

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias de la Salud

Anestesia Regional Cervical en Caninos: Evaluación Post-Mortem de la Aplicación del Bloqueo del Plexo Cervical Superficial

Viviana de los Ángeles Infante Castillo

Medicina Veterinaria

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Médica Veterinaria

Quito, 9 de mayo de 2024

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias de la Salud

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

**Anestesia Regional Cervical en Caninos: Evaluación Post-Mortem de la
Aplicación del Bloqueo del Plexo Cervical Superficial**

Viviana de los Ángeles Infante Castillo

Nombre del profesor, Título académico

Rommel Lenin Vinueza Sierra, PhD.

Quito, 9 de mayo de 2024

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Viviana de los Ángeles Infante Castillo

Código: 00213272

Cédula de identidad: 1724150592

Lugar y fecha: Quito, 9 de mayo del 2024

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: Este trabajo, en todas sus partes, no debe considerarse como una publicación, aunque esté disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi profunda gratitud a todas las mentes brillantes que contribuyeron al desarrollo y culminación de este proyecto de titulación, puesto que sin ellas no hubiera sido posible. En primer lugar, quiero agradecer al director del proyecto de investigación, Gilberto Segnini, por su dedicación apasionada a la mejora del tratamiento del dolor del paciente quirúrgico, que lo llevó a desarrollar esta innovadora técnica anestésica de bloqueo regional. Gracias por su guía experta dentro del amplio mundo de la anestesiología veterinaria y por depositarme su confianza para permitirme ser parte de su proyecto. Gracias por su orientación, apoyo, humor y aliento a lo largo de todo este viaje académico. Ha sido para mí un honor y un privilegio el trabajar bajo su dirección y estoy eternamente agradecida por la oportunidad de aprender y crecer a su lado dentro del mundo de las pequeñas especies que me apasiona.

A mi coautora, Stephanie Yunga, cuya dedicación, compromiso y colaboración fueron fundamentales en cada etapa de este proyecto de titulación. Su pasión por la anestesiología, su capacidad para trabajar en equipo, su ánimo y motivación constante han impulsado a nuestro trabajo hacia la excelencia. Juntas hemos superado obstáculos, celebrado logros y compartido momentos de aprendizaje invaluable a lo largo de todo este camino. Gracias por ser una compañera excepcional, maravillosa amiga y confidente durante toda nuestra formación.

A mi director de mi proyecto integrador, Francisco Cabrera, por su invaluable guía y apoyo durante la escritura del presente proyecto, la realización de las disecciones regionales y con quien tuve el privilegio de trabajar como su asistente de cátedra. Gracias por no solo brindarme la oportunidad de adquirir experiencia práctica y conocimientos en el campo de la anatomía y la patología veterinaria, sino también por motivarme constantemente a superarme y a alcanzar mi máximo potencial. Su apoyo, aliento y mentoría fueron fundamentales en mi desarrollo académico y profesional, y estoy profundamente agradecida por haber tenido la oportunidad de aprender de él y por su impacto positivo que tuvo en mi vida. Ha sido un honor

y un privilegio tenerlo como mentor y guía en este emocionante viaje durante el proyecto de investigación y toda mi formación académica.

A Javier Rodríguez, por estar siempre disponible para responder mis preguntas y resolver mis dudas de neurología y medicina interna, brindarme el apoyo necesario y su instrucción para desenvolverme dentro del campo de las pequeñas especies. Su compromiso con el crecimiento académico y profesional de sus estudiantes no pasó desapercibido y ha dejado una marca indeleble en mi formación como médica veterinaria.

A Lenin Vinuesa, por su constante motivación, aliento y correcciones durante el desarrollo de este proyecto integrador, las cuales fueron fundamentales para inspirarme a dar lo mejor de mí y alcanzar mis metas.

De igual manera, no puedo dejar de agradecer al apoyo incondicional de mi familia y amigos, quienes estuvieron siempre a mi lado brindándome ánimo, comprensión y aliento en los momentos difíciles durante la realización de este proyecto y toda mi formación académica. De manera especial, quiero aprovechar este espacio para expresar mi más sincero agradecimiento a mi papá. No hay páginas suficientes para expresar mi eterno agradecimiento por todo lo que ha hecho por mí. Su apoyo incondicional, amor y sacrificio han sido la base de todo lo que he logrado hasta el día de hoy.

Por último, pero no menos importante, agradezco a todos los sujetos de estudio que contribuyeron a la realización de esta investigación. Gracias a ellos por ser la base para futuras investigaciones en el campo de la anestesiología veterinaria.

A todos ellos, mi más sincero agradecimiento por su invaluable colaboración y respaldo durante todo este proceso académico.

¡Gracias infinitas!

Viviana Infante

RESUMEN

La anestesia regional se ha consolidado como un recurso analgésico fundamental para los pacientes quirúrgicos. A través de un bloqueo nervioso regional se administran anestésicos locales cerca de nervios específicos para bloquear temporalmente la sensación de dolor en una región del cuerpo. A causa de la falta de técnicas específicas de bloqueos nerviosos cervicales en caninos y su contraste con la situación establecida en medicina humana donde el bloqueo del plexo cervical superficial se encuentra establecido, surge la hipótesis de si esta técnica podría adaptarse y aplicarse con éxito en caninos, bloqueando las ramas ventrales de los nervios cervicales espinales C2, C3 y C4 sin generar las complicaciones reportadas en humanos como la parálisis del nervio frénico y/o nervio vago. Por tanto, se diseñó un estudio de investigación de dos componentes en una muestra de 6 cadáveres de caninos de diversas razas y tamaños a los que se infiltró una mezcla de lidocaína con azul de metileno, con el objetivo de bloquear dichas ramas nerviosas situadas bajo el músculo braquiocefálico. El componente "A" consistió en el diseño y adaptación de la técnica ecográfica del bloqueo. En cambio, el componente "B", el presente estudio, a través de la disección regional del cuello de los cadáveres evaluó la eficacia y posibles riesgos asociados a la técnica. Los resultados demostraron que la técnica anestésica modificada puede aplicarse en caninos y es capaz de afectar a las ramas nerviosas esperadas. Cabe recalcar que no se observaron complicaciones en la mayoría de los casos donde el bloqueo nervioso fue efectivo. No obstante, la parálisis del nervio frénico y vago pueden presentarse cuando se realiza una infiltración profunda del anestésico. Por tanto, se establece una base para futuras investigaciones que permitan analizar la presente técnica como una nueva alternativa analgésica.

Palabras clave: Anestesia regional, complicaciones, bloqueo nervioso, plexo cervical, caninos.

ABSTRACT

Regional anesthesia has emerged as a fundamental analgesic resource for surgical patients. Through regional nerve blockade, local anesthetics are administered near specific nerves to temporarily block the sensation of pain in a region of the body. Due to the lack of specific techniques for cervical nerve blocks in canines, in contrast to the established situation in human medicine where superficial cervical plexus block is established, the hypothesis arises as to whether this technique could be successfully adapted and applied in canines, blocking the ventral branches of the spinal cervical nerves C2, C3, and C4 without generating the complications reported in humans such as phrenic and/or vagus nerve paralysis. Therefore, a two-component research study was designed involving a sample of 6 canine cadavers of various breeds and sizes, into which a mixture of lidocaine with methylene blue was infiltrated with the aim of blocking these nerve branches located under the brachiocephalic muscle. Component "A" involved the design and adaptation of the ultrasound-guided blocking technique. In contrast, component "B," the present study, evaluated the efficacy and potential risks associated with the technique through regional dissection of the cadavers' necks. The results demonstrated that the modified anesthetic technique can be applied in canines and can affect the expected nerve branches. It is worth noting that no complications were observed in most cases where nerve block was effective. However, phrenic and vagus nerve paralysis may occur with deep infiltration of the anesthetic. Therefore, a foundation is established for future research to analyze this technique as a new analgesic alternative.

Key words: Regional anesthesia, complications, nerve block, cervical plexus, canines.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	14
MARCO TEÓRICO	17
<i>Anatomía Plexo Cervical Humanos</i>	17
<i>Bloqueo Nervioso del Plexo Cervical Superficial en Humanos</i>	19
<i>Anatomía Región Cervical Caninos</i>	22
<i>Consideraciones anatómicas para la aplicación del bloqueo nervioso en el canino</i>	25
Músculos cervicales	25
Ramos ventrales de los nervios cervicales C2, C3 y C4	27
Nervio frénico	27
Nervio vago	28
DESARROLLO	31
JUSTIFICACIÓN	31
<i>Formulación Problema/ Pregunta de Investigación:</i>	31
<i>Hipótesis</i>	32
<i>Objetivo General</i>	32
<i>Objetivos Específicos</i>	32
METODOLOGÍA	33
<i>Materiales</i>	33
<i>Método de la Técnica Anestésica del Bloqueo del Plexo Cervical Superficial</i>	35
<i>Método de la Disección Anatómica Regional</i>	36
RESULTADOS	37
DISCUSIÓN	49

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES _____ **56**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____ **57**

ANEXOS _____ **62**

ANEXO 1: FOTOGRAFÍAS DEL PROCEDIMIENTO DE LA DISECCIÓN REGIONAL DEL CUELLO __ 62

ANEXO 2: FOTOGRAFÍAS DE LAS DISECCIONES REGIONALES DEL CUELLO DE CADA CANINO 64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución Del Anestésico Tinturado En El Espacio Interfacial Del Músculo Braquiocefálico Y Omotransverso. _____	39
Tabla 2. Identificación De Las Ramas Nerviosas Cervicales Ventrales C2, C3 Y C4 Teñidas Y Observables Durante La Disección De La Región Cervical De Los Cadáveres _____	43
Tabla 3. Complicaciones Visualmente Observables En Los Cadáveres Tras La Aplicación Del Bloqueo Anestésico Del Plexo Cervical Superficial _____	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plexo cervical profundo. _____	18
Figura 2: Plexo cervical superficial _____	18
Figura 3. Áreas objetivo del bloqueo del plexo cervical según los espacios fasciales cervicales. _____	20
Figura 4. Nervios espinales del canino _____	23
Figura 5. Origen de los nervios espinales _____	24
Figura 6. Dermatomo del canino según cada nervio espinal _____	25
Figura 7. Referencias anatómicas superficiales en la disección del cuello de un canino ____	26
Figura 8. Nervios cervicales en la disección del cuello de un canino _____	27
Figura 9. Recorrido del nervio frénico y vago _____	30
Figura 10. Paquete vasculonervioso del cuello _____	30
Figura 11. Materiales _____	34
Figura 12. Técnica del bloqueo eco-guiado del plexo cervical superficial. _____	35
Figura 13. Inicio de la disección regional del cuello en los caninos _____	37
Figura 14. Distribución adecuada del anestésico en los planos musculares. _____	38
Figura 15. Otros casos de distribución del anestésico entre los planos musculares. _____	38

- Figura 16.** Distribución del anestésico tinturado en el espacio interfacial del músculo braquiocefálico y omotransverso _____ **40**
- Figura 17.** Comparación de la distribución del anestésico tinturado en el espacio interfacial del músculo braquiocefálico y omotransverso según el lado del cuello del paciente _____ **41**
- Figura 18.** Plexo de las ramas nerviosas cervicales ventrales c1-c5 _____ **41**
- Figura 19.** Múltiples casos vistos tras la aplicación de la técnica del bloqueo ecoguiado del plexo cervical superficial _____ **42**
- Figura 20.** Identificación de las ramas nerviosas cervicales ventrales c2, c3 y c4 teñidas y observables durante la disección de la región cervical de los cadáveres _____ **44**
- Figura 21.** Comparación según el lado de las ramas nerviosas cervicales de c2-c3-c4 teñidas según el lado _____ **45**
- Figura 22.** Disección del nervio vago. _____ **46**
- Figura 23.** Complicaciones visualmente observables en los cadáveres tras la aplicación del bloqueo del plexo cervical superficial. _____ **47**
- Figura 24.** Comparación de las complicaciones visualmente observables en los cadáveres según el lado y la efectividad del bloqueo del plexo cervical superficial. _____ **48**

INTRODUCCIÓN

La anestesia regional se ha convertido en una herramienta esencial para el control del dolor en el campo de la medicina veterinaria. Consiste en la administración de una combinación de anestésicos locales con el fin de proporcionar analgesia a una zona específica del cuerpo ante una afección dolorosa (Grubb & Lobprise, 2020). Asimismo, la anestesia regional es considerada una de las herramientas de la analgesia multimodal. El concepto de analgesia multimodal o analgesia balanceada surge con la idea de proporcionar un control adecuado del dolor utilizando el efecto aditivo y sinérgico de distintas herramientas analgésicas a bajas dosis, por lo que mejora la recuperación postoperatoria de los pacientes y se disminuyen las complicaciones y la estancia hospitalaria (Tornero et al., 2017).

Los anestésicos locales pueden inyectarse directamente en los tejidos para proporcionar analgesia en incisiones de heridas quirúrgicas o pueden inyectarse por vía perineural (cercana a un nervio) en cuyo caso hablamos de “bloqueos nerviosos” (Grubb & Lobprise, 2020). El objetivo de un bloqueo nervioso es el de interrumpir la transmisión de la señal dolorosa que viaja desde los nociceptores de una zona específica del cuerpo hacia el cerebro. De esta manera, se adormecen las regiones inervadas por dichos nervios, lo que conlleva a la interrupción de la percepción del dolor, respuestas reflejas y la conducción de impulsos simpáticos eferentes (Acedo, 2005). Por tanto, los bloqueos nerviosos permiten tratar el dolor presente y aportar de analgesia al paciente quirúrgico tanto en el periodo intraoperatorio como en el postoperatorio (Ortero & Portela, 2017).

Existen varios tipos de bloqueos nerviosos; entre ellos destacan los neuroaxiales, periféricos y regionales. Un bloqueo nervioso neuroaxial se basa en la colocación del anestésico cerca al sistema nervioso central (médula espinal). Entre los tipos de este bloqueo

se incluyen el epidural, subaracnoideo y raquídeo (Arias et al., 2022). Un bloqueo periférico hace referencia a la administración de un anestésico en una zona cercana a un nervio específico que se encuentra alejado del sistema nervioso central; por ejemplo: el bloqueo del nervio femoral, ciático, entre otros (Acedo, 2005). A su vez, un bloqueo nervioso regional es un tipo de bloqueo periférico que adormece a varios nervios que inervan una zona en particular, como es el caso del bloqueo del plexo braquial que adormece por completo al miembro anterior (Ortero & Portela, 2017).

Finalmente, el bloqueo interfascial es una técnica anestésica regional comúnmente usada en medicina veterinaria y es una alternativa a los bloqueos de nervios neuroaxiales y periféricos para proporcionar analgesia (Otero et al., 2024). Consiste en insertar una aguja y administrar anestésico entre dos fascias musculares. Es importante destacar que una fascia es una vaina, una lámina o cualquier otro agregado diseccionable de tejido conectivo que se forma debajo de la piel para unir, encerrar y separar músculos y otros órganos internos (Kim et al., 2018). Es importante destacar que para ejecutar cualquier bloqueo nervioso se requiere del adecuado conocimiento de la anatomía de la zona y del desarrollo de diversas habilidades prácticas para su ejecución (Ortero & Portela, 2017).

La ecografía es una de las herramientas que ha impulsado el desarrollo de los bloqueos nerviosos. Si bien existen numerosos bloqueos locales y regionales descritos en manuales que se pueden aplicar utilizando el conocimiento de la anatomía de perros y gatos, buenas habilidades de palpación y una técnica de inyección adecuada (Grubb & Lobprise, 2020), el uso de un ecógrafo reduce el riesgo de complicaciones como la toxicidad sistémica por punción vascular o la generación de una lesión nerviosa iatrogénica. A su vez, aumenta la eficacia del bloqueo nervioso, puesto que permite el adecuado depósito del fármaco en el sitio objetivo, por lo que se asegura el efecto analgésico esperado. No obstante, requiere del desarrollo de

diversas destrezas como el reconocimiento de referencias anatómicas y de las habilidades para la correcta utilización del equipo de ecografía (Albrecht & Chin, 2020).

En medicina veterinaria existen diversos bloqueos regionales para distintas áreas del cuerpo de un canino. Entre ellos destacan los bloqueos para el miembro torácico, miembro pélvico, tórax, abdomen, neuroaxiales, cara, ojo y conducto auditivo (Ortero & Portela, 2017). Sin embargo, actualmente no hay técnicas descritas en la literatura para la región cervical en caninos. En contraposición, la técnica del bloqueo nervioso para el plexo cervical se encuentra descrita en medicina humana desde 1975 (Winnie et al., 1975) e incluso su eficacia ha sido comprobada en cadáveres de humanos (Pandit et al., 2007). A partir de entonces, en medicina humana se han desarrollado varias técnicas de bloqueo para este plexo, por lo que el objetivo de este estudio es evaluar si puede ser aplicable en caninos. No obstante, primero es importante conocer y entender de la anatomía involucrada en humanos para la aplicación de la técnica del bloqueo del plexo cervical superficial y posteriormente contrastarlo con la anatomía de caninos.

MARCO TEÓRICO

Anatomía Plexo Cervical Humanos

El plexo cervical es una red de fibras nerviosas formada por la unión de los cuatro nervios cervicales superiores C1-C4. Se encuentra ubicado lateralmente a las apófisis cervicales transversas y debajo del músculo esternocleidomastoideo (Saripalli et al., 2022). A su vez, el plexo cervical emerge de la columna vertebral desde un surco entre el músculo largo de la cabeza y los músculos escalenos medios, y se encuentra profundo a la vena yugular interna (Li y Szabova, 2021).

En primer lugar, se denomina plexo cervical profundo a las raíces nerviosas que comprenden a los nervios cervicales C1, C2, C3 y C4 (Ver Figura 1) (Ohana & Bonnet, 2006). A su vez, la raíz nerviosa C4 emite un ramo descendente que se une a C5 y se vuelve parte del plexo braquial. Por otro lado, las ramas anteriores de C3 y C4 forman un bucle y las ramas de este bucle se unen a C5 para dar lugar al nervio frénico (Ohana & Bonnet, 2006). Cabe destacar que el plexo cervical se fusiona con el nervio espinal accesorio, el nervio hipogloso, el nervio facial, el nervio vago, el nervio glossofaríngeo y el tronco simpático (Kim et al., 2018). Finalmente, las "asas nerviosas" se refieren a una estructura anatómica que se encuentra formada por la conexión de las ramificaciones de los nervios cervicales, siendo las asas nerviosas: C1-C2 ("asa del atlas"), C2-C3 ("asa del axis") y C3-C4 ("asa tercera vertebra cervical") y se encuentran ubicadas delante del extremo de las apófisis transversas como se evidencia en la Figura 1 (Ohana & Bonnet, 2006).

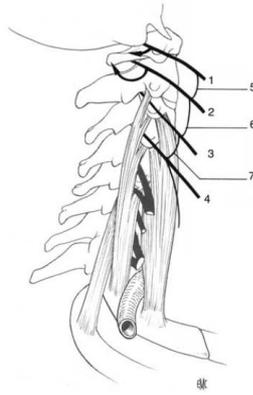


Figura 1. *Plexo Cervical Profundo.* 1. Primera raíz cervical; 2. Segunda raíz cervical; 3. Tercera raíz cervical; 4. Cuarta raíz cervical; 5. Asa del atlas; 6. Asa del axis; 7. Tercer asa cervical (Ohana & Bonnet, 2006).

Mientras que el plexo cervical superficial comprende las cuatro ramas cutáneas superficiales que se originan de las asas cervicales, siendo dichas ramas: el nervio occipital menor (C2), el nervio auricular mayor (C2, C3), el nervio cervical transverso (C2, C3) y el nervio supraclavicular (C3, C4) (Figura 2), las cuales aportan de inervación sensorial a las estructuras cutáneas de la porción anterolateral del cuello, la oreja externa y la punta del hombro hasta la clavícula (Hipskind & Ahmed, 2023; Patel et al., 2023).

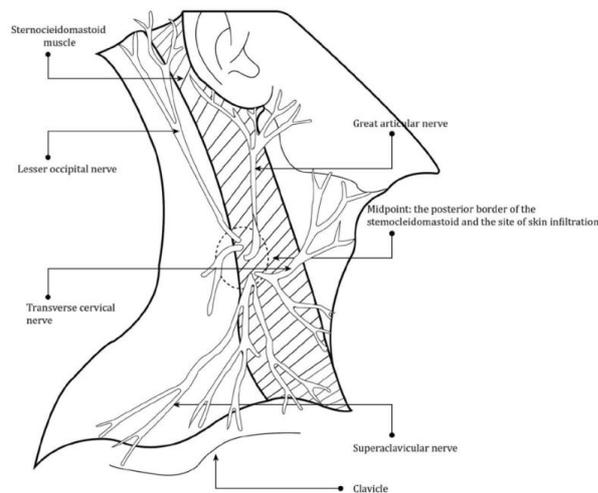


Figura 2: *Plexo Cervical Superficial* (Li & Szabova, 2021).

El nervio occipital menor, originado en C2, sube hasta el borde posterior del esternocleidomastoideo para inervar el área detrás de la oreja. El nervio auricular mayor y el

nervio cervical transverso surgen de C2 y C3. El auricular mayor proporciona sensación a las estructuras superficiales de la región posteroinferior de la glándula parótida desde la superficie de la oreja hasta el ángulo de la región mandibular. El nervio cervical transverso, también llamado nervio cutáneo anterior, se divide en una rama anterior y otra posterior después de penetrar el músculo platisma y proporciona sensación desde la región esternal hasta el ángulo de la región mandibular. Finalmente, las ramas del nervio supraclavicular emergen de C3 y C4, perforan el músculo platisma e irrigan inferiormente la región de la clavícula, la región de la segunda costilla y superolateralmente el músculo deltoides (Saripalli et al., 2022).

Bloqueo Nervioso del Plexo Cervical Superficial en Humanos

El objetivo de este bloqueo es depositar anestésico local cerca de las ramas sensoriales de las raíces nerviosas C2, C3 y C4 (Hipskind & Ahmed, 2023). Por lo que, esta técnica consiste en administrar el anestésico local detrás del borde lateral del músculo esternocleidomastoideo produciendo la anestesia superficial del cuello (Andrieu et al., 2007). Es importante destacar que el bloqueo puede ser realizado unilateral o bilateralmente y proporciona de analgesia para una variedad de procedimientos quirúrgicos tanto de cabeza como cuello. Entre ellos destacan: endarterectomías carotídeas, disección de ganglios linfáticos, reparación de laceraciones, incisión y drenaje de abscesos; cirugías de la región tímpanomastoidea como la cirugía de oído externo, cirugías de tiroides como la tiroidectomía, también cirugías de paratiroides, laringe, maxilofaciales e incluso craneotomías de fusión, occipital e infratentorial (Hipskind & Ahmed, 2023; Peksöz et al., 2022; Saripalli et al., 2022). También se puede utilizar como bloqueo adyuvante en cirugías de hombro, clavícula, glándulas mamarias y pared torácica superior (Kim et al., 2018).

A su vez, el uso de la guía ecográfica en este bloqueo permite visualizar la propagación del anestésico local. También permite seguir a la punta de la aguja y monitorear continuamente

su profundidad (Hipskind & Ahmed, 2023). Es importante destacar que al depositar el anestésico a mayor profundidad, aumenta el riesgo de complicaciones, por lo que se han desarrollado tres bloqueos diferentes del plexo cervical: superficial, intermedio y profundo (Ver Figura 3).

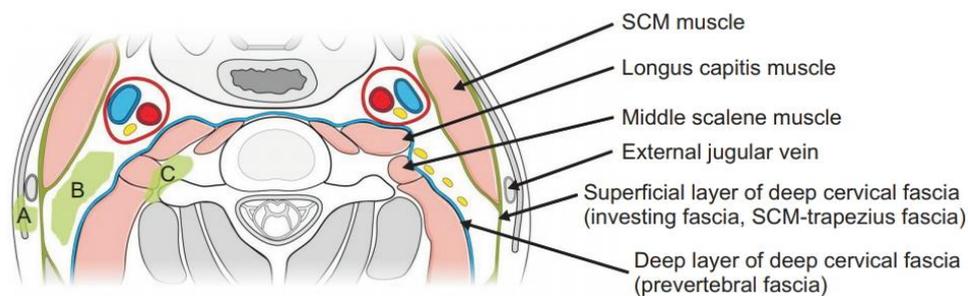


Figura 3. Áreas objetivo del bloqueo del plexo cervical según los espacios fasciales cervicales. En la sección transversal a nivel de C4 se observa: A) Bloqueo superficial del plexo cervical. B) Bloqueo intermedio del plexo cervical C) Bloqueo profundo del plexo cervical SCM: Músculo esternocleidomastoideo (Kim et al., 2018).

El bloqueo superficial del plexo cervical se considera una técnica segura y fácil de dominar, puesto que el anestésico se deposita en el tejido subcutáneo. El área objetivo es bajo el borde posterior del músculo esternocleidomastoideo (SCM) dentro de la fascia envolvente, como se puede evidenciar en la Figura 3, con el fin de afectar a las ramas superficiales del plexo cervical (Kim et al., 2018; Li & Szabova, 2021).

De igual manera, el bloqueo intermedio del plexo cervical se considera una técnica relativamente segura donde la aguja perfora la fascia que recubre el cuello (fascia envolvente), profundamente a la capa subcutánea, pero superficial a la fascia prevertebral, donde el área objetivo es el espacio entre el SCM y la fascia prevertebral (Ver Figura 3) (Kim et al., 2018). El principal riesgo a este nivel es la punción vascular, una inyección peridural o intradural y la toxicidad de los anestésicos locales, ya que en esta región la absorción plasmática es intensa

(Ohana & Bonnet, 2006). No obstante, con el uso de la ecografía la mayoría de riesgos disminuyen y se pueden prevenir (Li & Szabova, 2021).

El bloqueo profundo del plexo cervical ha sido asociado con una mayor cantidad de complicaciones, ya que se deposita el anestésico entre la fascia prevertebral y la apófisis transversa cervical (Ver Figura 3). Entre las principales complicaciones destacan: la inyección intravascular, que produciría una crisis convulsiva inmediata e intoxicación sistémica (Ohana & Bonnet, 2006), insuficiencia o dificultad respiratoria por parálisis diafragmática o de las cuerdas vocales e incluso la muerte por un paro cardiorrespiratorio (Pandit et al., 2007).

En primer lugar, el bloqueo profundo se ha asociado con un mayor riesgo de daño directo a estructuras importantes ubicadas cerca del lugar de la inyección, como son la arteria carótida interna, la arteria vertebral, la duramadre, el nervio frénico y el tronco vago simpático (De Sousa et al., 2005). Asimismo, existe el riesgo de una inyección intravascular en la vena yugular interna o la arteria carótida interna o incluso una inyección epidural o subaracnoidea (Li y Szabova, 2021, p. 535).

Por otro lado, en la mayoría de los casos se produce un bloqueo del nervio frénico y, en consecuencia, una parálisis del movimiento hemidiafragmático provocando una insuficiencia respiratoria aguda (Ohana & Bonnet, 2006; Opperer et al., 2022). No obstante, la complicación más importante es la paralización de los nervios craneales IX, X, XI y XII. Por tanto, puede ocurrir una complicación mortal si se llega a bloquear el nervio vago (X), ya que genera una obstrucción de las vías respiratorias por un broncoespasmo, problemas cardiacos, también parálisis de las cuerdas vocales generando disfonía, entre otras complicaciones (Kim et al., 2018). A su vez, se han descrito casos de disfagia asociada con el bloqueo de los nervios vago, glossofaríngeo o hipogloso (Kim et al., 2018).

Por consiguiente, para efectuar un correcto bloqueo del plexo cervical, se debe posicionar al paciente en decúbito supino con la cabeza y el apoyados sobre una almohada y se debe girar la cabeza hacia el lado opuesto. Posteriormente, se coloca un transductor lineal tanto a la altura del cartílago cricoides como del nivel vertebral C6. Luego identificando al músculo esternocleidomastoideo, se desplaza hacia craneal hasta observar la bifurcación de la arteria carótida, correspondiente al nivel C3-C4. En esta zona, se deben visualizar los tubérculos anteriores y posteriores de la apófisis transversa C4 junto con la raíz nerviosa de C4. Finalmente, se inserta la aguja de bloqueo de 22-25G, avanzando desde posterolateral hacia anteromedial hasta la zona deseada, y se procede a la infiltración del anestésico local, el volumen convencional para un adulto va entre los 10-15ml (Li & Szabova, 2021).

Anatomía Región Cervical Caninos

Nervios Espinales Cervicales

A diferencia de los seres humanos, en los caninos los nervios espinales cervicales no forman un plexo, ya que los nervios espinales surgen como raíces de la médula espinal. (Thomson & Hahn, 2012). Por tanto, el número de pares de nervios espinales en cada sección de la columna vertebral corresponde al número de vértebras con excepción de la columna cervical y la cola. Por ejemplo, el perro tiene 7 vértebras cervicales, 13 torácicas, 7 lumbares, 3 sacras y aproximadamente 20 caudales, las cuales varían dependiendo del tamaño de la cola (Dyce et al., 2012). En la región del cuello, el primer nervio cervical sale a través del agujero vertebral del atlas, los siguientes nervios cervicales salen por delante de la vértebra correspondiente, sin embargo, el último nervio cervical sale entre la séptima vértebra cervical y la primera vértebra torácica, debido a esto, existen 8 nervios cervicales para las 7 vértebras cervicales (Ver Figura 4) (König & Liebich, 2020).

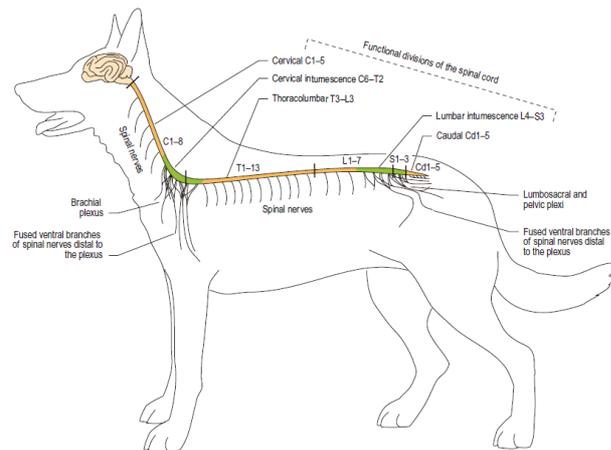


Figura 4. Nervios espinales del canino. (Thomson & Hahn, 2012).

Los nervios espinales se originan de una raíz dorsal y una ventral de la médula espinal. Ambas raíces se unen dentro del canal vertebral para formar el nervio espinal correspondiente (Ver Figura 5) (König & Liebich, 2020). Las raíces dorsales están compuestas por fibras aferentes sensitivas, las cuales desde receptores periféricos transmiten la información al sistema nervioso central, mientras que las raíces ventrales están compuestas por fibras motoras, que pueden ser somáticas e inervar al músculo estriado, y por fibras autónomas que inervan al músculo liso o cardíaco (Dyce et al., 2012; König & Liebich, 2020; Thomson & Hahn, 2012). Por tanto, dichas raíces transmiten la información desde el sistema nervioso central hacia los órganos efectores periféricos.

Posteriormente, las raíces dorsal y ventral se fusionan a nivel del agujero intervertebral para formar el nervio espinal que se divide en una rama dorsal y una rama ventral (Ver Figura 5). El ramo dorsal inerva a los músculos epaxiales, los que se encuentran situados dorsal a las apófisis transversas correspondientes de cada vertebra, y a la piel (Thomson & Hahn, 2012). Por otro lado, los ramos ventrales inervan a los músculos hipaxiales, los que se encuentran ventrales a las apófisis transversas de la vertebra correspondiente, y a la piel, donde cada ramo

ventral emite dos ramas cutáneas, la una para la mitad de la superficie lateral y la otra para las cercanías de la línea alba (König & Liebich, 2020; Thomson & Hahn, 2012).

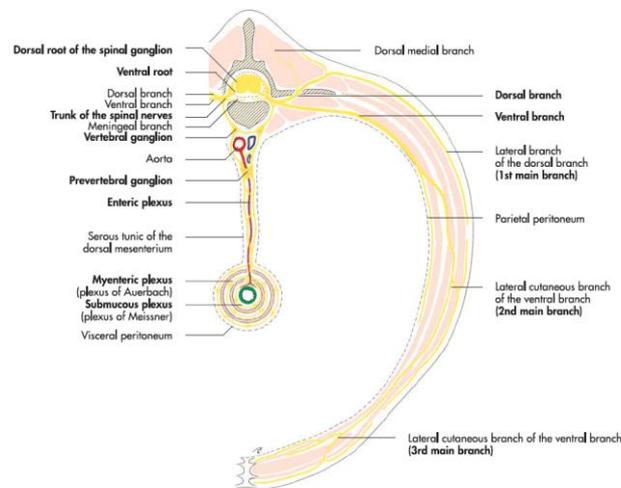


Figura 5. Origen de los nervios espinales. (König & Liebich, 2020, p.562).

A nivel cervical, los ramos dorsales se unen entre sí para formar el plexo cervical dorsal, asimismo, los ramos ventrales forman el plexo cervical ventral. El ramo ventral del primer nervio cervical, denominada “asa cervical”, se une con el nervio craneal XII, el nervio hipogloso, e inerva los músculos: esternotiroideo, esternohioideo y omohioideo. Del ramo ventral del segundo nervio cervical se desprende el nervio auricular mayor, y junto a la rama auricular caudal del nervio facial, inerva la región caudal de la oreja (König & Liebich, 2020).

Por su parte, de la unión de las fibras de las ramas ventrales de los nervios cervicales 5, 6 y 7 se forma el nervio frénico, el cual penetra en la cavidad torácica siguiendo su recorrido hasta el diafragma. A su vez, el plexo braquial se forma de las ramas ventrales de las tres últimas vértebras cervicales y de los dos primeros nervios torácicos dando origen a los nervios de las extremidades anteriores (König & Liebich, 2020). Es importante recalcar que los segmentos cutáneos inervados por un nervio espinal específico se denominan dermatomas (Thomson & Hahn, 2012). En la Figura 6, se puede observar una representación de los dermatomas según el nervio espinal correspondiente.

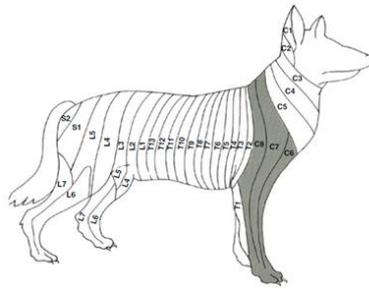


Figura 6. *Dermatomos del canino según cada nervio espinal. (Uemura, 2015, p. 110).*

Consideraciones anatómicas para la aplicación del bloqueo nervioso en el canino

Es importante destacar que para el presente estudio se van a tomar en cuenta ciertas estructuras anatómicas que van a estar involucradas en el bloqueo del plexo cervical superficial. Entre ellos destacan: el músculo braquiocefálico, músculo esternocéfálico, músculo omotransverso, el tronco vago simpático, las ramas ventrales de los nervios cervicales y el nervio frénico.

Músculos cervicales

En primer lugar, el músculo omotransverso (Ver Figura 7) se origina en el acromion, parte distal de la escápula, y se inserta en el ala del atlas. Se encuentra inervado por el nervio accesorio XI y si se fija el cuello ayuda a desplazar cranealmente la escápula. En cambio, con la escápula fija, flexiona ventralmente o lateraliza el cuello (Gil et al., 2012).

Por otro lado, el músculo esternocleidomastoideo que no existe en animales cuadrúpedos es remplazado funcionalmente por los músculos braquiocefálico y esternocéfálico (König & Liebich, 2020) (Ver Figura 7). En primer lugar, el músculo esternocéfálico es el músculo más ventral del cuello y forma el borde ventral del surco yugular, donde se aloja la vena yugular externa (Dyce et al., 2012). Se origina en el manubrio del esternón y se inserta en dos zonas diferentes dependiendo de la especie. En los caninos, la porción occipital se inserta en la cresta de la nuca y la porción mastoidea en la apófisis mastoides del hueso temporal.

Además, se encuentra inervado por la rama ventral del nervio accesorio (XI nervio craneal) (König & Liebich, 2020). Es importante destacar que la contracción bilateral del músculo provoca la flexión ventral de la cabeza y la contracción unilateral flexiona lateralmente el cuello dependiendo del lado de dicha contracción (Dyce et al., 2012).

En cambio, el músculo braquiocefálico es un músculo complejo que se origina en la tuberosidad deltoidea del húmero y está formado por la unión de dos porciones. La porción más distal denominada cleidobraquial va desde el ligamento clavicular del músculo hasta el húmero. Por otro lado, la porción más proximal denominada cleidocefálica se vuelve a dividir en distintas porciones dependiendo del lugar de su inserción. En el caso del perro, se divide en la porción cleidomastoidea, la cual se inserta en la apófisis mastoides del hueso temporal, y en la porción cleidocervical que se inserta en el hueso occipital (König & Liebich, 2020). Al igual que músculo esternocefálico, la función del músculo braquiocefálico es la flexión ventral y lateral del cuello, sin embargo, también participa en el desplazamiento del miembro anterior. Se encuentra inervado por el ramo ventral de C6 y el nervio accesorio craneal (XI). Además, forma el borde dorsal del surco yugular (Dyce et al., 2012).



Figura 7. Referencias anatómicas superficiales en la disección del cuello de un canino. Tras retirar el m. cutáneo se observa: a) m. esternocefálico; b) m. braquiocefálico; c) m. omotransverso; d) Porción cervical m. trapecio; e) glándula submandibular; f) m. esternohioideo; *) vena yugular externa (Whalen, 2005).

Ramos ventrales de los nervios cervicales C2, C3 y C4

Los ramos ventrales de los nervios cervicales C2, C3 y C4 que están involucrados en el bloqueo nervioso del plexo cervical superficial, son visibles al retirar el músculo braquiocefálico (Ver Figura 8). Por ejemplo, la rama ventral del nervio cervical C3 se lo puede localizar medialmente atravesando el músculo omotransverso (Gil et al., 2012).

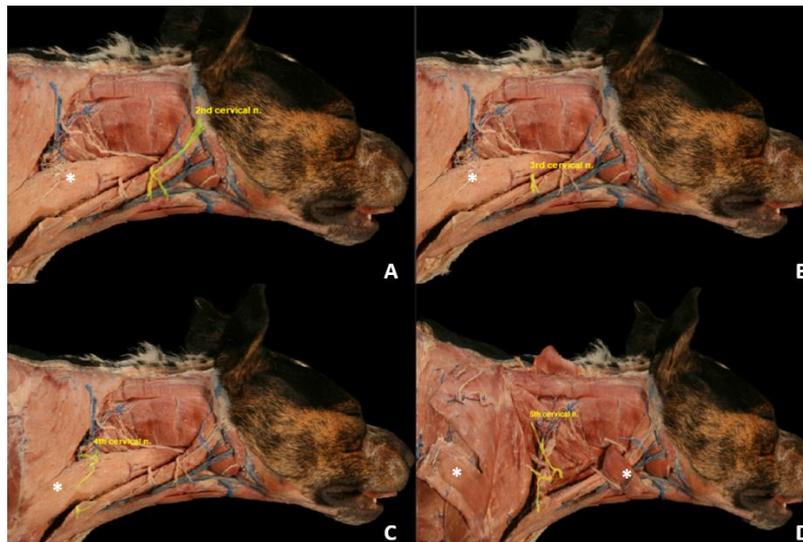


Figura 8. Nervios cervicales en la disección del cuello de un canino. Disección del cuello de un canino tras retirar el músculo braquiocefálico. (*) m. omotransverso. A. Nervio Cervical “C2”; B. Nervio Cervical “C3”; C. Nervio Cervical “C4”; D. Nervio Cervical “C5” tras retirar el músculo omotransverso (Whalen, 2005).

Nervio frénico

Como se mencionó anteriormente, el nervio frénico inerva al músculo diafragmático y se origina en los ramos de los nervios cervicales C5, C6 y C7. Es importante destacar que al nervio cervical C5 se lo observa al retirar el músculo omotransverso (Ver Figura 8) y se lo encuentra en la superficie del músculo escaleno hasta que se inserta medialmente por la primera costilla hasta llegar al diafragma (Gil et al., 2012).

El diafragma, es uno de los músculos inspiratorios más importantes, se distingue por ser una placa musculotendinosa en forma de cúpula que separa las cavidades torácica y abdominal (Dyce et al., 2012). Durante la inspiración, se desplaza hacia caudal aumentando tanto la expansión de la cavidad torácica como la presión intraabdominal y junto con los músculos intercostales externos facilita la expansión del tórax al lateralizar las costillas. Por el contrario, en la espiración los músculos espiratorios principales, como son los abdominales y los intercostales internos, se contraen, aumentando la presión abdominal y devuelven al diafragma a su posición normal reduciendo el volumen torácico (Bradley, 2014).

Nervio vago

En cambio, el nervio vago, también conocido como el nervio craneal (X), inerva territorios de la región cefálica, cavidad torácica y abdominal, y se considera como el nervio parasimpático más desarrollado del sistema nervioso autónomo (König & Liebich, 2020). Su componente sensitivo inerva la faringe, laringe, órganos torácicos y abdominales, canal auditivo externo y el tímpano, mientras que su componente motor inerva los músculos faríngeos, laríngeos y esofágicos y los órganos torácicos y abdominales, por lo que se encuentra implicado en la deglución, fonación, y la modulación de la frecuencia cardiaca, el tracto digestivo y el reflejo de tos (Morales & Montoliu, 2012).

El nervio vago se origina ventrolateralmente a la médula oblonga y abandona la cavidad craneana a través del foramen yugular y emerge del cráneo a través de la fisura tímpano-occipital (Morales & Montoliu, 2012). En esta zona emite un ramo meníngeo y otro auricular que inerva el pabellón auricular junto con el nervio facial (König & Liebich, 2020).

La parte cervical del nervio vago comienza tras el origen del nervio laríngeo craneal. El nervio laríngeo craneal inerva con su ramo externo al músculo cricotiroideo; con su ramo

interno brinda de inervación sensitiva a la laringe; también surge el nervio depresor que se direcciona hacia el plexo cardiaco y se encuentra implicado en el enlentecimiento del latido cardiaco (König & Liebich, 2020); también en este tramo surge un ramo faríngeo, el cual forma el plexo faríngeo junto con las ramas faríngeas del nervio glossofaríngeo. Este plexo inerva los músculos estriados del paladar, la faringe y el esófago cervical (de Lahunta et al., 2020). Finalmente, el nervio vago se une con el simpático y forma el tronco vagosimpático (Ver Figura 9. N°28) que discurre dorsalmente en relación con la arteria carótida común (Ver Figura 9. N°29), no obstante, antes de ingresar al tórax se separa marcando el inicio de la parte torácica del nervio vago (König & Liebich, 2020).

A nivel del tórax, el nervio vago discurre ventral a la arteria subclavia e ingresa al mediastino donde se desprenden ramos cardiacos (Ver Figura 9. N°21), los cuales también se dirigen hacia el plexo cardiaco. En este mismo segmento, a la altura del mediastino craneal, se origina el nervio laríngeo caudal o recurrente. En el lado derecho, tiene su origen cerca del tronco arterial costocervical, mientras que en el lado izquierdo emerge en proximidad al ligamento arterioso (Ver Figura 9. N°7). Ambos nervios laríngeos recurrentes discurren a lo largo de la tráquea, en posición medial a la arteria carótida común, hasta llegar a la laringe donde inervan la musculatura laríngea, tráquea y esófago, excepto el músculo cricotiroideo previamente mencionado. El tronco del vago continua su trayecto y se divide bilateralmente a altura del pulmón en un ramo dorsal (Ver Figura 9 N°13) y un ramo ventral, siendo de estos ramos de donde surgen las ramas bronquiales. Posteriormente, siguen sobre el esófago y los contralaterales se unen para formar el tronco vagal dorsal y tronco vagal ventral (Ver Figura 9 N°15). Finalmente, cuando atraviesan el hiato esofágico, se denomina la parte abdominal del nervio vago, la cual inerva a los órganos de la cavidad abdominal.

En la Figura 9, se puede observar el origen y recorrido del nervio frénico y el recorrido de la parte cervical y torácica del nervio vago que fue mencionado anteriormente.

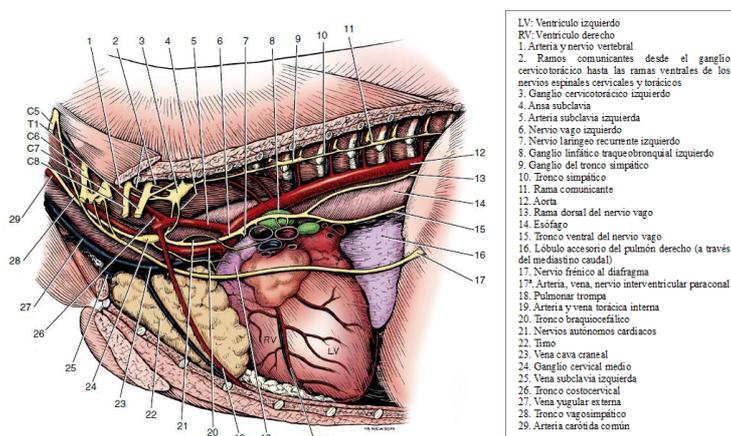


Figura 9. Recorrido del nervio frénico y vago. Vista lateral izquierda de los nervios autónomos torácicos tras extraer el pulmón izquierdo (de Lahunta et al., 2020).

Es importante destacar que el tronco vago simpático se encuentra dentro de la vaina carotídea en la fascia cervical profunda junto con la arteria carótida común, y la vena yugular interna. A estos elementos se les denomina el paquete vasculonervioso del cuello y recorren por el cuello (lateralmente a la tráquea) (Ver Figura 10) (Gil et al., 2012).

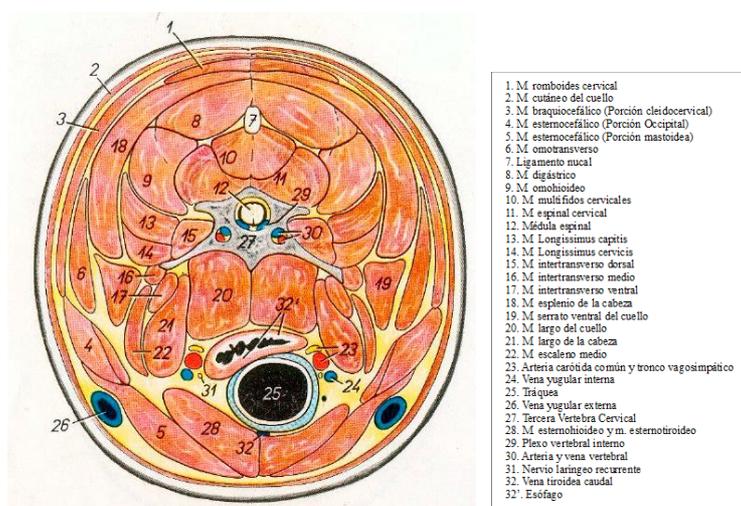


Figura 10. Paquete vasculonervioso del cuello. Vista caudal de la sección transversal del cuello a nivel de la tercera vertebra cervical. 23. Arteria carótida interna y tronco vagosimpático. 24. Vena yugular interna (Popesko, 1981).

DESARROLLO

JUSTIFICACIÓN

Como se mencionó anteriormente, no existen bloqueos nerviosos regionales a nivel cervical documentados en Medicina Veterinaria en caninos. Por tanto, se busca diseñar un estudio de investigación postmortem en donde se evalué si es posible, efectivo y seguro aplicar el bloqueo del plexo cervical superficial, que fue desarrollado para humanos, en caninos, para lo cual se han diseñado dos componentes. El componente A abarcará al diseño del método eco guiado para la infiltración de un anestésico tinturado en la zona deseada. Mientras que el componente B, el presente estudio, busca evaluar la eficacia de dicha técnica a través de la disección regional del cuello de los cadáveres con el fin de determinar la diseminación del anestésico y por ende visualizar su efectividad y posibles riesgos asociados.

Es importante destacar que el presente estudio permitirá establecer una base para futuras investigaciones dentro de la Anestesiología Veterinaria con el propósito de avanzar y llegar a realizar ensayos *in vivo*, en los cuales se pueda evaluar el efecto analgésico real de dicho bloqueo nervioso en pacientes que son sometidos a cualquier procedimiento quirúrgico en la región cervical. Además, la aplicación de los bloqueos regionales permite tratar el dolor del paciente quirúrgico durante el periodo transoperatorio y postoperatorio de una mejor manera, por lo que son uno de los pilares dentro de la analgesia multimodal, ya que disminuyen el uso de fármacos analgésicos y anestésicos, la estancia hospitalaria y brinda de bienestar al paciente. Por consiguiente, el buscar de nuevas alternativas para el manejo de dolor permitirá el desarrollo de nuevas prácticas clínicas y proporciona de un mejor servicio tanto al paciente como al tutor responsable de la mascota.

Formulación Problema/ Pregunta de Investigación:

¿El bloqueo del plexo cervical superficial puede ser aplicable en perros?

Hipótesis

El bloqueo del plexo cervical superficial bloquea las ramas nerviosas ventrales de C2, C3 y C4 sin generar ninguna complicación en los caninos.

Objetivo General

Evaluar la eficacia y posibles complicaciones de la aplicación de la técnica anestésica del bloqueo regional eco-guiado del plexo cervical superficial en cadáveres de caninos

Objetivos Específicos

1. Evaluar la precisión de la técnica del bloqueo regional identificando la adecuada distribución del anestésico mezclado con el azul de metileno entre el músculo braquiocefálico y omotransverso durante la disección de la región cervical de los cadáveres
2. Evaluar la precisión de la técnica del bloqueo regional mediante la identificación de las ramas nerviosas cervicales ventrales C2, C3 y C4 teñidas durante la disección de la región cervical de los cadáveres
3. Identificar posibles complicaciones observables en los cadáveres a través del análisis de las estructuras anatómicas de la región cervical afectadas por la infiltración del anestésico

METODOLOGÍA

Materiales

Para el presente estudio se seleccionó una muestra de 6 cadáveres de caninos de diferentes tamaños y razas para la aplicación del bloqueo regional en el lado izquierdo y derecho de la región cervical. Los cadáveres fueron proporcionados por el Hospital Docente Universitario de Especialidades Médicas Veterinarias de la USFQ (HOSVET-USFQ) y estuvieron disponibles debido a que los propietarios, por sus razones personales, optaron por enviar el cadáver del canino a la cremación comunitaria, lo que implica que autorizaron cremar el cuerpo junto con el de múltiples mascotas y al posterior desecho de las cenizas. Es importante recalcar que los tutores, al no querer recibir las cenizas, autorizan el uso de los cadáveres para estudios académicos universitarios previo a su cremación. Entre los criterios de exclusión que se tomaron en cuenta fueron los caninos con algún tipo de anomalía en la región cervical; por ejemplo, heridas visibles, fracturas o algún tipo de cirugía previa en cualquier lado del cuello. A su vez, los cadáveres debían ser colocados en descongelación con al menos 48 horas de anticipación previo a la necropsia.

Por otro lado, para el bloqueo nervioso eco-guiado del plexo cervical superficial se utilizó un ecógrafo Butterfly IQ3 Ultrasound ® para la identificación de las fascias musculares, jeringas de 10ml, agujas espinales tipo Quincke 22G y Lidocaína 2% que fue mezclada con Azul de metileno en partes iguales (50% Lidocaína y 50% Azul Metileno). La dosis de lidocaína utilizada fue de 0,3mg/kg y la cantidad de anestésico necesario para la infiltración se calculó en función del peso que tenía cada perro en vida, dicho peso fue proporcionado por el HOSVET.

Finalmente, la necropsia se realizó en el laboratorio de Medicina Veterinaria Maxwell 111-A de la Universidad San Francisco de Quito (USFQ), por lo que se debió trasladar a los

cadáveres del congelador del HOSVET-USFQ hacia la universidad. Para lo cual, primero se solicitó una autorización de ingreso con el personal de seguridad y se procedió con el traslado de los cadáveres en una jaula móvil proporcionada por el hospital veterinario. Del mismo modo, una vez finalizada la necropsia se tuvo que volver a trasladar el cadáver hacia el congelador del hospital.

Para la disección anatómica regional del cuello se necesitó de: equipo de protección personal como guantes de látex, mandil y mascarilla; un kit de disección de mínimo de 10 o 12 piezas, del cual los instrumentos imprescindibles fueron: mango de bisturí N°4 y N°3 con sus respectivas hojas de bisturí 10-11 y 22 respectivamente, tijera de mayo curva y recta, pinza de Adson con dientes, pinza de Adson sin dientes, sonda acanalada, pinzas hemostáticas Kelly curvas o planas y un separador de tejidos; también, se diseñaron etiquetas para identificar las estructuras anatómicas, para lo cual se imprimió el nombre de la estructura anatómica, luego se lo recubrió con cinta adhesiva "Scotch" y se colocó una aguja para la identificación de cada estructura durante la disección. Por último, para el registro fotográfico se utilizó la cámara de un teléfono móvil (Ver Figura 11).

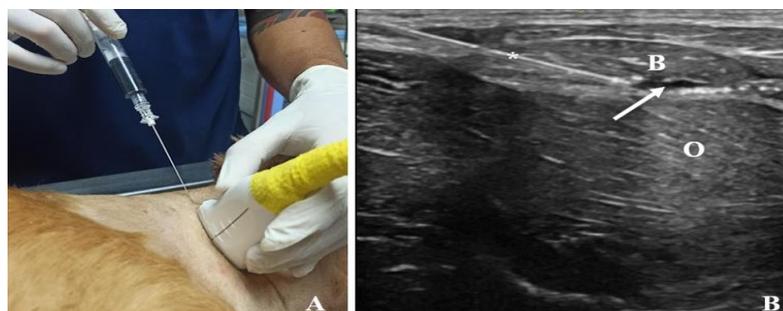


Fotografías tomadas por Viviana Infante y Stephanie Yunga

Figura 11. Materiales. Nota: Se observan los materiales básicos utilizados para el bloqueo anestésico y la disección regional del cuello.

Método de la Técnica Anestésica del Bloqueo del Plexo Cervical Superficial

Se realizó un bloqueo regional interfascial eco guiado donde el anestésico mezclado con el azul de metileno debía llegar a las ramas nerviosas ventrales de los nervios espinales C2, C3 y C4, por lo que este se debía depositar en el espacio interfascial que se forma entre el músculo braquiocefálico y omotransverso. En primer lugar, se rasuraron ambos lados del cuello de cada paciente. Posteriormente, se cargó en la jeringa de 10 ml la dosis correspondiente según el peso del canino de Lidocaína al 2% previamente mezclada con el azul de metileno, y se colocó la aguja Quinckle para el bloqueo eco-guiado. Después humedecer la zona con alcohol para facilitar la función del transductor del ecógrafo, se colocó este en un corte transversal a altura de la vertebra cervical C3 con el objetivo de identificar las fascias musculares del músculo braquiocefálico y omotransverso (Ver Figura 12.A). Cabe recalcar que la vena yugular externa es una estructura anatómica útil para dicha identificación, puesto que los músculos se encuentran en posición craneal con respecto de ella. Finalmente, se procedió a la infiltración del anestésico procurando que la lidocaína quedara en el espacio objetivo previamente mencionado (Ver Figura 12.B).



Fotografías tomadas por Viviana Infante y Stephanie Yunga.

Figura 12. Técnica del bloqueo eco-guiado del plexo cervical superficial. Nota: A. Posición del transductor lineal a nivel de vertebra cervical C3 y punción de la aguja Quinckle. B. Imagen ecográfica de la infiltración del anestésico entre las fascias musculares. O: omotransverso; B: Braquiocefálico; *: aguja Quinckle; flecha: depósito del anestésico en el espacio interfascial.

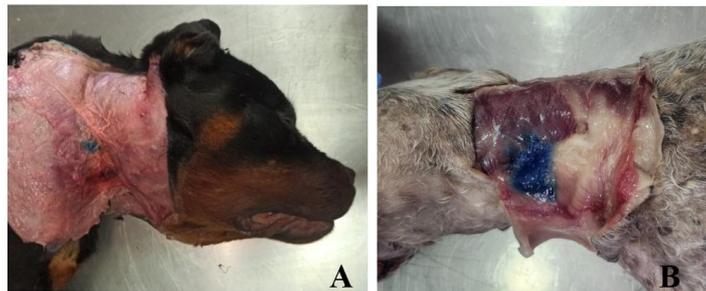
Método de la Disección Anatómica Regional

Para realizar la disección cervical de los caninos, se inició con una incisión en el plano cutáneo siguiendo la línea media dorsal. Luego, se realizaron incisiones en el borde craneal y caudal de la región cervical, descendiendo hacia el área ventral para formar una ventana rectangular en el cuello. Posteriormente, se separaron los músculos superficiales cervicales, para lo cual se realizó una disección roma de cada músculo respetando las direcciones de sus fibras musculares. Una vez identificados y separados los músculos del cuello, se diseccionó al músculo braquiocefálico, con el fin de evaluar la presencia de tinte en las ramas nerviosas ventrales de los nervios cervicales de C2 a C5. Estas ramas nerviosas se localizaban en el plano intermuscular que se forma entre el músculo braquiocefálico y el músculo omotransverso. Finalmente, se profundizó la disección, utilizando a la tráquea como referencia, para localizar al paquete vasculonervioso del cuello, compuesto por arteria carótida común, vena yugular interna, nervio vago y nervio laríngeo recurrente. Finalmente, se registraron las estructuras anatómicas teñidas por la difusión del anestésico y se evaluaron visualmente las posibles complicaciones asociadas a la técnica, las cuales se evidenciaban con la presencia del anestésico tinturado en el nervio espinal “C5” y el nervio vago. En el Anexo 1 se ilustra el procedimiento de la necropsia con fotografías.

RESULTADOS

Se realizó la técnica del bloqueo en el lado izquierdo y derecho del cuello de 6 caninos. Es importante destacar que de los 12 cuellos disponibles, el lado izquierdo del paciente número 3 se utilizó como control, por lo que no se le realizó el bloqueo correspondiente. Por ende, se aplicó la técnica anestésica del bloqueo del plexo cervical superficial en 11 cuellos. En el Anexo 2, se observan las fotografías de la disección de cada lado del cuello de la muestra.

Con respecto a los resultados, en primer lugar, se observó que cuando el anestésico tinturado se depositó de manera correcta en el sitio objetivo previamente mencionado, al comenzar la necropsia se distinguía un punto de tinción de forma circular y con un diámetro menor a 1 cm, el cual corresponde al ingreso de la aguja y su paso a través del músculo braquiocefálico (Ver Figura 13.A). En cambio, cuando el diámetro de dicho punto era mayor a 1 cm se podía intuir una falla en la técnica del bloqueo y se esperaba observar posibles complicaciones (Ver Figura 13.B).



Fotografías tomadas por Viviana Infante y Stephanie Yunga.

Figura 13. Inicio de la disección regional del cuello en los caninos. Nota: A. Paciente N°1 cuello derecho donde el bloqueo fue efectivo y no se observaron complicaciones. B. Paciente N°5 cuello izquierdo, donde el bloqueo se depositó en el sitio objetivo, pero se observaron complicaciones más adelante.

Para evaluar la precisión de la técnica del bloqueo regional, primero se debía identificar la adecuada distribución del anestésico tinturado en el espacio interfacial que existe entre el músculo braquiocefálico y omotransverso. Dicha distribución se consideraba adecuada cuando al retirar el músculo braquiocefálico se observaba a la cara medial de este músculo teñido (Ver

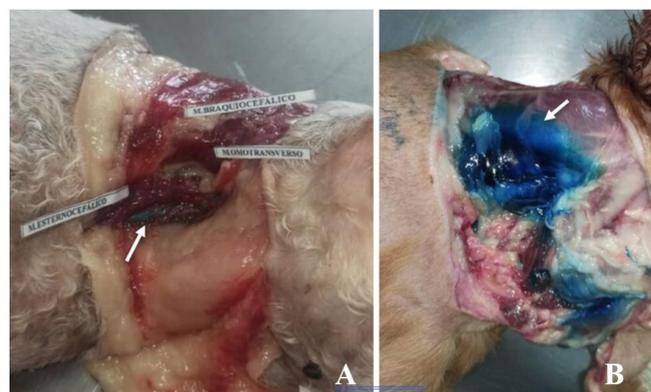
Figura 14. A) y a todas las estructuras anatómicas que se encuentran bajo este músculo manchadas por el azul de metileno (Ver Figura 14. B).



Fotografías tomadas por Viviana Infante y Stephanie Yunga.

Figura 14. Distribución adecuada del anestésico en los planos musculares. Nota: A. Distribución del anestésico tinturado en la cara medial del músculo braquiocefálico en el cuello izquierdo del paciente N°4. B. Distribución del anestésico en el sitio objetivo y tinción de estructuras aledañas en el cuello derecho del paciente N°3.

No obstante, en este estudio hubo casos en los que el anestésico se difundía hacia planos musculares más profundos, a pesar de que se observó la difusión del anestésico en el sitio objetivo mencionado anteriormente (Ver Figura 15.A). Por otro lado, se registró un solo caso donde el anestésico no llegó al sitio objetivo, puesto que fue infiltrado erróneamente en el músculo esplenio del cuello (Ver Figura 15.B).



Fotografías tomadas por Viviana Infante y Stephanie Yunga.

Figura 15. Otros casos de distribución del anestésico entre los planos musculares. Nota: A. Difusión del anestésico a planos más profundos señalado por la flecha. B. Infiltración del anestésico fuera del sitio objetivo, la flecha señala al músculo esplenio.

Por tanto, teniendo en cuenta al objetivo específico N°1, en la tabla N°1 se recopilan los resultados obtenidos durante la disección regional del cuello de cada paciente de la muestra tras la aplicación de la técnica anestésica del bloqueo del plexo cervical superficial y se detalla la precisión de la técnica según la difusión del anestésico presente entre los músculos esperados.

Tabla 1. Distribución del anestésico tinturado en el espacio interfacial del músculo braquiocefálico y omotransverso.

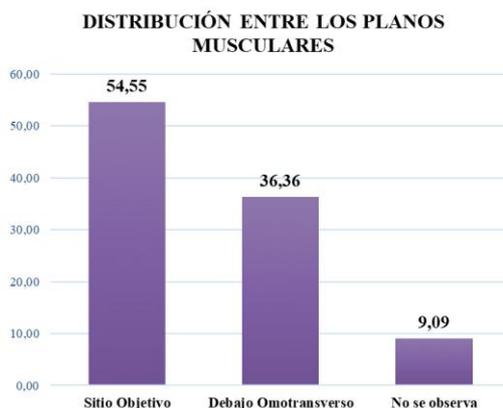
	Paciente	1		2		3		4		5		6		Total	%	Izquierda	%	Derecha	%				
		I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D										
Braquiocefálico/ Omotransverso	Sitio Objetivo	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	6	54,55	3	60	3	50				
	Debajo Omotransverso	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	4	36,36	2	40	2	33,33				
	No se observa	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	9,09	0	0	1	16,67				
Total														11	100	5	100	6	100				

Fuente: Viviana Infante y Stephanie Yunga

Nota: Se presentan tres variables: "Sitio objetivo" indica que la distribución del anestésico se encontró únicamente entre el músculo braquiocefálico y omotransverso; "Debajo de omotransverso" se refiere a que la distribución del anestésico se encontró dentro del espacio interfacial adecuado, pero también se observó tinción en planos musculares más profundos; y "No se observa" explica que la distribución del anestésico no se encontró en el espacio interfacial esperado. Finalmente, se detallan los porcentajes obtenidos teniendo en cuenta cada variable y el lado correspondiente. *(I) representa al lado izquierdo y (D) al lado derecho del cuello de cada paciente.

En la Figura 16, se observan gráficamente los resultados obtenidos. Teniendo en cuenta que se realizó el bloqueo anestésico post-mortem en 11 cuellos, el anestésico alcanzó el sitio objetivo en el 90,91% de los casos, que consistía en mantenerse en el espacio interfacial entre el músculo braquiocefálico y el omotransverso. Sin embargo, de este porcentaje, en el 36,36% de los casos observados la difusión del anestésico se profundizó, alcanzando la cara medial del músculo omotransverso, mientras que el 54,55% de los casos la difusión se encontró dentro

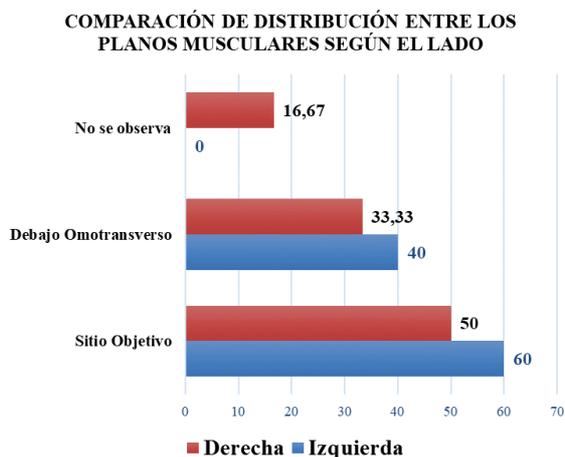
del sitio objetivo. Finalmente, en el 9,09% de los casos el anestésico no se observó en el sitio objetivo.



Fuente: Viviana Infante y Stephanie Yunga

Figura 16. Distribución del anestésico tinturado en el espacio interfacial del músculo braquiocefálico y omotraverso.

En la Figura 17 se observa la comparación de los resultados dependiendo del lado del paciente. En total, se realizaron 5 infiltraciones en el lado izquierdo y 6 en el lado derechos de los 11 cuellos a los que se les aplicó el bloqueo post-mortem. De los cuellos infiltrados en el lado izquierdo (señalados de color azul), el anestésico alcanzó el sitio objetivo en el 60% de los casos; en el 40% restante el anestésico se difundió a mayor profundidad de lo previsto, alcanzando la cara medial del músculo omotraverso y no se registraron casos en los que el anestésico no llegara al sitio objetivo. En cambio, en los lados derechos (indicados en color rojo) se observó que el 50% de las infiltraciones alcanzó el sitio objetivo, en el 33,33% se profundizó y en el 16,67% de los casos el anestésico no se observó en el sitio objetivo.



Fuente: Viviana Infante y Stephanie Yunga

Figura 17. Comparación de la distribución del anestésico tinturado en el espacio interfacial del músculo braquiocefálico y omotransverso según el lado del cuello del paciente.

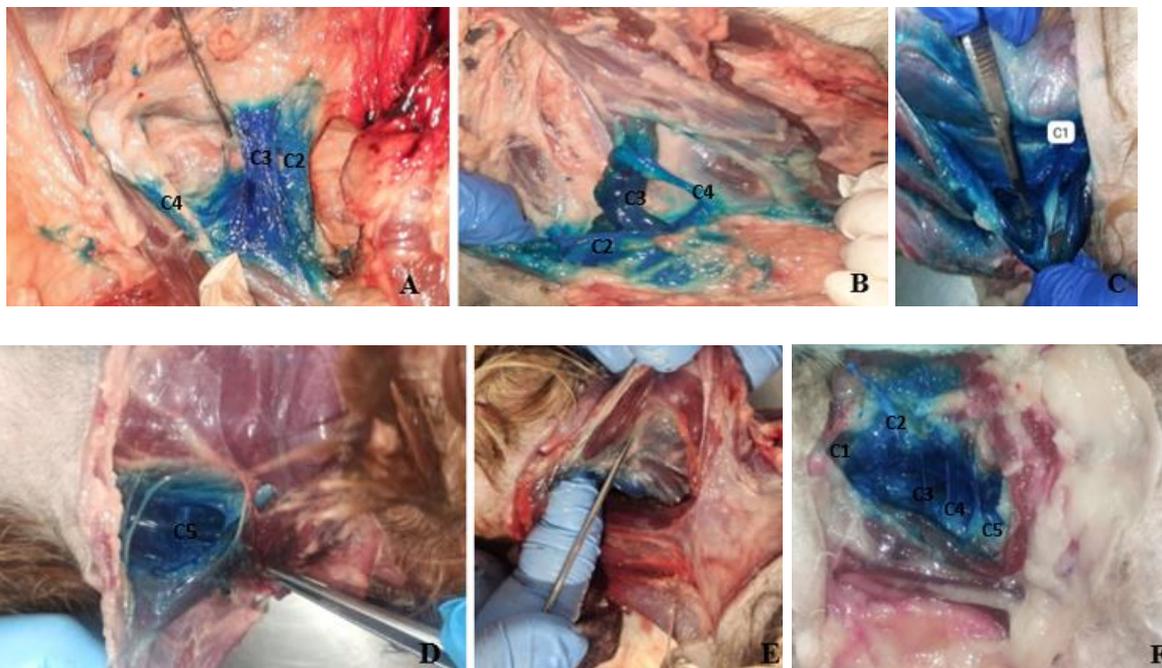
De igual manera, se evaluó la precisión de la técnica del bloqueo regional mediante la identificación de las ramas nerviosas cervicales ventrales C2, C3 y C4 teñidas durante la disección de la región cervical de los cadáveres. En primer lugar, en el paciente control se observó el plexo que se forma entre las ramas ventrales de los nervios cervicales espinales (Ver Figura 18).



Fotografías tomadas por Viviana Infante y Stephanie Yunga

Figura 18. Plexo de las ramas nerviosas cervicales ventrales C1-C5. Nota: Disección regional anatómica de las ramas nerviosas ventrales de los nervios cervicales del cuello izquierdo (control) del paciente N°3.

Se consideró una tinción exitosa cuando el anestésico coloreó al menos un segmento de 1 cm de longitud del nervio. El objetivo del bloqueo fue tinturar las ramas nerviosas cervicales ventrales de C2, C3 y C4 (Ver Figura 19. A y B). Sin embargo, en algunos casos aunque se logró el objetivo, el anestésico se distribuyó en dirección craneal llegando a la rama nerviosa de C1 (Ver Figura 19. C); de igual manera, hubo casos en los que se dirigió en dirección caudal alcanzando a la rama nerviosa de C5 (Ver Figura 19. D) o incluso se difundió en ambos sentidos tiñendo a los nervios cervicales que van de C1 a C5 (Ver Figura 19. E). También se presentaron dos casos en los no hubo tinción de los nervios esperados tras la infiltración (Ver Figura 19. F).



Fotografías tomadas por Viviana Infante y Stephanie Yunga

Figura 19. Múltiples casos vistos tras la aplicación de la técnica del bloqueo ecoguiado del plexo cervical superficial. Nota: A. Tinción de las raíces nerviosas de C2, C3 y C4 en el cuello izquierdo del paciente 2. B. Tinción de las raíces nerviosas de C2, C3 y C4 en el lado derecho del paciente 2. C. Tinción del sitio objetivo y de la rama nerviosa de C1 en el lado derecho del paciente 3. D. Tinción del sitio objetivo y rama nerviosa de C5 en el lado derecho del paciente 6. E. No se observa tinción de las raíces nerviosas tras el bloqueo en el lado izquierdo del paciente 6. E. Tinción de todas las raíces nerviosas que van de C1 a C5 en el lado izquierdo del paciente 5.

Teniendo en cuenta al objetivo específico N°2, en la tabla N°2, se detallan los resultados obtenidos en la disección regional del cuello tras la técnica del bloqueo regional mediante la identificación de las ramas nerviosas cervicales ventrales C2, C3 y C4 teñidas en la disección de la región cervical de los cadáveres tanto en el lado izquierdo (I) como en el derecho (D) de los 6 sujetos de estudio.

Tabla 2. Identificación de las ramas nerviosas cervicales ventrales C2, C3 y C4 teñidas y observables durante la disección de la región cervical de los cadáveres

	Paciente	1		2		3		4		5		6		Total	%	Izquierda	%	Derecha	%
		I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D						
C2-C3-C4	Sitio Objetivo	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	27,27	2	40	1	16,67
	Craneal	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	3	27,27	0	0	3	50,00
	Caudal	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	18,18	1	20	1	16,67
	Craneal/Caudal	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	9,09	1	20	0	0,00
	No se observa	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	18,18	1	20	1	16,67
Total													11	100	5	100	6	100	

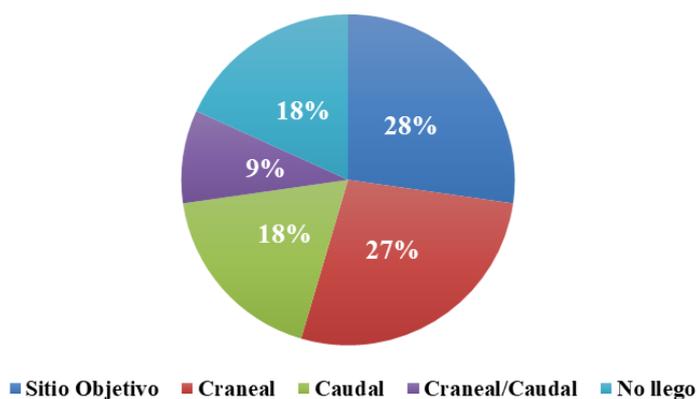
Fuente: Viviana Infante y Stephanie Yunga

Nota: Se tomó en cuenta 5 variables; “sitio objetivo” se refiere a que el tinte se observa exclusivamente en las ramas nerviosas de C2-C3-C4; “craneal” explica que se observó en el sitio objetivo, sin embargo, también se difundió hacia la rama ventral de C1; “caudal” indica que se observó en el sitio objetivo, sin embargo, el bloqueo también se distribuyó hacia C5; “craneal-caudal” hace referencia a que se observaron teñidos los nervios cervicales que van de C1 a C5; finalmente, “no se observa” muestra que las ramas nerviosas no se encontraban teñidas. Por último, se detallan los porcentajes obtenidos teniendo en cuenta cada variable y el lado correspondiente.

En la Figura 20, se observa la representación porcentual de los datos anteriormente mencionados. Los resultados indican que de los 11 cuellos en los que se aplicó el bloqueo con el objetivo de teñir exclusivamente las ramas nerviosas cervicales ventrales de C2-C3-C4, en un 18% no se observó la presencia del anestésico tinturado en dichas áreas. En el 82% restante, el anestésico se evidenció en el sitio objetivo mencionado anteriormente. No obstante, dentro de este porcentaje, en un 28% el anestésico tinturado se encontró únicamente dentro del sitio

objetivo; en un 27%, el anestésico se dirigió hacia craneal, llegando a teñir la rama nerviosa ventral C1; en un 18% el anestésico tinturado se distribuyó hacia caudal demostrando a la rama nerviosa ventral de C5 teñida; finalmente, en un 9% se observaron teñidos los nervios cervicales que van de C1 a C5, debido a que el anestésico se dirigió tanto hacia craneal como caudal.

RAMAS NERVIOSAS CERVICALES C2-C3-C4 TEÑIDAS

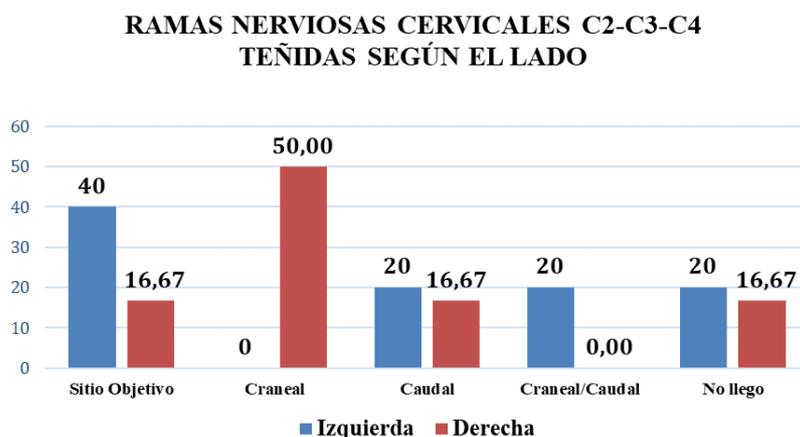


Fuente: Viviana Infante y Stephanie Yunga

Figura 20. Identificación de las ramas nerviosas cervicales ventrales C2, C3 y C4 teñidas y observables durante la disección de la región cervical de los cadáveres.

En la Figura 21, se observa una representación de los casos reportados tras la aplicación de la técnica del bloqueo eco-guiado del plexo cervical superficial dependiendo del lado del cuello. Los resultados muestran que en los cinco lados izquierdos, en un 20% el anestésico no alcanzó el sitio objetivo mencionado anteriormente. Sin embargo, en el 80% restante, el anestésico tinturado llegó al sitio objetivo. Dentro de este porcentaje, en un 40% de los casos el anestésico tinturado permaneció exclusivamente en las raíces nerviosas ventrales de C2, C3, C4; en un 20% se difundió hacia caudal; también, en un 20% el anestésico se desplazó tanto en craneal como caudal; por último, no se registraron casos en los que el anestésico se diseminó hacia craneal. Por otro lado, en los cuellos sujetos al bloqueo en el lado derecho (marcados en

rojo), solo en un 16,67% el anestésico tinturado no llegó a la zona de interés; sin embargo, en un 83,34% de los casos se observó la tinción de las raíces nerviosas cervicales ventrales C2-C3-C4. Dentro de este porcentaje, en un 16,67% de los casos el anestésico se mantuvo exclusivamente dentro del sitio objetivo; en un 50% se encontró en la región craneal; y en un 16,67% se dirigió hacia caudal.



Fuente: Viviana Infante y Stephanie Yunga

Figura 21. Comparación según el lado de las ramas nerviosas cervicales de C2-C3-C4 teñidas según el lado. Nota: Bloqueos realizados en el lado izquierdo se representan de color azul y en el lado derecho que color rojo.

Finalmente, nuestro último objetivo específico era identificar las posibles complicaciones observables en los cadáveres a través del análisis de las estructuras anatómicas de la región cervical afectadas por la infiltración del anestésico. Es importante recalcar que el presente estudio tomó en cuenta las afecciones nerviosas más importantes, siendo por una parte la afectación al nervio frénico que se considera positiva cuando se visualiza tinción en la raíz nerviosa ventral de C5 (Ver Figura 19.D). Por otro lado, la afectación del nervio vago se comprueba cuando al profundizar en la disección se observa al tronco vagosimpático coloreado por la tinción (Ver Figura 22.B).



Fotografías tomadas por Viviana Infante y Stephanie Yunga

Figura 22. Disección del nervio vago. Nota: A. Lado derecho del paciente N°2 donde se observa al nervio vago sin afectación del bloqueo. B. Lado derecho del paciente N°5 donde se observa el nervio vago teñido.

En la tabla N°3, se registran las complicaciones observadas tras haber realizado la disección regional cervical de ambos lados del cuello dependiendo si el anestésico tinturado llegó o no a colorear las raíces nerviosas cervicales ventrales de C2, C3 y C4, es decir, si el bloqueo fue exitoso.

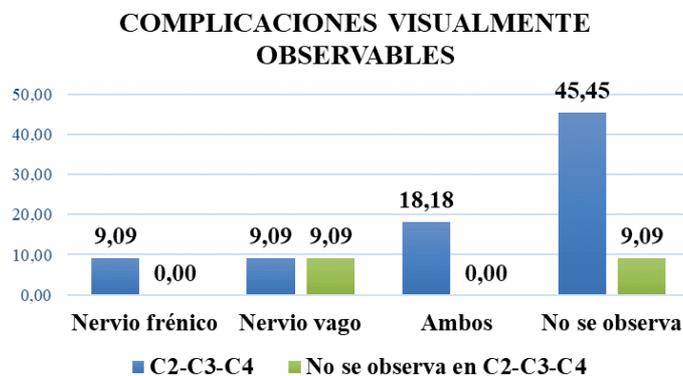
Tabla 3. Complicaciones visualmente observables en los cadáveres tras la aplicación del bloqueo anestésico del plexo cervical superficial

	Paciente	1		2		3		4		5		6		Total	%	Izquierda	%	Derecha	%
		I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D						
C2-C3-C4	Nervio frénico	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	9,09	1	20,00	0	0,00
	Nervio vago	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	9,09	0	0,00	1	16,67
	Ambos	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	18,18	1	20,00	1	16,67
	No se observa	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	5	45,45	2	40,00	3	50,00
No se observa en C2-C3-C4	Frénico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Vago	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	9,09	1	20,00	0	0,00
	Ambos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	No se observa	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	9,09	0	0,00	1	16,67
Total														11	100,00	5	100,00	6	100,00

Fuente: Viviana Infante

Nota: En la tabla N°3, se identifican las posibles complicaciones observables en los cadáveres a través del análisis de las estructuras anatómicas de la región cervical afectadas por la infiltración del bloqueo anestésico aplicado post-mortem de los 6 sujetos de estudio tanto en el lado izquierdo (I) como derecho (D). Destacan dos variables principales, en primer lugar, teniendo en cuenta si el bloqueo tiño las ramas nerviosas ventrales de C2-C3-C4 las posibles complicaciones fueron una afectación directa al nervio frénico; nervio vago; ambos; y no se observaron complicaciones. Por otro lado, también se observan los casos en donde el bloqueo no llegó al sitio objetivo y se detalla si desarrolló o no las complicaciones mencionadas anteriormente. Finalmente, se demuestran los porcentajes obtenidos teniendo en cuenta cada variable y el lado correspondiente.

En la Figura N°23, se visualiza en una gráfica dichos valores presentados. De los 11 cuellos sujetos al bloqueo postmortem con el fin de teñir exclusivamente las ramas nerviosas cervicales ventrales de C2-C3-C4, se observó que en 45,45% de los casos donde el bloqueo alcanzó el sitio objetivo no se evidenciaron complicaciones, mientras que en un 36,36% se observó algún tipo de complicación. De este porcentaje, se encontró que en un 9,09% de los casos se afectó únicamente al nervio frénico; de igual manera, en un 9,09% se comprometió al nervio vago; y en un 18,18% de los casos existió una afectación tanto al nervio frénico como vago. Por otro lado, en los casos donde el bloqueo no se evidenció en el sitio objetivo, en un 9,09% no se observaron complicaciones, no obstante, en otro 9,09% se evidenció una afectación al nervio vago.

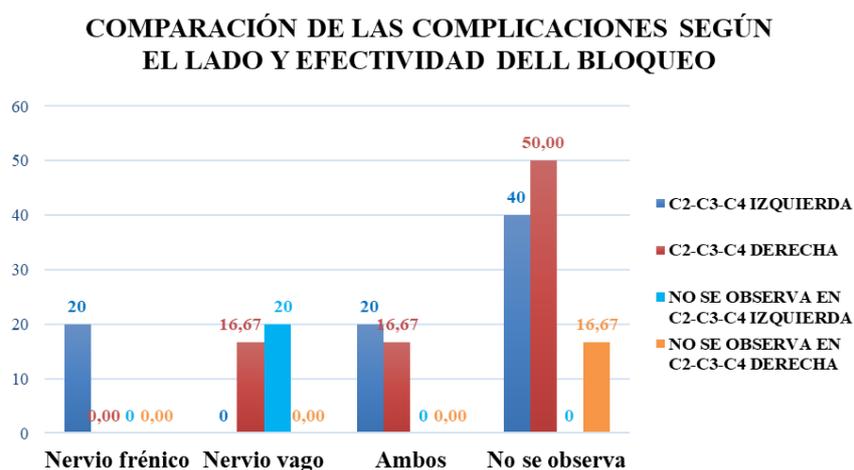


Fuente: Viviana Infante

Figura 23. Complicaciones visualmente observables en los cadáveres tras la aplicación del bloqueo del plexo cervical superficial. Nota: “C2-C3-C4” indica las complicaciones que se observaron cuando el bloqueo fue efectivo. Mientras que, “No se observa en C2-C3-C4” señalan la presencia de complicaciones en los casos donde el bloqueo falló.

En la figura N°24, se representan los valores de las complicaciones observadas dependiendo del lado al que se le aplicó el bloqueo. En el lado izquierdo, se observó que en un 40% de los casos donde el bloqueo fue efectivo no se observaron complicaciones, sin embargo, en estos casos efectivos se registró una incidencia del 20% de afectación al nervio frénico y otro 20% de afectación tanto al nervio frénico como el nervio vago. Además, en los casos

donde el bloqueo no fue efectivo se evidenció un 20% de compromiso del nervio vago. Por otro lado, en los bloqueos nerviosos efectuados en el lado derecho, en un 50% de los casos efectivos no se evidenciaron complicaciones, no obstante, en estos casos, el nervio vago se vio afectado en un 16,67%. Asimismo, en un 16,67% de los casos efectivos se visualizó afectación en ambos nervios. Finalmente, en otro 16,67% no se observaron complicaciones en el lado derecho a pesar de no haber sido un bloqueo efectivo.



Fuente: Viviana Infante

Figura 24. Comparación de las complicaciones visualmente observables en los cadáveres según el lado y la efectividad del bloqueo del plexo cervical superficial. Nota: Teniendo en cuenta que los bloqueos nerviosos efectivos fueron aquellos que tuvieron las raíces nerviosas ventrales de C2-C3-C4 y dependiendo del lado son de color azul (lado izquierdo) y rojo (lado derecho). En cambio, los bloqueos no efectivos, caracterizados por no tener a las raíces nerviosas mencionadas anteriormente, se representan con los colores celeste (lado izquierdo) y naranja (derecho).

DISCUSIÓN

El presente estudio buscaba evaluar la eficacia y posibles complicaciones de la aplicación de la técnica anestésica modificada de medicina humana conocida como el bloqueo regional eco-guiado del plexo cervical superficial en caninos. Con los resultados obtenidos de 11 cuellos a los que se les aplicó el bloqueo, se determinó que este trabajo permite establecer las bases para la estandarización de la técnica en caninos y se acepta parcialmente la hipótesis planteada, puesto que la técnica del bloqueo del plexo cervical superficial es capaz de bloquear las ramas nerviosas ventrales de C2, C3 y C4. No obstante, en algunos casos esta técnica podría generar una parálisis del nervio frénico y/o del nervio vago, situación reportada en medicina humana.

El primer objetivo planteado fue evaluar la precisión de la técnica del bloqueo regional al determinar la correcta distribución del anestésico mezclado con el azul de metileno entre los músculos braquiocefálico y omotransverso durante la disección de la región cervical de los cadáveres, ya que las ramas nerviosas de interés se encuentran entre estos planos musculares (König & Liebich, 2020; Whalen, 2005). Se determinó que en la mayoría de los casos (90,91%) el anestésico se mantuvo entre los planos musculares esperados. Esto se explica debido a que las fascias actúan como una barrera anatómica que limita la difusión del anestésico hacia los diferentes compartimentos y, aunque el líquido puede expandir el espacio entre las fascias, parte del anestésico queda atrapado en las fibras de colágeno (Sánchez, 2023). A su vez, una vez que se administra el anestésico local, este se moviliza a través del espacio intersticial, pero es un proceso lento y de bajo alcance, ya que el anestésico primero interactúa con los tejidos circundantes como el tejido adiposo y por lo tanto, las células adiposas ralentizan el movimiento a través del espacio interfascial (Chin et al., 2021).

Sin embargo, la fascia no es una barrera completa para contener la difusión, ya que a nivel microscópico tiene poros entre las fibras de colágeno que hacen que las fascias sean

permeables a las moléculas de los anestésicos locales. Por tanto, el anestésico local puede atravesar las capas fasciales en ausencia de perforaciones macroscópicas (Chin et al., 2021), sin embargo, dicho proceso se demora por lo mencionado anteriormente.

Además, se debe reconocer que los cadáveres no presentan las mismas características que un paciente vivo, debido a que la consistencia de las fascias disminuye por la maceración de los tejidos a causa de la degradación de los cadáveres. Gran parte del espesor de las fascias depende del contenido de glucosaminoglicanos (ácido hialurónico) que se encuentra reducido en los cadáveres (Sánchez, 2023).

De igual manera, el plano fascial donde normalmente se depositan los anestésicos locales usualmente corresponde al epimisis de dos músculos adyacentes y este tipo de fascia tiende a ser más delgada en comparación con otras (Sánchez, 2023). Por tanto, es más probable la existencia de poros macroscópicos y por ende, una mayor permeabilidad y penetración del anestésico tinturado, lo cual fue visto en un 36,36% de los casos del presente estudio. Cabe recalcar que en el estudio en cadáveres de Pandit (2010) se inyectó azul de metileno en la fascia cervical superficial para comprobar la técnica del bloqueo del plexo cervical superficial, sin embargo, la solución se extendió al espacio cervical profundo a través de la fascia cervical profunda, lo que sugirió dicha permeabilidad fascial. A su vez, el único caso en donde no se observó al anestésico entre los planos musculares esperados, se debió a que el paciente presentó un elevado grado de descomposición que se evidenció a nivel ecográfico. Por ende, el bloqueo fracasó porque no se distinguieron correctamente las estructuras anatómicas, causando la infiltración del anestésico en el músculo esplenio.

Como hallazgo incidental, se determinó que desde el inicio de la necropsia se puede predecir la presencia de complicaciones, puesto que, cuando la difusión del anestésico no se mantenía en una zona en específico, se distinguía un punto de tinción mayor de 1 cm de diámetro en la cara lateral del músculo braquiocefálico. De igual manera, esta excesiva difusión

del anestésico tinturado posiblemente se debió a: la elevada permeabilidad de los tejidos debido al estado de maceración de los cadáveres o al proceso de descongelamiento aplicado en los cadáveres que posiblemente generó un exceso de líquido y contribuyó a la difusión del anestésico por fuera del sitio objetivo.

Finalmente, los resultados de la comparación del lado del cuello al que se aplicó el bloqueo sugieren que la difusión del anestésico en el lado izquierdo fue más exitosa en comparación con el lado derecho del cuello de los pacientes, ya que el anestésico solía permanecer con más frecuencia en el sitio objetivo (Ver Figura 21). Esta diferencia podría estar relacionada con las habilidades diestras del anestesista, debido a que el aplicar el bloqueo en el lado contrario a su mano hábil probablemente resulta más sencillo. No obstante, el tamaño de la muestra no nos permite confirmar o negar dicha hipótesis.

Por consiguiente, se demostró que la técnica anestésica del bloqueo que fue aplicada en los cadáveres fue precisa para la distribución del anestésico en el espacio interfascial que existe entre los músculos braquiocefálico y omotransverso. No obstante, si bien las fascias actúan como barreras que limitan la difusión del anestésico, en casos de descomposición avanzada, existirá una mayor permeabilidad y penetración del anestésico hacia capas más profundas.

El segundo objetivo pretendía evaluar la precisión de la técnica del bloqueo regional mediante la identificación de las ramas nerviosas cervicales ventrales C2, C3 y C4 teñidas durante la disección de la región cervical de los cadáveres. Los resultados demuestran que la mayoría de los casos vistos (82%) el bloqueo cumplió con el objetivo de teñir las ramas nerviosas de C2-C3-C4. No obstante, en algunos casos el anestésico a pesar de encontrarse en el sitio objetivo se difundió en dirección craneal, caudal e incluso en ambas.

De manera particular, existió una correlación entre dos variables, puesto que en un 28% el anestésico se mantuvo en el sitio objetivo y en un 27% el anestésico se difundió en dirección craneal y tiñó la rama nerviosa de "C1". Dicha rama, en esta técnica por lo general no se la

suele bloquear y es considerada principalmente como un nervio motor (Kanthan, 2016). Esto se puede explicar por el movimiento del anestésico a través de la fascia y a la correlación que existe con el punto de inserción del músculo implicado, debido a que, como la porción cleidocefálica se inserta en el cráneo, en el hueso occipital y apófisis mastoides del hueso temporal (Dyce et al., 2012; König & Liebich, 2020), existe una relación directa con que la fascia del músculo braquiocefálico siga la misma dirección, y por ende el anestésico tiende a difundirse en dirección craneal.

Asimismo, Chin et al. (2021) explican que después de la inyección de un anestésico local en un plano fascial existe un fenómeno de dispersión conocido como “flujo másico”, en el cual el anestésico se mueve como un cuerpo en el plano en el que se encuentra y es impulsado por un gradiente de presión. Por tanto, debido a este fenómeno y la propia dirección de las fibras musculares se puede explicar la tendencia de movimiento en dirección craneal del anestésico.

Cabe destacar que la técnica del bloqueo del plexo cervical superficial en humanos, no se correlaciona con complicaciones importantes asociadas al nervio cervical “C1” (Hipskind & Ahmed, 2023; Kim et al., 2018; Ohana & Bonnet, 2006; Opperer et al., 2022). No obstante, existen bloqueos nerviosos que buscan bloquear de forma específica el nervio cervical “C1” para disminuir los cuadros de cefalea como la migraña (Albrecht & Chin, 2020; Castillo et al., 2023). Entre los bloqueos nerviosos más usados se encuentran: el bloqueo del nervio occipital, el cual nace del nervio cervical “C2” y se extiende a “C1” (Andreani, 2021; Castillo et al., 2023; Castillo-Rebolledo et al., 2020) y el bloqueo de los nervios suboccipitales, los cuales se encuentran relacionados directamente con el nervio espinal “C1” (Andreani, 2021; Ruiz Piñero et al., 2016). Las complicaciones descritas con más frecuencia tras el bloqueo del nervio cervical “C1” han sido episodios vasovagales, mareo o aparición de dolor en el punto de punción (Ruiz Piñero et al., 2016). Sin embargo, un episodio vasovagal se relaciona

generalmente con la profundidad de la infiltración del anestésico y por ende, su efecto negativo sobre el nervio vago.

Por otro lado, al realizar el análisis comparativo según el lado, posiblemente la tendencia de difusión del anestésico en dirección craneal también se encuentra relacionada con el abordaje de la técnica, debido a que se observó que el anestésico se difundió en dirección craneal únicamente en el lado derecho de los pacientes (Ver Figura 21) en contraposición con la difusión del anestésico en dirección caudal, donde no existía una diferencia relevante según el lado en el que se realizó el bloqueo.

Asimismo, se observó un caso donde el anestésico se difundió tanto en dirección craneal como caudal. Esto se explica debido al tamaño del paciente, ya que la técnica fue aplicada en un canino de raza pequeña y la cantidad en mililitros fue excesiva para su talla. Una dosis alta puede estar asociada con un mejor efecto paralítico máximo, pero con una gama más amplia de áreas de difusión que podría causar una serie de complicaciones no deseadas, puesto que a medida que se aumenta la dosis, también se aumenta la tasa de fuga (Bao et al., 2024).

Desafortunadamente, no se han realizado estudios anatómicos para establecer el tamaño del espacio interfascial existente entre el músculo braquiocefálico y omotransverso. Por tanto, es necesario determinar la dosis mínima y la cantidad en mililitros máxima de los anestésicos locales para equilibrar los efectos anestésicos y los efectos secundarios relacionados sobre todo con caninos de raza pequeña. Por tanto, para futuros estudios en este tipo de caninos se recomienda utilizar anestésicos locales a una mayor concentración para tener un menor volumen y una dosis efectiva.

El último objetivo específico buscaba identificar las posibles complicaciones observables en los cadáveres a través del análisis de las estructuras anatómicas de la región cervical afectadas por la infiltración del anestésico. Según las estructuras anatómicas que se localizan a nivel cervical, las complicaciones descritas por la literatura son: la parálisis del

nervio frénico y parálisis del nervio vago (Hipskind & Ahmed, 2023; Kim et al., 2018; Ohana & Bonnet, 2006; Opperer et al., 2022). Es importante recalcar que dichas complicaciones son reportadas con frecuencia en la técnica del bloqueo del plexo cervical intermedio y profundo.

En medicina humana, según Kim et al., (2018), los bloqueos profundos del plexo cervical en ambos lados del cuello producen anomalías agudas del movimiento diafragmático en el 61% de los pacientes. En particular, no parece haber posibilidad de que el bloqueo superficial convencional afecte al nervio frénico, siempre y cuando la inyección sea efectuada con precisión en el tejido subcutáneo (Kim et al., 2018).

Sin embargo, debido a las diferencias anatómicas, para lograr la anestesia de las ramas nerviosas cervicales ventrales en los caninos es necesario seguir la técnica del bloqueo intermedio del plexo cervical en vez de la técnica del bloqueo superficial, puesto que en el componente “A” del estudio se determinó que, a diferencia de los seres humanos, en los caninos no se encuentran las ramas sensitivas del plexo en el tejido subcutáneo, puesto que las ramas nerviosas cervicales ventrales se encuentran bajo el músculo braquiocefálico (König & Liebich, 2020). Por tanto, en los caninos no es posible realizar un bloqueo superficial, solo un bloqueo intermedio y profundo. Por consiguiente, tanto la parálisis del nervio frénico como del nervio vago, deben ser consideradas como complicaciones que se pueden presentar en caninos tras la aplicación de esta técnica.

Los resultados demostraron que en caninos la parálisis del nervio frénico es posible cuando la difusión del anestésico se dirige caudalmente, debido a que el nervio frénico se origina en el nervio cervical espinal “C5” (König & Liebich, 2020). Cabe destacar que una parálisis respiratoria provoca apnea y generalmente ocurre cuando existen lesiones del SNC entre los centros respiratorios medulares o cerca del segmento espinal donde se origina el nervio frénico (Lorenz et al., 2011). Por tanto, es posible suponer que *in vivo* esta técnica puede generar una hemiparesia del diafragma, lo que le conllevaría a una insuficiencia respiratoria

aguda (Ohana & Bonnet, 2006). Al realizar el análisis comparativo según el lado, existe una tendencia a la aparición de esta complicación en el cuello izquierdo de los pacientes, posiblemente relacionada al abordaje de la técnica, ya que en el lado derecho tendía el anestésico a moverse en dirección craneal. Sin embargo, la muestra es muy reducida para asegurar o negar dicha hipótesis.

Asimismo, la parálisis del nervio vago es posible que se presente cuando el anestésico se difunde hacia planos musculares más profundos y llega hasta el paquete vasculonervioso del cuello donde se encuentra el tronco vagosimpático, la porción cervical del nervio vago (de Lahunta et al., 2020). Por tanto, puede ocurrir una complicación mortal si se llega a bloquear el nervio vago (X), ya que se generaría un paro cardiorrespiratorio (Ohana & Bonnet, 2006). Los resultados del estudio demuestran que dicha complicación si es posible, ya que se observaron casos en los que el anestésico se difundía hacia planos más profundos del músculo omotransverso. No obstante, se debe tener en cuenta que el estado de descomposición de los cadáveres influye directamente en la difusión del anestésico y los casos en los que se observó esta complicación fue en caninos de raza pequeña.

Finalmente, en la mayoría de los casos donde el bloqueo fue efectivo, especialmente en los caninos de raza mediana y grande, no se observaron complicaciones. Esto se explica debido a que los caninos de mayor tamaño poseen un mayor tono muscular que puede influir en la propagación del anestésico (Chin et al., 2021; Sánchez, 2023). Para estudios futuros se destaca la importancia de considerar como complicaciones importantes al bloqueo del nervio frénico y vago cuando se realiza una infiltración profunda del anestésico; así como la necesidad de determinar la dosis y cantidad máxima segura de los anestésicos locales, especialmente en caninos de raza pequeña. Finalmente, se reconocen como limitaciones del estudio al reducido tamaño y la heterogeneidad de la muestra, y al uso de especímenes post-mortem no recientes, puesto que contribuyeron a hacer más impredecible al patrón de difusión del anestésico.

CONCLUSIONES

En conclusión, con los resultados obtenidos se determinó que este trabajo permite establecer las bases para futuras investigaciones y se acepta parcialmente la hipótesis planteada, ya que es posible aplicar la técnica del bloqueo del plexo cervical superficial en caninos. Sin embargo, al igual que en medicina humana, se deben tener en cuenta las principales complicaciones documentadas, las cuales son la parálisis del nervio frénico y del nervio vago.

Cabe destacar que el presente estudio se realiza por primera vez en caninos, por lo que la información es escasa. Asimismo, se encuentra limitado por el tamaño de la muestra y el grado de descomposición de los cadáveres. Por consiguiente, para estudios futuros se recomienda utilizar cadáveres de caninos de un misma raza, tamaño y/o condición corporal para que la muestra sea homogénea y los resultados sean más exactos; también utilizar especímenes post-mortem recientes para evitar el grado variable de maceración de los tejidos y los procesos de congelamiento y descongelamiento, los cuales comprometen a los resultados del estudio, debido a que provocan una mayor difusión del anestésico y dificultan el análisis del patrón de movilización del mismo. Finalmente, se recomienda evaluar la presentación o ausencia de las complicaciones previamente mencionadas en un estudio *in vivo* con el fin de validar la técnica anestésica del bloqueo nervioso como una nueva alternativa analgésica útil para procedimientos quirúrgicos cervicales que permita incrementar el bienestar del paciente durante su estancia hospitalaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acedo, M. (2005). Tratamiento del dolor: Técnicas locorreregionales. Bloqueos. *Oncología (Barcelona)*, 28(3), 38-40.
- Albrecht, E., & Chin, K. J. (2020). Advances in regional anaesthesia and acute pain management: A narrative review. *Anaesthesia*, 75(S1), e101-e110.
<https://doi.org/10.1111/anae.14868>
- Andreani, J. (2021). *Consideraciones Anátomo-Funcionales del Nervio Occipital y sus Implicancias Fisiopatológicas*. 1(15), 4-6.
- Andrieu, G., Amrouni, H., Robin, E., Carnaille, B., Wattier, J. M., Pattou, F., Vallet, B., & Lebuffe, G. (2007). Analgesic efficacy of bilateral superficial cervical plexus block administered before thyroid surgery under general anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia*, 99(4), 561-566. <https://doi.org/10.1093/bja/aem230>
- Arias, J. E. M., Vallejo, L. V. U., Martillo, S. T. L., & Nieto, I. D. M. (2022). Anestesia regional neuroaxial. *RECIAMUC*, 6(4), Article 4.
[https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.\(4\).octubre.2022.21-30](https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(4).octubre.2022.21-30)
- Bao, Y., Wang, H., Li, L., Xu, H., Li, Y., & Wang, G. (2024). Comparison of diffusion ranges at different local anesthetic volumes during superior laryngeal nerve block. *BMC Anesthesiology*, 24, 107. <https://doi.org/10.1186/s12871-024-02490-0>
- Bradley, K. (2014). *Cunningham. Fisiología Veterinaria* (5.^a ed.). Elsevier.
- Castillo, F., Hernando de la Bárcena, I., & Marzo, M. E. (2023). Bloqueo anestésico del nervio occipital mayor en el tratamiento de las cefaleas. Revisión de la evidencia. *Medicina Clínica*, 161(3), 113-118. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2023.04.001>
- Castillo-Rebolledo, D., Riveros, A., Sousa-Rodrigues, C. F., Olave, E., Castillo-Rebolledo, D., Riveros, A., Sousa-Rodrigues, C. F., & Olave, E. (2020). Nervio Occipital Mayor:

- Trayecto, Relaciones Anatómicas e Implicancias Clínicas de sus Posibles Sitios de Atrapamiento. *International Journal of Morphology*, 38(5), 1235-1243.
<https://doi.org/10.4067/S0717-95022020000501235>
- Chin, K. J., Lirk, P., Hollmann, M. W., & Schwarz, S. K. W. (2021). Mechanisms of action of fascial plane blocks: A narrative review. *Regional Anesthesia & Pain Medicine*, 46(7), 618-628. <https://doi.org/10.1136/rapm-2020-102305>
- de Lahunta, A., Glass, E., & Kent, M. (2020). *Veterinary neuroanatomy and clinical neurology* (5.^a ed.). Elsevier.
- De Sousa, A. A., Filho, M. A. D., Faglione, W., & Carvalho, G. T. C. (2005). Superficial vs combined cervical plexus block for carotid endarterectomy: A prospective, randomized study. *Surgical Neurology*, 63, S22-S25.
<https://doi.org/10.1016/j.surneu.2004.09.011>
- Dyce, K., Sack, W., & Wensing, C. (2012). *Anatomía Veterinaria*. (4.^a ed.). Manual Moderno.
- Gil, J., Gimeno, M., Lavorda, J., & Nuviala, J. (2012). *Anatomía del Perro: Protocolos de disección*. (3.^a ed.). SERVET.
- Grubb, T., & Lobprise, H. (2020). Local and regional anaesthesia in dogs and cats: Descriptions of specific local and regional techniques (Part 2). *Veterinary Medicine and Science*, 6(2), 218-234. <https://doi.org/10.1002/vms3.218>
- Hipskind, J. E., & Ahmed, A. A. (2023). Cervical Plexus Block. En *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557382/>
- Kanthan, R. K. (2016). The use of superficial cervical plexus block in oral and maxillofacial surgical practice as an alternative to general anesthesia in selective cases. *Annals of Maxillofacial Surgery*, 6(1), 4-8. <https://doi.org/10.4103/2231-0746.186120>

- Kim, J., Ko, J. S., Bang, S., Kim, H., & Lee, S. (2018). Cervical plexus block. *Korean Journal of Anesthesiology*, 4(71), 274-288.
- König, H., & Liebich, H. (2020). *Veterinary Anatomy of Domestic Mammals* (7.^a ed.). Thieme.
- Li, J., & Szabova, A. (2021). Ultrasound-Guided Nerve Blocks in the Head and Neck for Chronic Pain Management: The Anatomy, Sonoanatomy, and Procedure. *Pain Physician*, 24(8), 533-548.
- Morales, C., & Montoliu, P. (2012). *Neurología Canina y Felina*. Multimedica Ediciones Veterinarias.
- Ohana, M., & Bonnet, F. (2006). Bloqueo del plexo cervical. *EMC - Anestesia-Reanimación*, 32(4), 1-8. [https://doi.org/10.1016/S1280-4703\(06\)47840-3](https://doi.org/10.1016/S1280-4703(06)47840-3)
- Opperer, M., Kaufmann, R., Meissnitzer, M., Enzmann, F., Dinges, C., Hitzl, W., Nawratil, J., & Koköfer, A. (2022). Depth of cervical plexus block and phrenic nerve blockade: A randomized trial. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, 47(4). <https://doi.org/10.1136/rapm-2021-102851>
- Ortero, P., & Portela, D. (2017). *Manual de Anestesia Regional en Animales de Compañía. Anatomía para bloqueos guiados por ecografía y neuroestimulación*. Inter-Medica.
- Otero, P. E., Fuensalida, S. E., Tarragona, L., Díaz, A., Sanchez, M. F., Micieli, F., Waxman, S., Zaccagnini, A. C., Donati, P. A., & Portela, D. A. (2024). Ultrasound-guided caudal quadratus lumborum block combined with the greater ischiatic notch plane block as motor-protective analgesia for the pelvic limb in dogs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 51(1), 97-106. <https://doi.org/10.1016/j.vaa.2023.11.001>
- Pandit, J. J., Satya-Krishna, R., & Gration, P. (2007). Superficial or deep cervical plexus block for carotid endarterectomy: A systematic review of complications†. *British Journal of Anaesthesia*, 99(2), 159-169. <https://doi.org/10.1093/bja/aem160>

- Patel, H., Shah, N., Syed, A., Shah, P., & Macwan, S. (2023). Evaluating the Analgesic Efficacy of Superficial Cervical Plexus Block for Head and Neck Surgeries: A Comparative Randomized Control Study. *Cureus, 15*(5), e39303. <https://doi.org/10.7759/cureus.39303>
- Peksöz, U., Öner, F., & Ahiskalioglu, A. (2022). Superficial Cervical Plexus Block for Retroauricular Mass Excision in a Patient with High Risk of General Anaesthesia: A Case Report. *Turkish Journal of Anaesthesiology and Reanimation, 50*(2), 148-150. <https://doi.org/10.5152/TJAR.2021.21070>
- Popesko, P. (1981). *Atlas de Anatomía Topográfica de los Animales Domésticos (Tomo I)* (Vol. 1). SALVAT.
- Ruiz Piñero, M., Mulero Carrillo, P., Pedraza Hueso, M. I., de la Cruz Rodríguez, C., López Mesonero, L., & Guerrero Peral, A. L. (2016). Bloqueo anestésico de nervios pericraneales como tratamiento preventivo de migraña: Experiencia en una serie de 60 pacientes. *Neurología, 31*(7), 445-451. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2014.10.001>
- Ruiz Piñero, M., Mulero Carrillo, P., Pedraza Hueso, M. I., De La Cruz Rodríguez, C., López Mesonero, L., & Guerrero Peral, A. L. (2016). Pericranial nerve blockade as a preventive treatment for migraine: Experience in 60 patients. *Neurología (English Edition), 31*(7), 445-451. <https://doi.org/10.1016/j.nrleng.2016.07.001>
- Sánchez, S. (2023, agosto 20). Anatomía y los mecanismos de acción de los bloqueos fasciales: Una revisión narrativa de la literatura. *Revista Chilena de Anestesia*. <https://revistachilenadeanestesia.cl/revchilanestv52n5-03/>
- Saripalli, R. R. K., Kasaraneni, S., Yadavilli, S. S., & Alluri, L. S. C. (2022). Superficial Cervical Plexus Block in Selective Cases of Oral and Maxillofacial Surgery as an Alternative to General Anesthesia: A Case Presentation. *Cureus, 14*(1), e21371. <https://doi.org/10.7759/cureus.21371>

- Thomson, C., & Hahn, C. (2012). *Veterinary Neuroanatomy. A Clinical Approach*. Elsevier.
- Tornero, C., Fernández Rodríguez, L. E., & Orduña Valls, J. (2017). Analgesia multimodal y anestesia regional. *Revista Española de Anestesiología y Reanimación*, 64(7), 401-405. <https://doi.org/10.1016/j.redar.2017.01.008>
- Uemura, E. (2015). *Fundamentals of canine neuroanatomy and neurophysiology*. Wiley Blackwell.
- Whalen, R. (2005). *Virtual Canine Anatomy* [Software]. Colorado State University.
- Winnie, A. P., Ramamurthy, S., Durrani, Z., & Radonjic, R. (1975). Interscalene Cervical Plexus Block: A Single-Injection Technic. *Anesthesia & Analgesia*, 54(3), 370-375. <https://doi.org/10.1213/00000539-197505000-00030>

ANEXOS

Anexo 1: Fotografías del procedimiento de la disección regional del cuello

1. Incisión en el plano cutáneo siguiendo la línea media dorsal.



2. Formación de un rectángulo en la región cervical



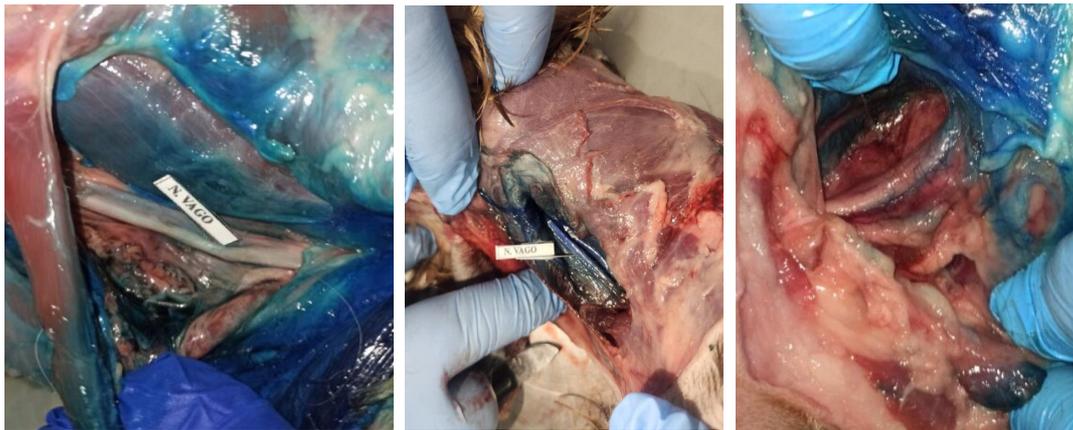
3. Separación e identificación de los músculos cervicales



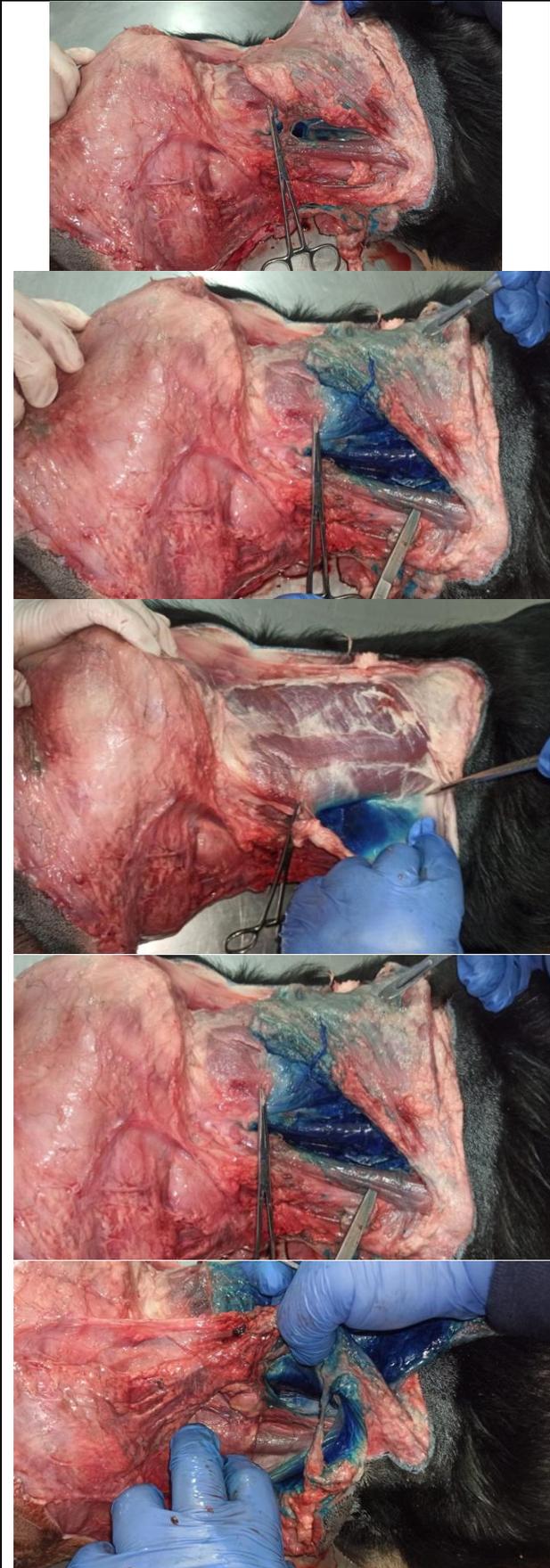
4. Separación del músculo braquiocefálico y exposición de las ramas nerviosas



5. Exposición del nervio vago tras profundizar la incisión en dirección hacia la tráquea

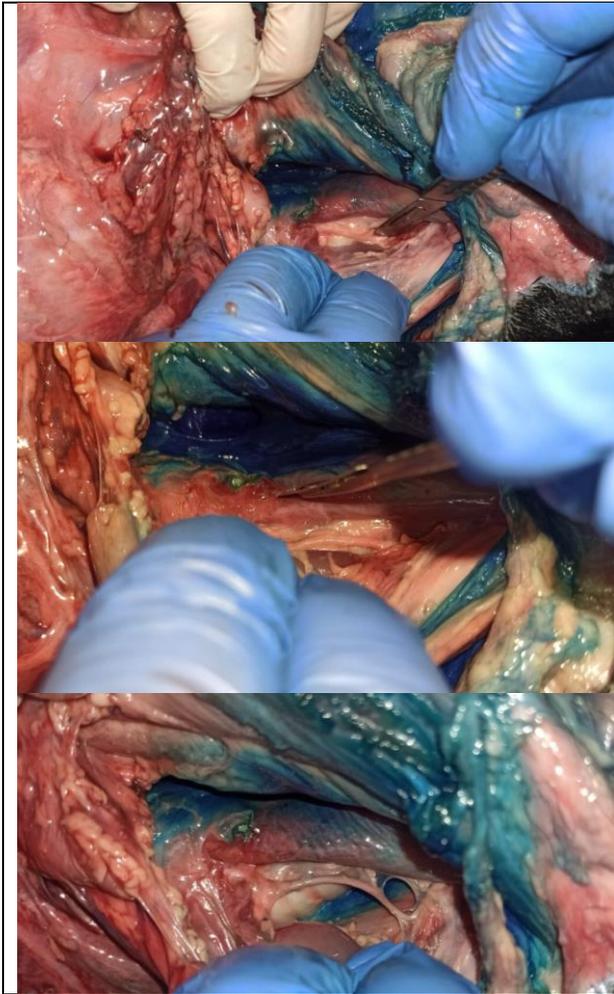


Anexo 2: Fotografías de las disecciones regionales del cuello de cada canino



NERVIO VAGO





PACIENTE 2 (14kg)

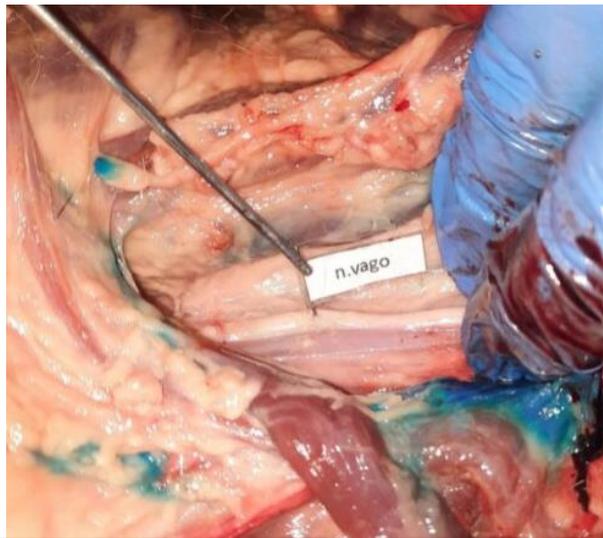
IZQUIERDA

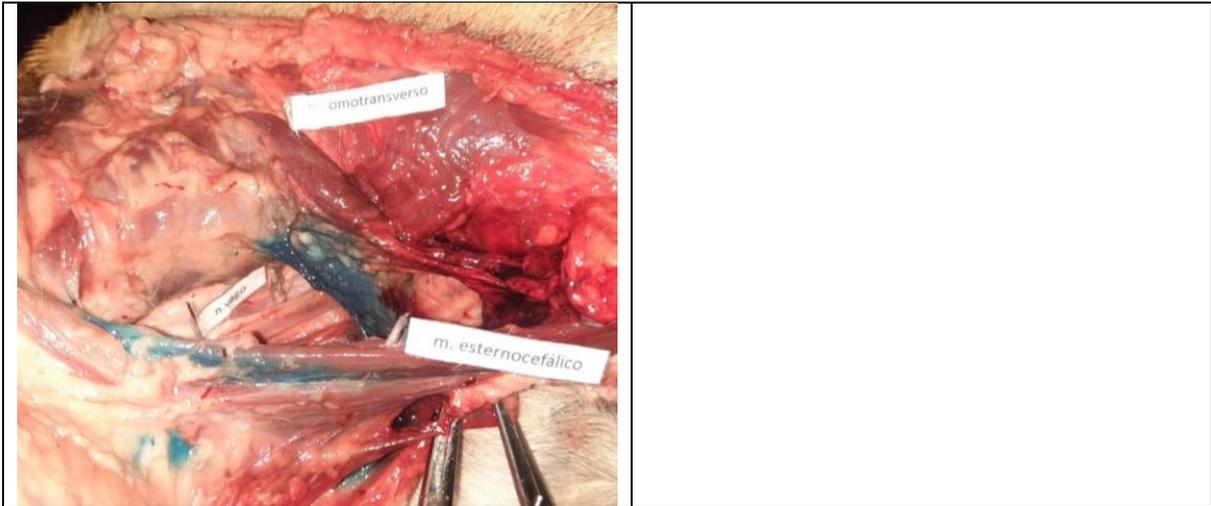
DERECHA

RAÍCES NERVIOSAS VENTRALES

RAÍCES NERVIOSAS C3 Y C4

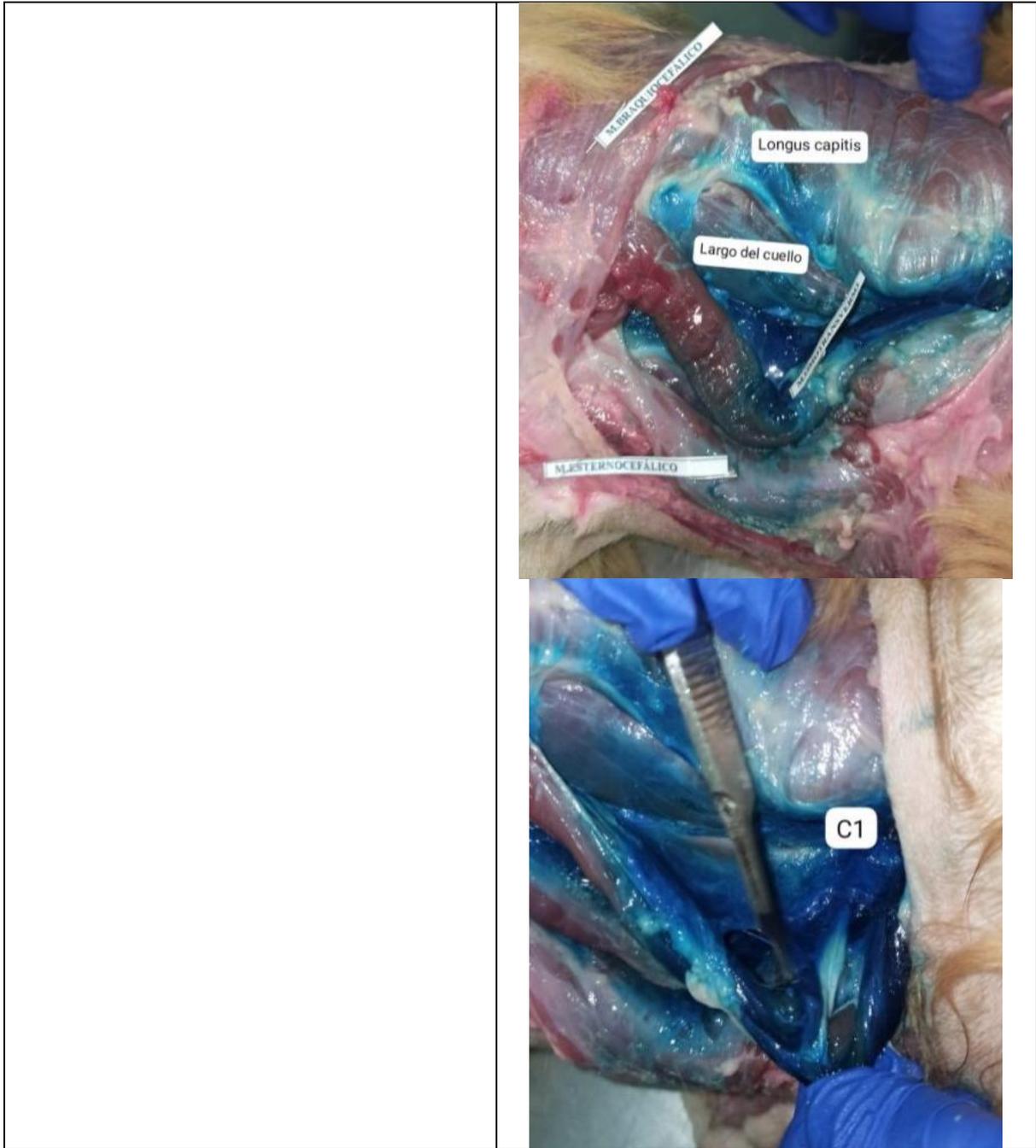


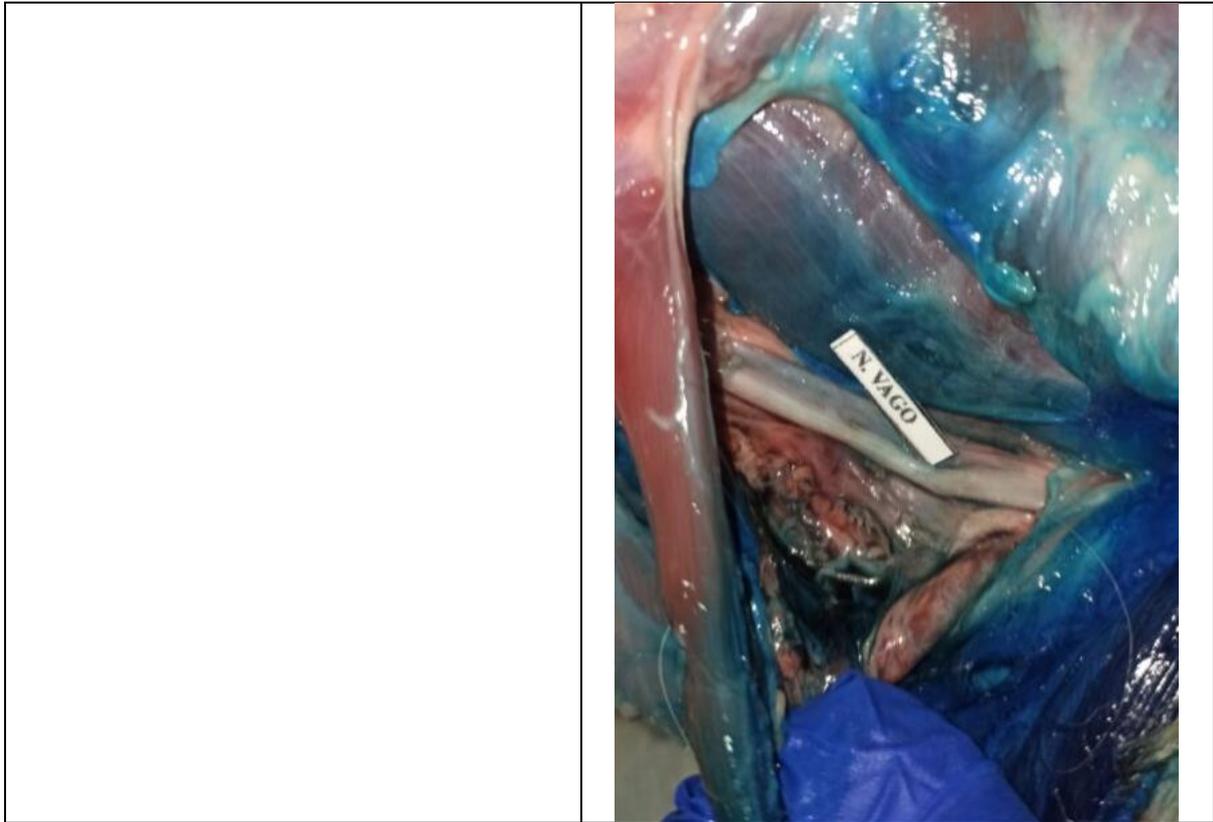




PACIENTE 3 (26kg)	
IZQUIERDA (CONTROL)	DERECHA
<p>Photograph of the left (control) side of the dog's neck muscle, showing the m. braquiocefalico.</p>	<p>Photograph of the right side of the dog's neck muscle, showing the m. braquiocefalico.</p>
<p>Close-up photograph of the left (control) m. braquiocefalico muscle. Label: M. BRAQUIOCEFALICO</p>	<p>Close-up photograph of the right m. braquiocefalico muscle. Label: M. BRAQUIOCEFALICO</p>







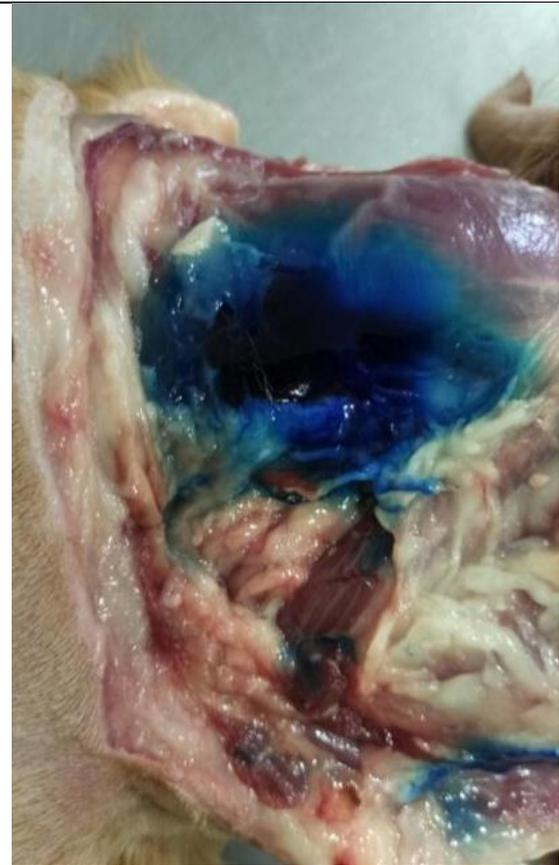
PACIENTE 4 (16kg)

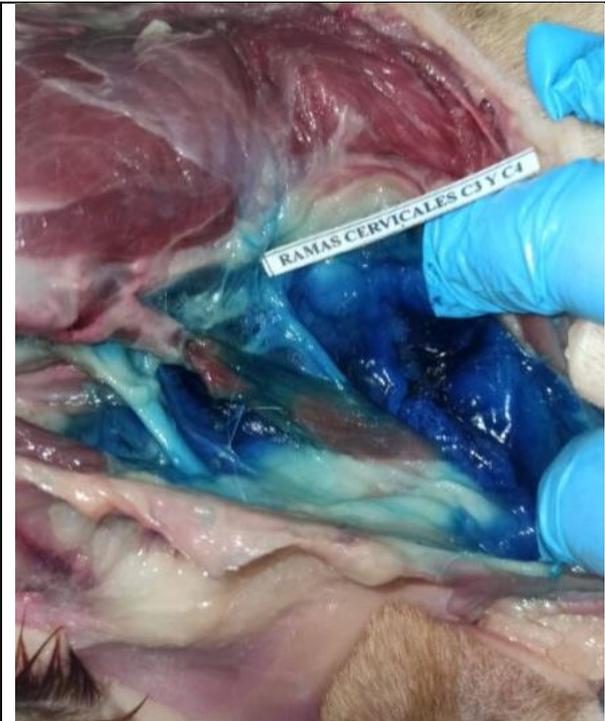
IZQUIERDA



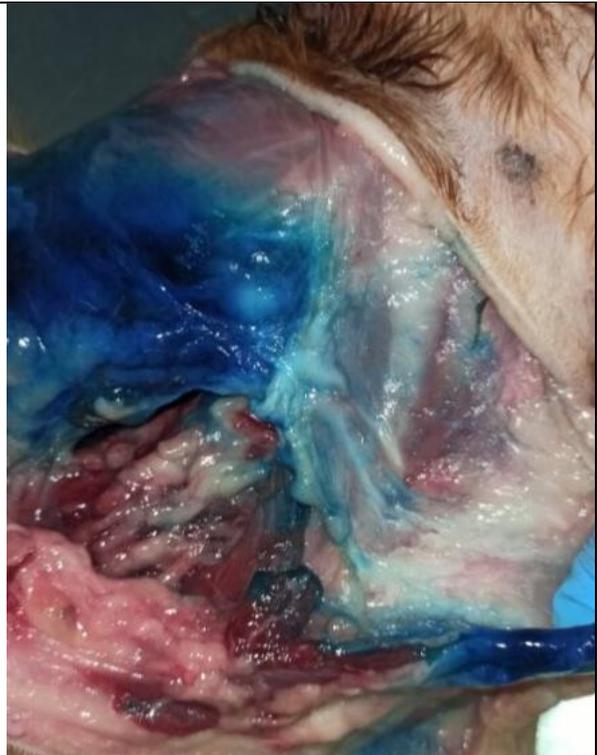
DERECHA







RAÍCES NERVIOSAS Y NERVIO VAGO

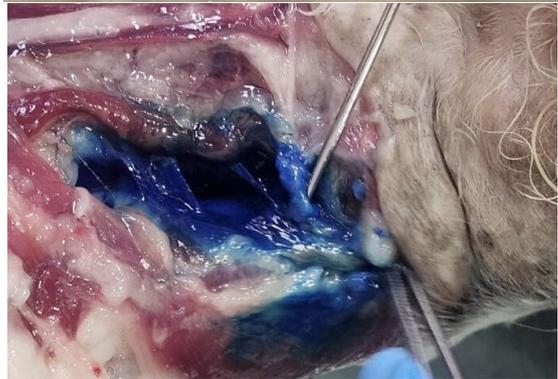
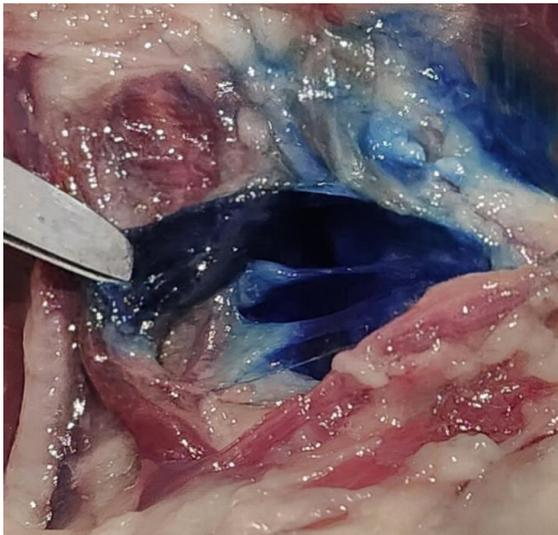


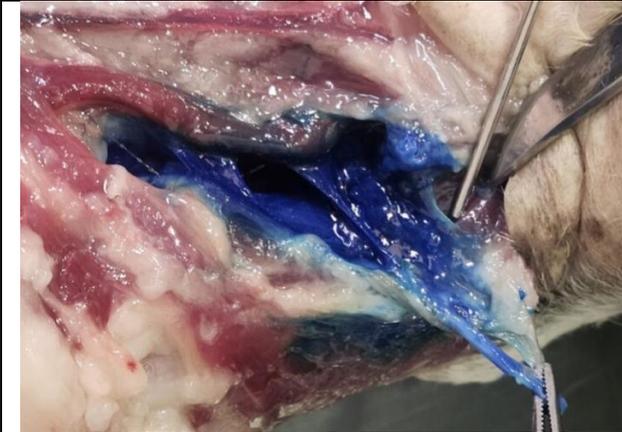
RAÍCES NERVIOSAS



NERVIO VAGO

PACIENTE 5 (5,2kg)	
IZQUIERDA	DERECHA
	







PACIENTE 6 (5kg)

IZQUIERDA



DERECHA



