergen dos ramas (+) y a unos centímetros más adelante emergen otras dos o tres ramas (*), entre la vena ácino y las venas pulmonares (entre la cuarta vértebras y quinta vértebra de la caja torácica) (Figura A y B). Dichas ramas (+, *) establecen comunicación con las ramas pulmonares contralaterales para conformar el plexo branquial (Figura 18 y 19).

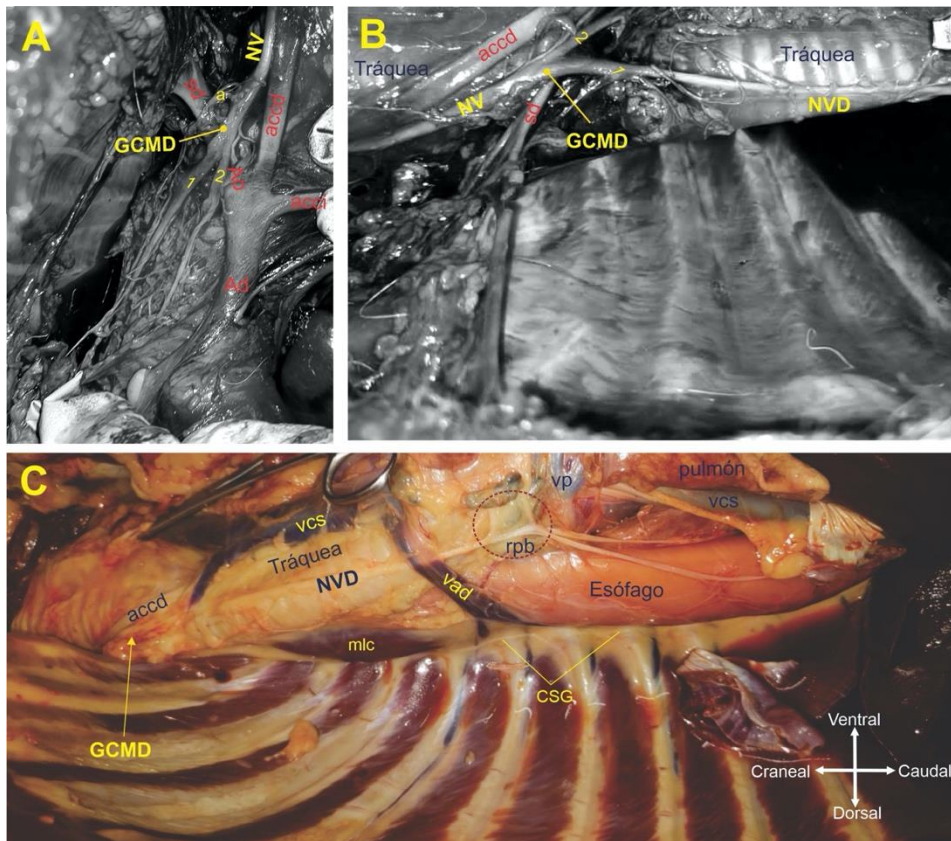


Figura 18. Trayecto del nervio vago derecho en la región del esófago torácico. NV, nervio vago; NVD, nervio vago derecho; GCMD, ganglio cervical medial derecho; CSG; cadena simpática ganglionar; Ao, arco aórtico; Ad, aorta descendente; accd, arteria carótida común derecha; acci, arteria carótida común izquierda; sd, subclavia derecha; vcs: vena cava superior; vp, venas pulmonares; vad, vena ácinos derecha; rps, ramas del plexo pulmonar; 1, nervio vago; 2, nervio laríngeo recurrente derecho; mlc, músculo largo del cuello; a, nervio al ganglio estrellado.

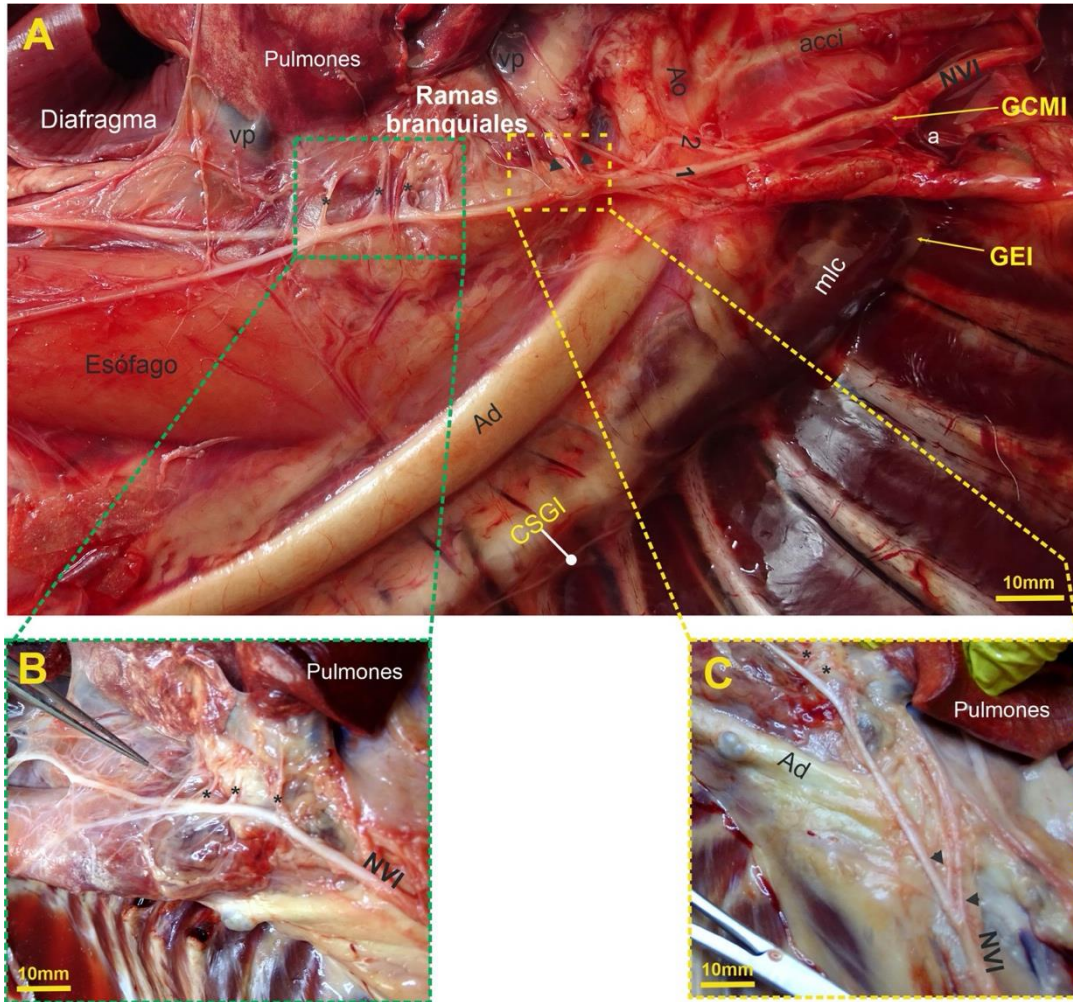


Figura 19. Trayecto del nervio vago izquierdo en la región esófago torácico. NVI, nervio vago izquierdo; GCMi, ganglio cervical medial izquierdo; CSGI, cadena simpática ganglionar; GEI, ganglio estrellado izquierdo; Ao, arco aórtico; Ad, aorta descendente; acci, arteria carótida común izquierda; vp, venas pulmonares; mlc, músculo largo del cuello; a, nervio al ganglio estrellado; 1, nervio vago; 2, nervio laríngeo recurrente izquierdo; * y +, ramas del plexo pulmonar.

Región esófago torácico-abdominal.

El nervio vago derecho (NVD) después de las ramas que emergen para formar el plexo branquial y a la altura de la séptima y octava costilla se bifurca en dos nervios (Figura 20 A). El primer nervio (1d) durante su recorrido corre encima-ventral del segundo nervio (2d) (anastomosis 1, Figura 23) del nervio vago derecho para posteriormente formar una anastomosis con el segundo nervio (2i) del nervio vago izquierdo (segunda anastomosis, Figura 20 y Figura 23). De esta anastomosis

emerge (círculo verde continuo de la figura 20) el nervio anastomótico (NA) el cual corre ventral medial al esófago y entra en el abdomen a través del hiato esofágico (Figura 20 A y B). El segundo nervio (2d) del nervio vago derecho corre ventro-lateral derecho al esófago con dirección al estómago (Figura 20 A). El nervio vago izquierdo (NVI) también se bifurca a nivel de la séptima y octava costilla (Figura 20 B). El primer nervio (1i) del nervio vago izquierdo corre ventral-lateral izquierda al esófago con proyección al estómago. El segundo nervio (2i) forman la anastomosis con el primer nervio (1d) del nervio vago derecho (Figura 20 B). Cabe de destacar, que la conexión para conformar la anastomosis entre el nervio 1d y el nervio 2i forman un triángulo ventral bien definido en la región inicial del esófago torácico (ampliación en el círculo verde).

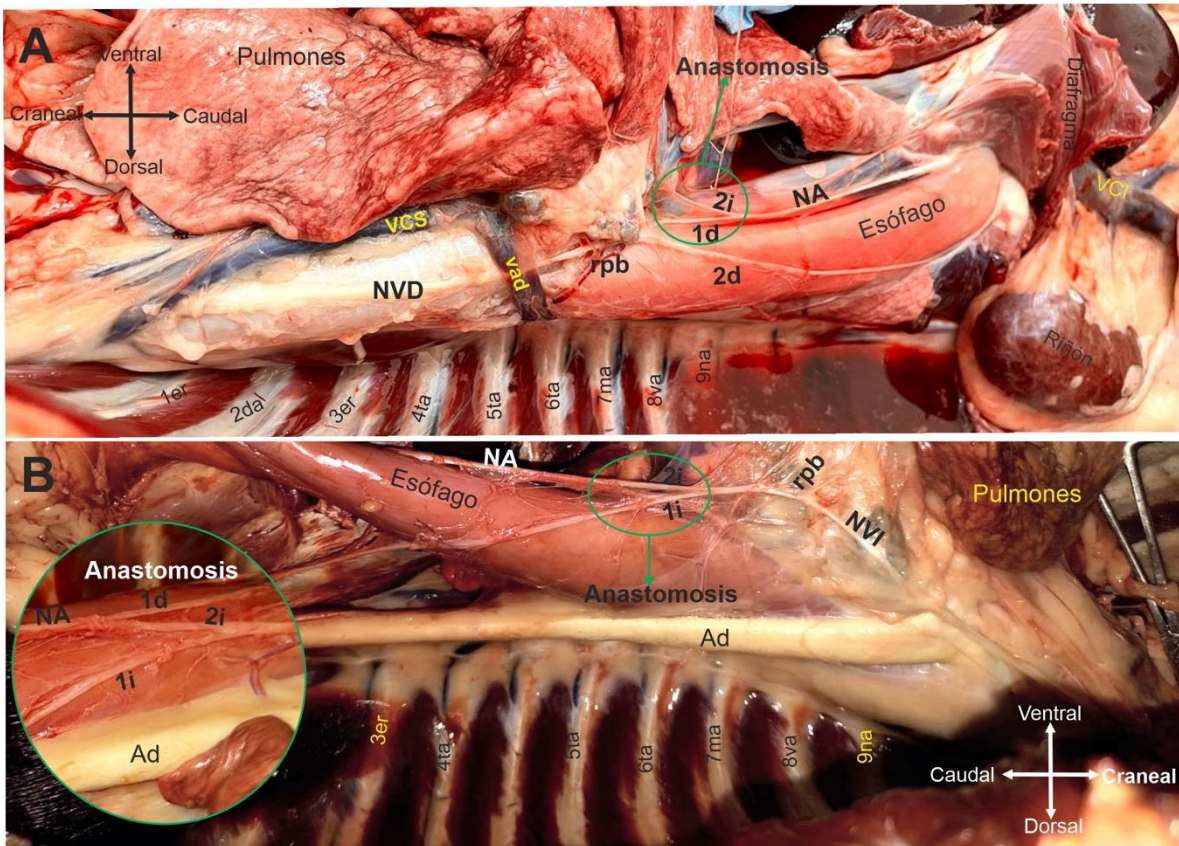


Figura 20. Trayecto de los nervios vagos derecho e izquierdo en la región torácica- abdominal. NVI, nervio vago izquierdo; NVD, nervio vago derecho; NA, nervio anastomótico; rps, ramas del plexo pulmonar; Ad, aorta descendente; vcs: vena cava superior; vci: vena cava inferior; vad, vena ácinos derecha; 1d-2d nervios del nervio vago derecho; 1i-2i nervios del nervio vago izquierdo; 1er-9na vertebra de la caja torácica.

Región esófago abdominal.

El nervio 1i del vago izquierdo (Figura 21 A) a la altura de la tercera y cuarta vertebra, y a la mitad del esófago torácico-abdominal, desciende lateral-dorsal para proseguir con su recorrido dorsal al estómago (entra al abdomen a través del hiato esofágico), antes de llegar al diafragma y a la altura de las secciones del cardias y fondo del estómago en su cara dorsal establece conexión con el plexo celiaco (Figura 21, D, E y F). El nervio 2i del nervio vago izquierdo corre latero-medial para conectarse (segunda anastomosis) con el nervio 1i y conformar el NA (Figura 21 A). El NA corre ventral-medial al esófago y antes de cruzar al diafragma por hiato forma un pequeño plexo (plexo cardias= PC; círculo punteado verde) (Figura 21 A, B y C) y a la altura de la sección del cardias ventralmente emergen varias ramas (*) que inervan al estómago de su región ventral, otras ramas se proyectan a los lóbulos del hígado (Figura 21 A, B y C) y un par de las ramas corren medial lateral izquierdo del estómago con dirección al plexo celiaco (Figura 21 D, E y F).

Como se describió anteriormente el nervio 2d del nervio vago derecho corre ventro-lateral derecho al esófago y durante su trayecto al estómago desciende casi a la mitad del esófago para después correr y cruzar la cara dorsal del esófago donde se vincula (tercera anastomosis; Figura 23) con la rama 1i del nervio vago izquierdo (Figura 20 A). De esta anastomosis emergen varias ramas para conformar el plexo celiaco (Figura 21 D, E y F). El plexo celiaco está constituido por axones posganglionares del nervio 2d y por los axones posganglionares del nervio 1i, pequeños ganglios (círculo punteado amarillo) y por el ganglio celiaco (cuadro amarillo punteado de la figura 21 D, E y F).

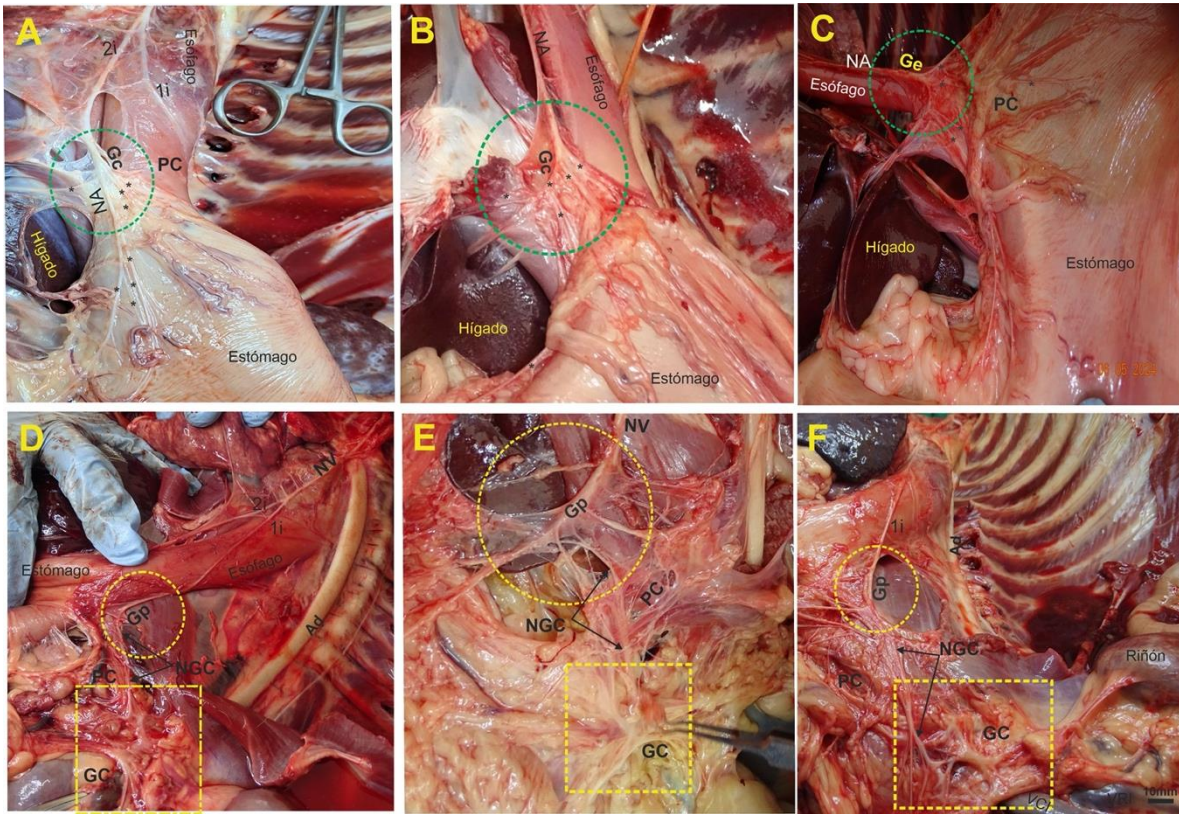


Figura 21. Trayecto de los nervios vagos derecho e izquierdo en la región esófago abdominal. NVI, nervio vago izquierdo; NVD, nervio vago derecho; 1d-2d nervios del nervio vago derecho; NA; nervio anastomótico; 1i-2i nervios del nervio vago izquierdo; Ad, aorta descendente; VRI; vena renal izquierda; Ge, ganglio cardias; Pca, plexo cardias; PC, plexo celiaco; GC, ganglio celiaco; Gp, ganglio plexo celiaco; NGC, nervio ganglionar celiaco. Note que la conexión de las ramas vagales forman conglomerados nerviosos de las cuales emergen fibras postsinápticas.

Plexo celiaco.

El plexo celiaco está conformado por la rama 2d del nervio vago derecho y la rama 1i del nervio vago izquierdo, además de un par de ramas del nervio anastomótico (Figura 21). En el plexo se puede observar heterogéneos espesores de nervios, pequeños ganglios y al ganglio celiaco. El GC se localiza a un lado del riñón izquierdo y de la aorta descendente, dorsal al estómago y adosado a la vena cava inferior y craneal a la vena renal del riñón izquierdo. Es importante mencionar que la morfología de telaraña o red del plexo celiaco y del ganglio celiaco es afín en ambos sexos de caninos. La única diferencia que se logra apreciar es el espesor y

la forma del ganglio celiaco (Figura 22). En ambos sexos se logra observar tres formas heterogéneas: media luna (Figura 22 A), triángulo (Figura 22 B) y cápsula (Figura 22 C). Las variantes dominantes residieron la forma de media luna y la forma triangular (Figura 22 A y B).

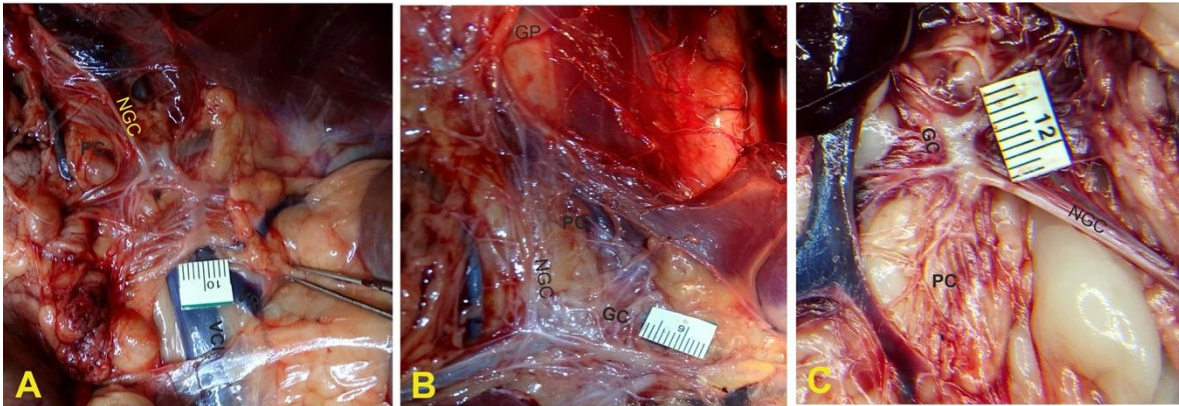


Figura 22. Fotografías anatómicas donde se logra observar tres variantes del ganglio celiaco A) Ganglio celiaco en forma de media luna, B) Ganglio celiaco en forma triangular y C) Ganglio en forma de cápsula.

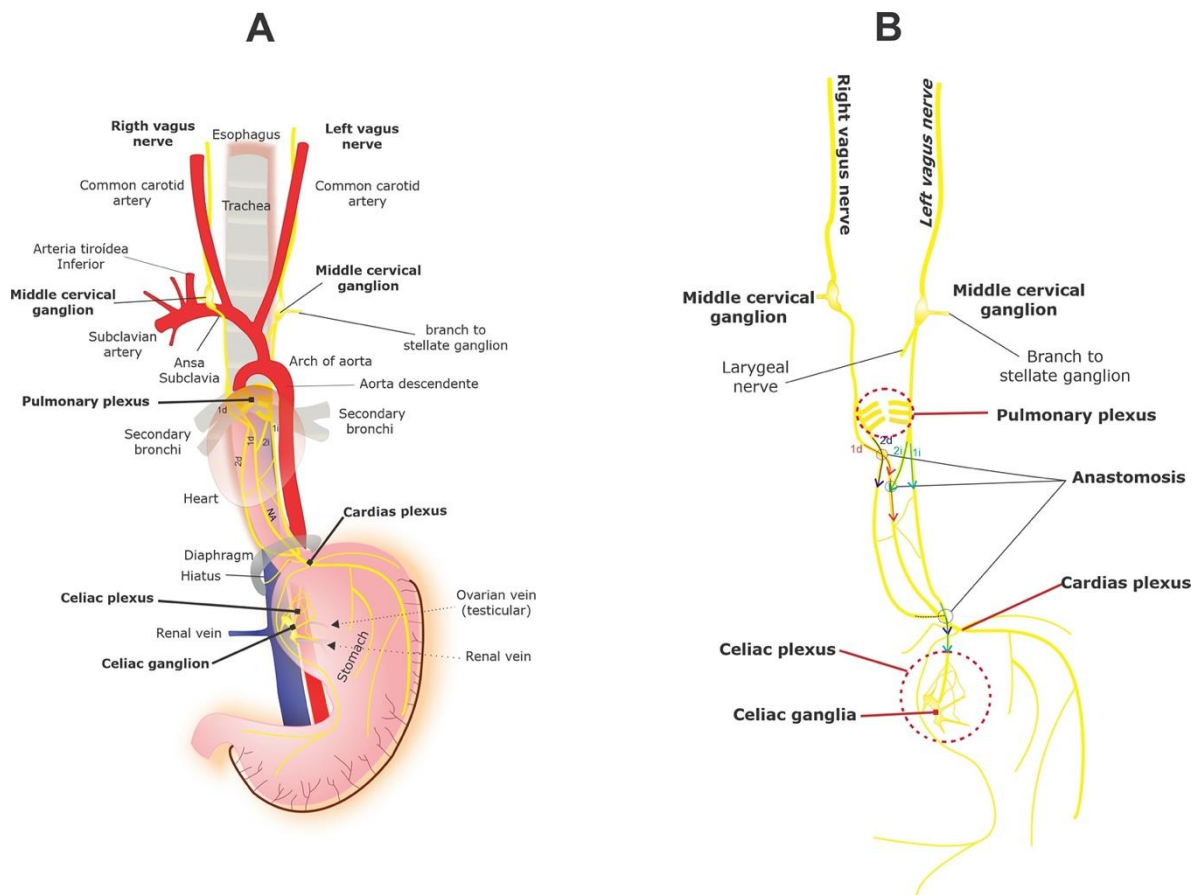


Figura 23. Ilustración del nervio vago en Caninos. En la figura A se observa el nervio vago y su relación y localización con los órganos torácico, abdominales. En la figura B se observa la descripción anatómica del nervio vago y su interconexión con el plexo celiaco.

DISCUSIÓN

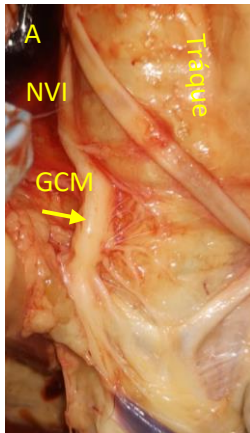
En este estudio con métodos de anatomía gruesa se describió la organización, distribución e interconexión del nervio vago en perros hembras y machos en tres regiones. La anatomía gruesa de la región cervical se notó dos tipos de organización anatómica. La más común se presentó en el 90% de los Caninos domésticos y es la que los autores como Hilsabeck y Hill, 1950; Mizeres, 1954 y Hudson y Cummings, 1985 describen en sus trabajos. Así pues en la región cervical corroboramos los estudios anatómicos descritos por los autores anteriormente citados.

Cabe destacar que de los pocos estudios neuroanatómicos solamente han descrito al nervio vago por segmentos de acuerdo al órgano diana de interés para su estudio. Por ejemplo, Mizeres, 1954 al nervio vago en la región abdominal lo nombra como nervio gástrico. Nosotros consideramos seguirlo nombrando nervio vago. Es por ello que nuestro estudio detallado de anatomía tomo relevancia al ser el primero en analizar al nervio vago desde la región cervical hasta su interconexión con uno de los principales centros de relevo como es el ganglio celiaco (Figura 24 y 25).

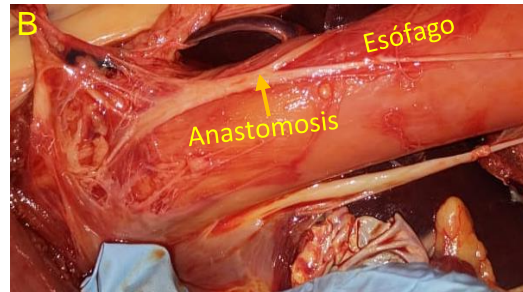
Algunos hallazgos importantes que aporta nuestro estudio es el hecho de que el nervio vago establece comunicación con la cadena simpática ganglionar. También tiene fibras que se anastomosan para formar tres plexos en diferentes regiones. El primer plexo se ubica en la región esófago torácico, el cual ya había sido descrito anteriormente por Hilsabeck y Hill, 1950; Mizeres, 1954 y nombrado con el nombre plexo pulmonar. Nuestro aporte para esta estructura nerviosa es que hay dos ramas más que se incorporan antes de las tres ramas descritas anteriormente por los anteriores autores para formar el plexo pulmonar. El segundo y el tercer plexo se ubican en la región esófago abdominal. El segundo plexo se crea de la anastomosis de las ramas del nervio vago derecho e izquierdo a lo que lo llamamos plexo cardias, por su ubicación en la región cardias. De este plexo surge un par de ramas que llegan al ganglio celiaco.

El tercer plexo se ubica en la región esófago abdominal y se forma de la unión de las ramas que corren lateral-dorsal y por detrás del esófago para formar el plexo celiaco. De este nervio surge la rama celiaca que describe Ando y cols., 2008; y cuya rama va directamente al ganglio celiaco. Como se puede apreciar en este estudio la distribución del nervio vago sobre el esófago en su región abdominal es análoga a los estudios descritos por Hilsabeck y Hill, 1950; Mizeres, 1954 y Hudson y Cummings, 1985. Los aportes de nuestro estudio al arreglo anatómico de los nervios vagos abdominales anteriormente referido son: La interconexión de delgadas ramas con las ramas principales del nervio vago. Además, de la existencia de tres anastomosis que se van creando conforme el recorrer de las ramas principales a los órganos diana. Otra contribución y una de las más importantes, es que los nervios vagos envían ramas para determinar la organización del plexo celiaco; cuando se ha descrito por Ando y cols., 2008 que solamente el nervio vago dorsal o derecho emite una rama al plexo celiaco (Figura 24 y 25).

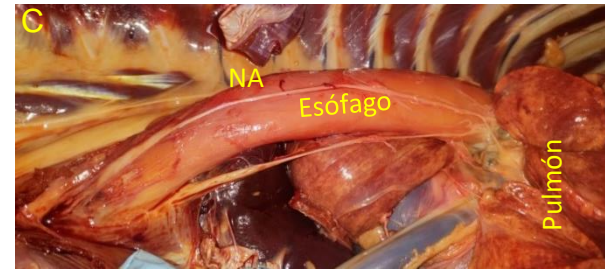
La morfología del ganglio celiaco y las variantes encontradas en los perros no han sido descritas. Tampoco hay estudios anatómicos en perros que reporten esta diferencia, este ganglio morfológicamente es homólogo en humanos. Este estudio anatómico no puede distinguir si el ganglio celiaco envía axones al nervio vago o viceversa. De cualquier manera, consideremos que es a través de este circuito neural por el que el nervio vago envía información autonómica a los órganos torácico, abdominal y pélvico.



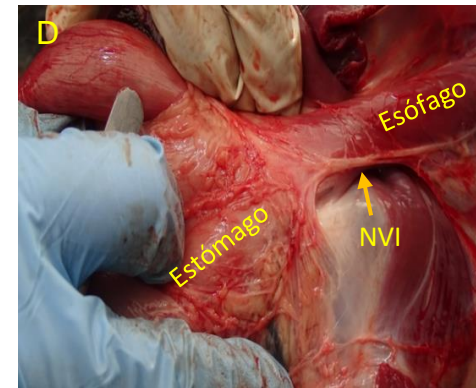
A. Ganglio cervical medial (GCM) y nervio vago izquierdo (NVI)



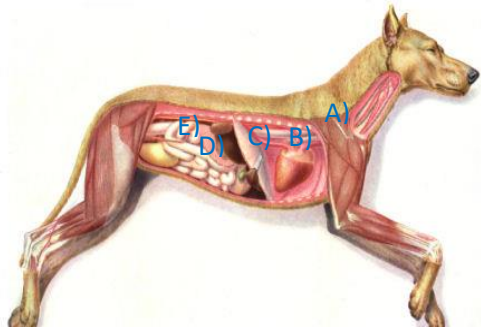
B. Anastomosis



C. Nervio anastomótico (NA)



D. Nervio vago izquierdo al estómago y plexo celiaco.



E. Plexo celiaco (PC) y ganglio celiaco (GC)

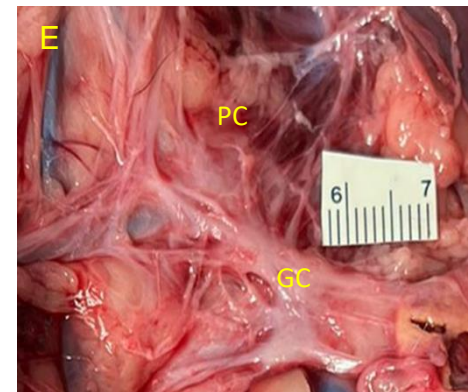
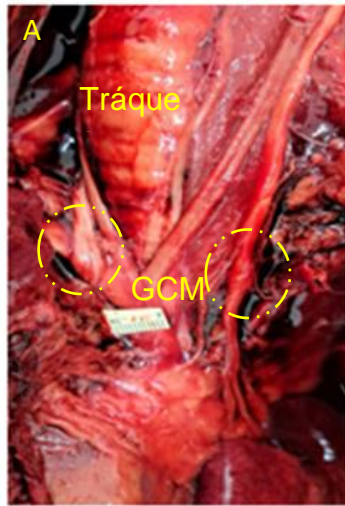
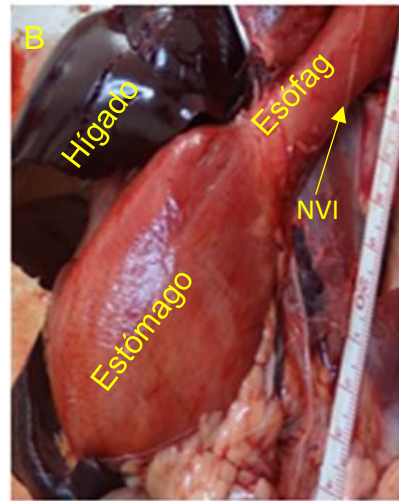


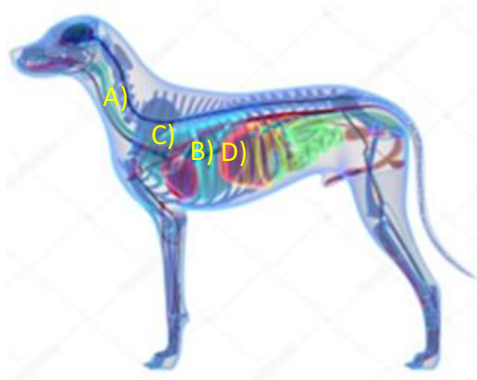
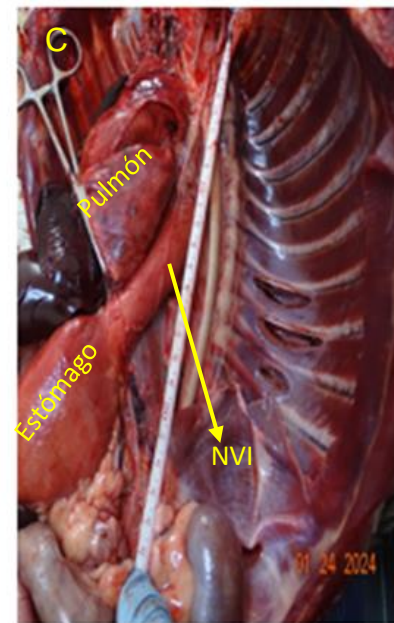
Figura 24. Esquema del recorrido de craneal a caudal del nervio vago al plexo celiaco en hembra.



A. Ganglios cervicales (GCM)



B y C. Nervio vago izquierdo (NVI)



D. Ganglio celiaco (GC).

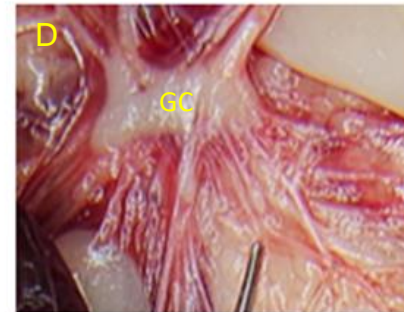


Figura 25. Esquema del recorrido de craneal a caudal del nervio vago al plexo celiaco en macho.

CONCLUSIÓN

En los perros hembras y machos, los nervios vagos establecen comunicación con el ganglio celíaco vía el plexo celiaco. Esta interacción entre ambos nervios vagos y su conexión con el plexo celíaco forma una vía de comunicación parasimpática y sensorial hacia todos los órganos torácicos y abdominales.

ANEXO

TABLA 1. Resumen de origen real, aparente y en el cráneo en canino.

NERVIO	ORIGEN APARENTE ENCEFALICO	ORIGEN REAL	ORIGEN APARENTE EN EL CRANEO
I. Nervio Olfatorio	<i>Rinencéfalo:</i> Bulbos olfatorios	Aferencias desde la mucosa olfatoria	Lamina cribosa del Etmoides
II. Nervio Óptico	<i>Diencefalo:</i> Quiasma óptico	Cuerpo geniculado lateral, colículo rostral, núcleos talámicos y corteza occipital	Canal óptico
III. Nervio Oculomotor	<i>Mesencéfalo:</i> Pedúnculos cerebrales	Rostral en el mesencéfalo, posee un núcleo motor adyacente a línea media y dorsal al acueducto mesencefálico, y un núcleo parasimpático (Núcleo de Edinger – Westphal) medial al núcleo motor.	Fisura orbitaria
IV. Nervio Troclear	<i>Mesencéfalo:</i> único nervio craneano que se origina en la superficie dorsal del tallo cerebral	Caudal en el mesencéfalo a nivel del colículo caudal y lateral a línea media. Cada núcleo controla el lado contralateral.	Fisura orbitaria
V. Nervio Trigémino	<i>Meiencéfalo:</i> lateral al puente.	Los cuerpos celulares de las neuronas motoras del Nervio Mandibular (V3) (núcleo motor del trigémino) se ubica en el puente lateral a la formación reticular, a la altura del pedúnculo cerebelar caudal, en la profundidad de las fosa romboides. La información sensorial provenientes de la rama oftálmica, mandibular maxilar llegan a los núcleos sensoriales del trigémino ubicado en rombencéfalo y mesencéfalo: <ul style="list-style-type: none"> - Núcleo sensorial del puente, en el puente. - Núcleo del tracto espinal del trigémino, a lo largo de casi los dos últimos tercios del mielencéfalo. - Núcleo del tracto mesencefálico del trigémino. 	V1: Fisura orbitaria V2: Agujero redondo + Foramen alar rostral. V3: Foramen oval
VI. Nervio Abducens	<i>Rombencéfalo:</i> entre cuerpos trapezoidales, pirámides y puente	Ubicado en rombencéfalo, rostral a la medula oblonga.	Fisura orbitaria
VIII. Nervio Vestibulococlear	<i>Rombencéfalo:</i> lateral a los cuerpos trapezoidales.	Núcleos se sitúan bajo el piso del cuarto ventrículo, está compuesto de cuatro grupos nucleares: 1) núcleo vestibular lateral 2) núcleo vestibular rostródorsal 3) núcleo vestibular medial 4) núcleo vestibular caudal	Ingresa a meato acústico interno para inervar el órgano espiral de Corti, utrículo, sáculo y canales semi circulares.
IX. Nervio Glossofaríngeo	<i>Mielencéfalo:</i> Ventrolateral en la medula oblonga, caudal al pedúnculo cerebelar medio.	Los núcleos de los cuerpos celulares preganglionares parasimpáticos se ubican en el núcleo ambiguo, caudal a la medula oblonga. El núcleo de células motoras se encuentra caudo-dorsal al puente.	Foramen yugular y fisura timpanoccipital
X. Nervio Vago	<i>Mielencéfalo:</i> Latero-ventral a la medula oblonga junto al nervio glossofaríngeo y nervio accesorio.	Las fibras eferentes del vago se originan en dos núcleos localizados en la medula oblonga: Fibras eferentes somáticas: Se originan en el núcleo ambiguo y sale junto al N. Glossofaríngeo (VIII) por rostral y el N. Accesorio (XI) por caudal a la Sup Encefálica. Fibras parasimpáticas pre ganglionares: Se ubica en el núcleo parasimpático del vago (control sobre la musculatura cardíaca, m. liso y glándulas del tracto digestivo)	Foramen yugular y fisura petrotimpánica
XI. Nervio Accesorio	Dos orígenes: Origen 1: talo cerebral, dorsolateral en el mielencéfalo (raíz craneal) Origen 2: lateral en la porción mas craneal de la med espinal (raíz espinal)	Medula espinal. Rama externa: núcleo motor del nervio accesorio, las fibras espinales surgen de las primeros seis segmentos cervicales.	Entra por foramen magno y salen nuevamente a través de foramen yugular y fisura tímpano occipital
XII. Nervio Hipogloso	<i>Rombencéfalo</i>	Adyacentes a la línea media encefálica, en el piso del IV ventrículo	Foramen hipogloso

TABLA DE INFORMACION DE CANINOS.

Raza	Sexo	Edad	Talla
Mestizo	M	3 años	Mediana
Mestizo	H	2 años	Mediana
Mestizo	M	4 años	Grande
Mestizo	M	3 años	Mediana
Mestizo	H	6años	Mediana
Husky	H	3años	Grande
Husky	H	4 años	Grande
Husky	M	4 años	Grande
Pit bull	M	2.5 años	Mediana
Mestizo	H	4.5 años	Mediana

PARTICIPACIÓN EN CONGRESO CIENTÍFICOS Y DE DIVULGACIÓN



La Sociedad Mexicana de Ciencias Urogenitales A.C. otorga la presente **constancia** a:

Ariel Negrín

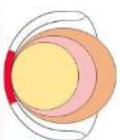
Por su destacada participación en las actividades académicas del
IV Congreso Anual de la Sociedad Mexicana de Ciencias
Urogenitales

Colotlán, Jalisco, Mexico, 26 al 28 de septiembre de 2024

Duración: 30 horas


Dr. Alvaro Muñoz Toscano
Presidente. SMCU, A.C.





La Sociedad Mexicana de Ciencias Urogenitales A.C. otorga la presente **constancia** a:

Ariel Negrin

por haber obtenido el **tercer lugar entre los cinco mejores trabajos de investigación presentados por estudiantes**, durante las actividades del

IV Congreso Internacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias

Urogenitales

Su dedicación y excelencia académica serán un ejemplo inspirador para la comunidad científica urogenital

Colotlán, Jalisco, Mexico, 26 al 28 de septiembre de 2024

Duración: 30 horas

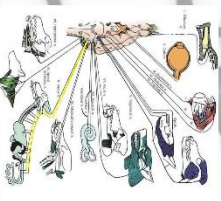
Dr. Alvaro Muñoz Toscano
Presidente. SMCU, A.C.



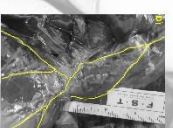
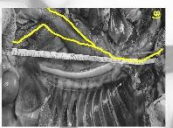
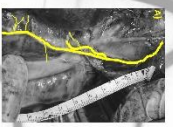
EL NERVIO VAGABUNDO DEL PERRO.

ciencia
A BORDO

En el laboratorio de neurofisiología de Medicina Veterinaria de la UNAH se realizaron estudios de una comparación del nervio vago en caninos.

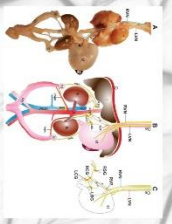


¿Sabías que el nervio vago es el más largo y que además controla la mayoría de los órganos vitales de los seres vivos?



A) Se visualiza la irrigación del nervio vago en las pilosas posterior de la caja torácica. B) Se visualiza el recorrido del nervio vago desde la primera costilla hasta el ganglio celíaco. C) Se visualiza el Ganglio celíaco. D) Se visualiza el recorrido y irrigación del nervio vago al estómago.

NERVIO VAGO EN OTRA ESPECIE.



Sabes que esta es la primera mención del nervio vago y su recorrido.

Diagrama: Articulo: Una Nueva Clase Práctica 1998

REFERENCIAS

- Ahrén, B., Böttcher, G., Kowalyk, S., Dunning, B. E., Sundler, F. y Taborsky, G. J. (1990). La galanina se co-localiza con noradrenalina y neuropéptido Y en el páncreas de perro y el ganglio celíaco. *Investigación celular y tisular*, 261, 49-58.
- Akiyoshi, H., Gonda, T., & Terada, T. (1998). A comparative histochemical and immunohistochemical study of aminergic, cholinergic and peptidergic innervation in rat, hamster, guinea pig, dog and human livers. *Liver*, 18(5), 352-359.
- Ando, H., Mochiki, E., Ohno, T., Kogure, N., Tanaka, N., Tabe, Y., ... & Kuwano, H. (2008). Effect of distal subtotal gastrectomy with preservation of the celiac branch of the vagus nerve to gastrointestinal function: an experimental study in conscious dogs. *Annals of surgery*, 247(6), 976-986.
- Chien, C. H., Li, S. H., & Shen, C. L. (1991). The ovarian innervation in the dog: a preliminary study for the base for electro-acupuncture. *Journal of the autonomic nervous system*, 35(3), 185-192.
- Cunningham, J. G., & Klein, B. G. (2009). *Fisiología veterinaria*. Elsevier.
- Evans, H. E., & Kitchell, R. L. (1993). Cranial nerves and cutaneous innervation of the head.
- Furness, J. B. (2006). The organisation of the autonomic nervous system: peripheral connections. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*, 130(1), 1-5.
- Gonçalves, AM, Laredo, FG, de Montes, MTEG, & Mellado, EB (2021). Técnicas de anestesia locorregional abdominal en perros: revisión sistemática. *Clínica veterinaria de pequeños animales: revista oficial de AVEPA, Asociación Veterinaria Española de Especialistas en Pequeños Animales*, 41 (3), 143-152.
- Hahn, H. L., Wilson, A. G., Graf, P. D., Fischer, S. P., & Nadel, J. A. (1978). Interaction between serotonin and efferent vagus nerves in dog lungs. *Journal of Applied Physiology*, 44(2), 144-149.
- Lautt, W. W. (1983). Afferent and efferent neural roles in liver function. *Progress in neurobiology*, 21(4), 323-348.

Marlett, J. A., & Code, C. F. (1979). Effects of celiac and superior mesenteric ganglionectomy on interdigestive myoelectric complex in dogs. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 237(5), E432.

Olivares, R., Adaro, L. y Labra, P. (2004). Pares craneanos del perro. *TecnoVet*, 10 (3), ag-8.

Piñeiro, D. J. (2012). La estimulación del nervio vago aumenta el tamaño del infarto de miocardio en un modelo experimental: ¿ paradoja u oportunidad?. *Revista argentina de cardiología*, 80(1), 1-3.

Ribeiro, A. A. C. M., Elias, C. F., Liberti, E. A., de Lima Guidi, W., & De Souza, R. R. (2002). Structure and ultrastructure of the celiac–mesenteric ganglion complex in the domestic dog (*Canis familiaris*). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 31(6), 344-349.

Salinas, P. (2010). Nervios craneanos en canino. *Anatomía Veterinaria*. 1-15.

Serrano González, LM, Bacallao Cabrera, I., & Tamayo González, E. (2002). Estudio comparativo de la estructura anatómica del plexo hepático en las especies perro y hombre. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 6 , 803-812.

Yoo, P. B., Lubock, N. B., Hincapie, J. G., Ruble, S. B., Hamann, J. J., & Grill, W. M. (2013). High-resolution measurement of electrically-evoked vagus nerve activity in the anesthetized dog. *Journal of neural engineering*, 10(2), 026003.

Yap, F., & Pratschke, K. (2016). Peripheral nerve sheath tumor of the vagus nerve in a dog. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 52(1), 57-62.

Hernández-Ávalos, I., Ruiz-Cervantes, J. G., Miranda-Cortés, A. E., Ruiz-García, A. G., & Viazcan-Carbajal, M. A. Consideraciones generales del examen neurológico en el perro y en el gato.

Magdaleno-Madrigal, V. M. (2004). Estimulación eléctrica del nervio vago: de lo experimental a lo clínico. *Rev Neurol*, 39, 971-7.

Matamala V, F., Henríquez Pino, J., Chihuailaf V, R., & Olave R, E. (1989). Estudio macro y mesoscópico de la irrigación del nervio vago. *An. anat. norm*, 14-7.

