



UNIVERSIDAD DE MURCIA

FACULTAD DE VETERINARIA

Uso de la ecografía para el bloqueo de nervios periféricos del miembro torácico en el gato (*Felis catus L.*)

AGUSTINA ANSÓN FERNÁNDEZ

2015

TESIS DOCTORAL COMO COMPENDIO DE PUBLICACIONES

1. Anson A, Gil F, Laredo F, Soler M, Belda E, Ayala MD, Agut A. Correlative ultrasound anatomy of the feline brachial plexus and major nerves of the thoracic limb. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 2013; 54 (2): 185-193.
2. Anson A, Gil F, Laredo F, Soler M, Belda E, Ayala MD, Agut A. Ultrasound-guided block of the feline sciatic nerve. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 2015; 15 (6): 476-485.
3. Anson A, Laredo F, Gil F, Soler M, Belda E, Agut A. Ultrasound-guided axillary brachial plexus block in cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 2015.



UNIVERSIDAD DE
MURCIA

D^a. Amalia Agut Giménez, Catedrática de Universidad del Área de Medicina y Cirugía Animal en el Departamento de Medicina y Cirugía Animal, AUTORIZA:

La presentación de la Tesis Doctoral titulada "Uso de la ecografía para el bloqueo de nervios periféricos del miembro torácico en el gato (*Felis catus* L.)", realizada por D^a. Agustina Ansón Fernández, bajo mi inmediata dirección y supervisión, y que presenta para la obtención del grado de Doctor por la Universidad de Murcia.

En Murcia, a 30 de Octubre de 2015



UNIVERSIDAD DE
MURCIA

D. Francisco Gil Cano, Catedrático de Universidad del Área de Anatomía y Anatomía Patológica comparadas en el Departamento de Anatomía y Anatomía Patológica comparadas , AUTORIZA:

La presentación de la Tesis Doctoral titulada "Uso de la ecografía para el bloqueo de nervios periféricos del miembro torácico en el gato (*Felis catus* L.)", realizada por D^a. Agustina Ansón Fernández, bajo mi inmediata dirección y supervisión, y que presenta para la obtención del grado de Doctor por la Universidad de Murcia.

En Murcia, a 30 de Octubre de 2015



UNIVERSIDAD DE
MURCIA

D. Francisco Ginés Laredo Álvarez, Profesor Titular de Universidad del Área de Medicina y Cirugía Animal en el Departamento de Medicina y Cirugía Animal, AUTORIZA:

La presentación de la Tesis Doctoral titulada "Uso de la ecografía para el bloqueo de nervios periféricos del miembro torácico en el gato (*Felis catus* L.)", realizada por D^a. Agustina Ansón Fernández, bajo mi inmediata dirección y supervisión, y que presenta para la obtención del grado de Doctor por la Universidad de Murcia.

En Murcia, a 30 de Octubre de 2015



**Evaluation of the Doctoral Thesis of
Agustina Ansón Fernández**

Prof. Michail N. Patsikas

Informs

The project of Doctoral Thesis entitled “**Use of ultrasound for the blockade of the peripheral nerves of the thoracic limb in the cat (*Felis catus* L.)**” carried out by Agustina Ansón Fernández, under the research supervision of Dr. Amalia Agut Giménez, Dr. Francisco Laredo Alvarez and Dr. Francisco Gil Cano, is **evaluated positively** and, therefore, it can proceed to public defence and evaluation by a jury in order to opt to the academic degree of “Doctor” by the University of Murcia with a mention of “International Doctorate”.

In Thessaloniki, 30th October 2015.

Michail N. Patsikas

DrVetMed, MedDoctor, PhD, DipECVDI
Associate Professor of Radiology
School of Veterinary Medicine
Aristotle University of Thessaloniki
Greece

**Evaluation of the Doctoral Thesis of
Agustina Ansón Fernández**

Dr. Mark Senior BVSc PhD CertVA DipECVAA MRCVS

Informs

The project of Doctoral Thesis entitled “**Use of ultrasound for the blockade of the peripheral nerves of the thoracic limb in the cat (Felis catus L.)**” carried out by Agustina Ansón Fernández, under the research supervision of Dr. Amalia Agut Giménez, Dr. Francisco Laredo Alvarez and Dr. Francisco Gil Cano, is **evaluated positively** and, therefore, it can proceed to public defence and evaluation by a jury in order to opt to the academic degree of “Doctor” by the University of Murcia with a mention of “International Doctorate”.

Dr. Mark Senior BVSc PhD CertVA DipECVAA MRCVS

Informa:

El proyecto de tesis doctoral titulado “ **Uso de la ecografía para el bloqueo de los nervios periféricos del miembro torácico en el gato (Felis catus L.)**” presentado por Agustina Ansón Fernández bajo la dirección de la Dra. Amalia Agut Giménez, Dr. Francisco Laredo Álvarez y Dr. Francisco Gil Cano es **evaluado positivamente** para ser defendido en acto público ante un tribunal para obtener el grado académico por la Universidad de Murcia de “Doctorado Internacional”.

In Liverpool (University of Liverpool), 30th October 2015

En Liverpool (Universidad de Liverpool), 30 de Octubre 2015



Dr. Mark Senior BVSc PhD CertVA DipECVAA MRCVS



To Whom it May Concern

10/9/15

Dear Colleagues,

Re: Agustina Anson Fernandez

Please consider this letter as a certificate of attendance of the above

Agus spent the following periods in Glasgow undertaking an externship in Diagnostic Imaging.

20/9/2011 – 20/12/2011

01/2/2012 – 1/4/2012

I have been asked to provide summary of a report on Agus's performance during her externships at Glasgow 2011-2012.

Conclusion: Agus was outstanding here at Glasgow and we wish her well in the future. She participated actively in rounds and case reporting. She was a credit to Murcia. She will have no difficulty in completing her PhD with a high degree of quality and on time.

Yours

Martin Sullivan

Professor of Veterinary Surgery & Diagnostic Imaging

Director ECVDI Residency Programme Glasgow

Martin Sullivan

Professor of Veterinary Surgery & Diagnostic Imaging
BVMS, PhD, FHEA, DVR, DipIECVDI, MRCVS
McCall Building, School of Veterinary Medicine
464 Bearsden Road, Bearsden, Glasgow G61 1QH
0141-330 5807, Fax: 0141 330 5729

Martin.Sullivan@glasgow.ac.uk

***“Un país, una civilización se puede juzgar por
la forma en que trata a sus animales”***

Mahatma Gandhi

AGRADECIMIENTOS

En estas líneas quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que de un modo u otro han hecho posible que este trabajo salga adelante, y en especial a mis directores de tesis.

A Amalia Agut Giménez, gracias por dirigir esta tesis, por confiar en mí y por introducirme en el apasionante mundo del diagnóstico por imagen. Gracias por ofrecerme la oportunidad de trabajar contigo todos estos años, por marcarme siempre el camino y no dejar nunca que me pierda, y por alentarme a superarme cada día y en cada paso. Te agradeceré siempre todo lo que has hecho por mí. Gracias un millón de veces.

A Paco Laredo, gracias por dirigir esta tesis, pero sobre todo gracias por todos estos años de trabajo juntos, por ser un gran compañero de trabajo y un profesional excelente, y por poner siempre la nota de humor a todos los momentos. Me lo he pasado en grande trabajando contigo.

A Francisco Gil Cano, gracias por dirigir esta tesis, por tu dedicación infinita, tu paciencia y tu cercanía. Desde primero de carrera hasta la fecha de hoy has conseguido siempre transmitirme tu pasión por la anatomía. Ha sido un privilegio poder trabajar contigo.

A mis compañeras del Servicio de Diagnóstico por Imagen, por su ayuda durante todos estos años. En especial a Marta Soler, por ser además una gran amiga.

A todo el personal de los Departamentos de Medicina y Cirugía Animal y de Anatomía y Anatomía Patológica Comparada y del Hospital Veterinario, en especial a los becarios y al personal contratado, por que ellos han hecho que todos estos años sean inolvidables. Gracias compañeros, me siento orgullosa de haber formado parte de ese equipo.

A mi padres, por apoyarme, ayudarme y motivarme a estudiar esta gran profesión, sin ellos esto no habría sido posible.

A mi hermano, porque a pesar de las diferencias, lo que nos une es y será siempre más fuerte.

A mis amigos, por ser mi segunda familia, por su apoyo incondicional. Hacéis que mi vida sea cada día un poco mejor.

A Ramón, eres mi amor, mi compañero, mi amigo, mi apoyo, mi motivación y mi fuerza. Gracias por estar siempre ahí, por quererme tanto y por ayudarme a ser mejor persona cada día. Gracias por sentirte orgulloso de mi, por ayudarme a levantarme después de cada tropiezo y por no flaquear nunca, aún cuando yo misma lo hacía. Esto es por nosotros. Te quiero amor.

A Trufa, por ser la mejor compañera de vida que se podría tener.

Los animales son mi pasión desde que era una niña, mi amor por ellos es infinito. Ellos me motivaron a convertirme en veterinaria y es gracias a ellos por lo que hoy me siento tan orgullosa de que esta tesis sea un realidad. Gracias, en especial, a los gatos que han contribuido a esta tesis por dejarme aprender de ellos.

RELACIÓN ALFABÉTICA DE ABREVIATURAS

Español:

AL Anestésico local

NP Nervios periféricos

PB Plexo braquial

Ns. Nervios

N. Nervio

TC Tomografía computerizada

US Ultrasonido

IM Intramuscular

Inglés:

LA Local anesthetic

PN Peripheral nerves

BP Brachial plexus

Ns. Nerves

N. nerve

CT Computed tomography

US Ultrasound

IM Intramuscular

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	7
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	11
3.1. DESCRIPCIÓN ANATÓMICA DEL PLEXO BRAQUIAL.....	13
3.2. ECOGRAFÍA DE NERVIOS PERIFÉRICOS.....	19
3.2.1. ABORDAJES Y APARIENCIA ECOGRÁFICA DEL PLEXO BRAQUIAL.....	21
3.3. NEUROFISIOLOGÍA DEL DOLOR.....	22
3.4. ANESTÉSICOS LOCALES.....	24
3.5. BLOQUEO DE NERVIOS PERIFÉRICOS.....	26
3.6. ASPECTOS BÁSICOS DEL BLOQUEO ECOGUIADO DE NERVIOS PERIFÉRICOS.....	28
4. RELACIÓN DE ARTÍCULOS	31
4.1. ARTÍCULO 1.....	33
4.2. ARTÍCULO 2.....	45
4.3. ARTÍCULO 3.....	57
5. CONCLUSIONES	91
6. RESUMEN GENERAL	95
7. EXTENDED SUMMARY	111
8. BIBLIOGRAFÍA	127
9. APÉNDICE	139

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El dolor es una respuesta única de cada individuo que aúna dos componentes: (1) el componente sensorial es la nocicepción, que se refiere al procesamiento neural de un estímulo doloroso, (2) el componente afectivo es la percepción del dolor, que se corresponde con la respuesta emocional y sensorial frente al daño tisular. La nocicepción ocurre cuando los receptores nerviosos periféricos son activados por un estímulo doloroso (ej. incisión quirúrgica). El dolor es por lo tanto el estadio final de la nocicepción y puede ser experimentado solo por animales conscientes (Epstein et al., 2015).

El manejo efectivo del dolor es un componente esencial de la medicina veterinaria que conlleva una mejora de la calidad de vida del paciente, una disminución de la morbilidad, acorta los tiempos de recuperación y previene la aparición de dolor crónico. El control del componente nociceptivo es imprescindible en animales que se someten a cirugía (Epstein et al., 2015; Hellyer et al., 2007).

La estrategia más utilizada actualmente para el manejo del dolor perioperatorio se basa en la aplicación de protocolos de analgesia preventiva multimodal que incluyen el uso de drogas analgésicas complementarias como los opioides, los antagonistas del receptor N-metil-D-aspartato, los agonistas alfa-2 adrenérgicos, los antiinflamatorios no esteroideos y los anestésicos locales (AL). La anestesia regional mediante el uso de AL es la única técnica

capaz de proporcionar un bloqueo completo del impulso nociceptivo y prevenir el desarrollo del dolor (Lemke, 2004; Mathews, 2008).

En medicina veterinaria, el bloqueo de nervios periféricos (NP) se ha realizado tradicionalmente mediante técnicas ciegas basadas en el uso de marcas anatómicas de superficie o en la localización nerviosa mediante neuroestimulación (Marhofer y Chan, 2007). En los últimos años, el desarrollo de los transductores ecográficos de alta frecuencia y su introducción en medicina veterinaria ha permitido la visualización y caracterización ecográfica de los NP en animales. Actualmente hay un creciente interés por las técnicas de bloqueo de NP mediante el uso de la ecografía debido a que éstas ofrecen numerosas ventajas frente a las técnicas tradicionales. Las principales ventajas del bloqueo ecoguiado incluyen: la visualización en tiempo real de la aguja, nervios y estructuras anatómicas adyacentes (ej. estructuras vasculares) y la visualización directa de la distribución del AL durante la inyección, lo que puede evitar posibles complicaciones como la inyección intravascular o intraneural del AL (Sites y Brull, 2006; Gray, 2006; Williams et al., 2003). Además, la visualización de la distribución del AL permite una localización más precisa de éste y por lo tanto una reducción de la dosis requerida (Shandu et al., 2006; Casati et al., 2007; Oberndorfer et al., 2007), lo que cobra especial importancia en la especie felina debido a su susceptibilidad al desarrollo de toxicidad por AL (Court y Grenblatt, 1997; Chadwick, 1985).

Estudios recientes describen el bloqueo ecoguiado de los nervios ciático y femoral en el perro (Campoy et al., 2010; Echeverry et al., 2010; Shilo et al.,

2010; Costa-Farre et al., 2011; Echeverry et al., 2012) y en el gato (Haro et al., 2012; Haro et al., 2013) y del plexo braquial (PB) en el perro (Campoy et al., 2010). Sin embargo, según la bibliografía consultada, no hay estudios sobre el uso de la ecografía para el bloqueo del PB en la especie felina.

2. OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

El propósito de desarrollar nuevas técnicas de anestesia regional ecoguiada para el tratamiento del dolor perioperatorio en el gato, nos impulsó a desarrollar la presente tesis doctoral con los siguientes objetivos:

1. Describir los abordajes ecográficos para la evaluación del PB y los principales nervios del miembro torácico, así como la anatomía y apariencia ecográfica normales de las estructuras observadas en la especie felina, correlacionando las imágenes ecográficas con la disección anatómica y las criosecciones obtenidas en el mismo plano de corte (artículo 1).
2. Establecer los abordajes ecográficos para el bloqueo ecoguiado del PB a nivel axilar en el gato (artículo 2).
3. Determinar la eficacia en el gato de los diferentes abordajes para el bloqueo anestésico ecoguiado del PB, mediante la evaluación de la distribución de tinta o contraste yodado inyectado alrededor de los nervios de interés; utilizando para ello la ecografía, las disecciones, criosecciones anatómicas y técnicas de imagen avanzadas como la tomografía computarizada (TC) (artículo 2).
4. Evaluar clínicamente la eficacia del bloqueo ecoguiado del PB a nivel axilar en la especie felina (artículo 3).

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. DESCRIPCIÓN ANATÓMICA DEL PLEXO BRAQUIAL

De manera general, en los mamíferos domésticos el PB se forma por las conexiones o anastomosis que establecen determinadas fracciones de los ramos ventrales de los últimos nervios cervicales (C5, C6, C7 y C8), y primeros torácicos (T1 y T2), que se erigen así en raíces del plexo. En el gato, las raíces que intervienen corresponden a los ramos ventrales de los nervios C6, C7, C8 y T1 (Nickel et al., 1988). A partir de dichas conexiones se forman los troncos del plexo, al menos los troncos primarios o fundamentales, ya que otros más secundarios proceden directamente de las raíces y no precisamente de las conexiones o del plexo propiamente dicho. Para la constitución del plexo las raíces emergen al espacio o hueco axilar, situándose en posición craneal a la primera costilla entre el músculo largo del cuello y escaleno medio (König y Liebich, 2005) y los vasos axilares. Desde el plexo arrancan a distintos niveles los troncos nerviosos que van a inervar los grupos musculares del miembro torácico. Todas estas formaciones en el espacio axilar, quedan debidamente protegidas por una abundante masa de tejido conectivo adiposo y por las hojas de la fascia axilar que limita dicho espacio (Sandoval, 1998; Harrison, 1969; Crouch, 1989; Sisson, 1985).

Los troncos del plexo braquial se disponen en el espacio o hueco axilar en dos planos: un plano medial que comprende los troncos nerviosos musculocutáneo, pectorales y torácico largo, y un plano lateral que comprende

los troncos supraescapular, subescapular, axilar, toracodorsal, radial y tronco común del mediano y cubital (Sandoval, 1998; Harrison, 1969).

En el espacio axilar los principales vasos son la arteria y vena axilar, que acompañan a los troncos del plexo. La arteria se localiza craneal a los nervios (ns.) mediano y cubital, y la vena caudal a dichos nervios (Sandoval, 1998; Harrison, 1969).

El **nervio (n.) supraescapular** procede en todas las especies (perro, caballo, rumiantes y cerdo), incluida el gato, de las raíces de C6 y C7. Discurre entre los músculos subescapular y supraespinoso, desde la región medial a la lateral. De esta forma rodea el borde craneal del cuello de la escápula para inervar a los músculos supraespinoso e infraespinoso (extensión y soporte lateral de la articulación del hombro). En el gato emite un pequeño ramo que en torno a la articulación del hombro penetra en el músculo cleidobraquial para terminar distribuyéndose por la piel de la superficie craneal proximal del brazo (Crouch, 1989).

Los **ns. subescapulares** (en número de 2 o incluso 3 en el gato) se forman aisladamente o como plexo de varios ramos en la región craneal del plexo braquial (König y Liebich, 2005). Proceden también de las raíces de C6 y C7, e inervan principalmente al músculo subescapular, aunque también pueden participar en la inervación de los músculos redondo mayor y latísimo del dorso (Nickel et al., 1988).

El **n. torácico largo** se origina de las raíces ventrales de C7 y C8 discurrendo en dirección caudal a modo de ancho cordón horizontal sobre la superficie del músculo serrato ventral del tórax al que inerva (Nickel et al., 1988; König y Liebich, 2005).

El **n. toracodorsal** se forma a base de fibras procedentes de C8 (en el caballo) o de C7 y C8 (en el resto de las especies), en el origen mismo del tronco axilar y termina ramificándose en la superficie medial del músculo latísimo del dorso al que inerva (Nickel et al., 1988).

Además de los nervios descritos anteriormente, en el plexo braquial se describen lo que algunos autores consideran los verdaderos troncos de dicho plexo, pues se originan distalmente a las conexiones o anastomosis de las raíces que participan en su constitución. A continuación procedemos a su descripción.

El **n. musculocutáneo** tiene una raíz básica de origen, la C7, si bien con una pequeña aportación de fibras de C8 (en el caballo y carnívoros) o de C6 (en los rumiantes y el cerdo). Se origina caudalmente al nervio supraescapular y discurre paralelo al nervio mediano (König y Liebich, 2005). En el gato emite un ramo muscular proximal para inervar a los músculos coracobraquial y bíceps braquial. Su tronco principal continúa distalmente a lo largo del borde caudal del músculo bíceps y cerca de la articulación del codo da un ramo para inervar al músculo braquial (ramo muscular distal). Sus ramos motores intervienen por tanto en la flexión del codo. A este nivel emite además

el llamado nervio cutáneo medial del antebrazo cuyos ramos cutáneos se distribuyen principalmente por la cara medial de la fascia del antebrazo y piel de la cara medial del antebrazo y carpo (Crouch, 1989). En carnívoros da también un pequeño ramo para la superficie craneal de la cápsula articular del codo (Nickel et al., 1988). En ungulados este nervio forma el asa axilar que lo conecta con el nervio mediano alrededor del extremo distal de la arteria axilar, si bien en carnívoros dicha unión tiene lugar a nivel del codo, por lo que en algunos libros es referida como asa cubital (Sandoval, 1998).

El **n. axilar** está integrado por fibras procedentes de las raíces de C7 y C8 en todos los mamíferos domésticos, excepto en el cerdo y los pequeños rumiantes que proviene de C6 y C7. Discurre a nivel de la articulación del hombro, desde la cara medial a la lateral (König y Liebich, 2005). En su trayecto emite ramos musculares para los músculos subescapular (su parte más caudal), redondo mayor, articular del hombro (caballo, gato y cerdo), redondo menor, cleidobraquial y deltoides (flexión del hombro). Entre las cabezas larga y lateral del músculo tríceps braquial emerge un ramo sensible, el nervio cutáneo lateral craneal del brazo, encargado de inervar la piel de la cara lateral del brazo. Asimismo, emite también el nervio cutáneo craneal del antebrazo que inerva la piel que cubre el vientre muscular del extensor carporradial (superficie craneal del antebrazo). Además provee de un ramo sensitivo a la cápsula de la articulación escapulohumeral por su cara caudal (Nickel et al., 1988).

El **n. radial** es el tronco más grueso del plexo braquial y se compone de las raíces C8 y T1, aunque en los rumiantes y carnívoros también participa la C7. Recorre la superficie medial del músculo redondo mayor y emite ramos musculares que aportan inervación a las diferentes cabezas del tríceps braquial, ancóneo y tensor de la fascia del antebrazo (extensión del codo) y termina ramificándose a nivel del codo en los ramos superficial y profundo. Inerva también a todos los extensores del carpo y dedos y tiene a su cargo la inervación de la región lateral del antebrazo (extensión del carpo y dedos), llegando incluso hasta la punta de los dedos (König y Liebich, 2005). En su inicio el nervio radial discurre paralelo y caudal a la arteria braquial y en el tercio proximal del brazo lo hace sobre el músculo braquial. En esta zona emite ramos para los extensores de la articulación del codo e incluso algunas de sus fibras alcanzan el músculo braquial (König y Liebich, 2005). En el tercio distal del brazo se dispone lateralmente sobre el húmero emitiendo su ramo principal, el nervio cutáneo lateral del antebrazo o ramo superficial encargado de inervar la piel de la cara lateral del antebrazo (König y Liebich, 2005).

El **n. mediano** se integra a base de fibras nerviosas procedentes de las raíces C8, T1 y T2, excepto en el cerdo y en el gato que procede de C7, C8 y T1. Al inicio de su recorrido discurre por el antebrazo junto al nervio cubital. En los ungulados, después de recibir el asa axilar procedente del nervio musculocutáneo, los dos troncos (mediano y cubital) descienden en un fascículo común hasta cerca del codo, donde se disocian. En los carnívoros (perro y gato), en cambio, dichos troncos descienden totalmente separados (Nickel et al., 1988). A nivel de la articulación del codo este nervio transcurre

entre el ligamento colateral medial y el músculo pronador redondo, pasando a través del agujero supracondilar del húmero en la especie felina (König y Liebich, 2005). De esta forma presta inervación a los músculos pronador redondo (en carnívoros), flexor carporradial (en ungulados), la cabeza radial del flexor digital profundo y los interflexores. Además, junto con el nervio cubital, inervan a las restantes cabezas del flexor digital profundo y al pronador cuadrado. Todos estos ramos motores participan en la flexión del carpo y dedos. El nervio mediano va a terminar en el caballo proximalmente al carpo en los nervios palmar medial y palmar lateral. En carnívoros se ramifica en la región metacarpiana y da lugar al nervio digital palmar abaxial I y a los nervios digitales palmares comunes I, II y III, cada uno de los cuales se divide en dos nervios digitales palmares propios. Por lo tanto, en carnívoros, estos ramos recogen la sensibilidad de la piel de las zonas palmomediales de la mano.

El **n. cubital** se forma a partir de las mismas raíces que el mediano (C8, T1, T2), si bien la primera de ellas casi nunca participa en el caballo. En el gato, oveja y cabra se integra únicamente por las raíces de C8 y T1. Desciende hasta el codo en un tronco común con el mediano, adyacente al borde caudal de la cabeza medial del tríceps, pero antes del codo se disocia de éste último para dirigirse hacia el epicóndilo medial del húmero y emitir un ramo sensible hacia el olecranon, el nervio cutáneo caudal del antebrazo, y ramos musculares que inervan los músculos flexores carpocubital, digital superficial (excepto en carnívoros) y digital profundo (Sandoval, 1998; Harrison, 1969; Sisson, 1985). Sus ramos motores participan en la flexión del carpo y dedos de la mano, mientras que sus ramos sensibles inervan las regiones caudolateral y

caudomedial del antebrazo y codo y lateropalmar de la mano. Además, junto con ramos del nervio mediano se encarga de la inervación de las articulaciones del codo, carpo y dedos, también del periostio de los huesos implicados, tendones y ligamentos del codo y carpo (Nickel et al., 1988).

3.2. ECOGRAFÍA DE NERVIOS PERIFÉRICOS

Los NP están formados por un conjunto de fibras nerviosas envueltas por una malla de tejido conjuntivo-vascular, estos elementos están organizados en una estructura plurifascicular (Fornage et al.,1992). En ecografía los NP se observan como estructuras tubulares hipoecogénicas con ecos internos lineales y paralelos en el plano longitudinal. En el plano transversal se puede apreciar un patrón fascicular o en “panal de abeja” (estructuras hipoecogénicas más o menos redondeadas, con un punteado ecogénico en su interior). Los fascículos nerviosos se corresponden con imágenes redondeadas hipoecogénicas y el tejido conectivo que envuelve cada fascículo (perineuro), así como el que rodea al grupo de fascículos (epineuro), se visualiza más hiperecogénico. Esta apariencia es típica en NP grandes como los ns. mediano, ciático, radial o cubital. En las raíces nerviosas, troncos o nervios más pequeños, la apariencia es monofascicular originando una imagen redondeada hipoecogénica delimitadas por un halo hiperecogénico (Silvestrini, 1995; Fornage et al.,1992).

Un factor importante que influye en la apariencia de los nervios en la ecografía es el ángulo que forma el haz de US en relación al nervio (ángulo de

insonación), lo que se denomina “anisotropía”. Cuando el haz de ultrasonido atraviesa el nervio formando un ángulo distinto del de 90°, parte de los US se reflejan en una dirección distinta a la de sonda, perdiéndose información necesaria para la formación de la imagen. El tejido conectivo de los nervios se comporta de manera anisotrópica variando su ecogenicidad según el ángulo de incidencia del haz de ultrasonidos, pudiendo aparecer menos ecogénicos y pudiendo ser confundidos con estructuras vasculares (Chiou et al., 1998; Shandu, 2004). En este caso, el uso de la tecnología Doppler es fundamental para diferenciar los nervios de las estructuras vasculares (Alexander y Dobson, 2003; Marhofer et al., 2005).

El aspecto ecográfico de los NP en animales vivos es similar al descrito en medicina humana (Campoy et al., 2010; Echeverry et al., 2010; Shilo et al., 2010; Costa-Farre et al., 2011; Echeverry et al., 2012; Haro et al., 2012; Haro et al., 2013). Sin embargo, en un estudio realizado en cadáveres (Guilherme y Benigni, 2008), estos presentaron una ecogenicidad interna disminuida, probablemente consecuencia de la degeneración postmortem debido a que el estudio se hizo en cadáveres que previamente se habían congelado. En estudio más recientes, se ha demostrado que, en los cadáveres frescos no congelados los NP tienen una ecogenicidad similar a la descrita en animales vivos (Echeverry et al., 2010; Echeverry et al., 2012; Haro et al., 2012; Haro et al., 2013).

3.2.1. Abordajes y apariencia ecográfica del plexo braquial.

En el perro se han descrito los siguientes abordajes ecográficos para la evaluación de los diferentes componentes del plexo desde las raíces cervicales hasta los troncos:

- *A nivel paravertebral*, se toman como marcas anatómicas de referencia las apófisis transversas de C5, C6 y C7, la superficie de los cuerpos vertebrales y los músculos escalenos. A este nivel se identifican las raíces de los nervios C6, C7 y C8, como estructuras redondeadas con un centro ecogénico heterogéneo, rodeadas de una vaina hiperecogénica. Discurren entre las apófisis transversas y los músculos escalenos (Bagshaw et al., 2009).
- *A nivel axilar*, tomando como referencia la arteria y vena axilar se obtiene la imagen transversa de algunos componentes del PB (nervios musculocutáneo, radial, mediano y cubital) que aparecen como un conjunto de estructuras ovales de pequeño tamaño e hipocogénicas delimitadas por un anillo hiperecogénico (Guillerme y Benigni, 2008).
- *A nivel de la cara medial del húmero*, se obtiene la imagen transversa del nervio musculocutáneo, que discurre craneal a la arteria braquial, y de los nervios mediano y cubital, que se localizan entre la arteria y la vena braquial. Los nervios mediano y cubital pueden ser evaluados proximalmente hasta el espacio axilar y distalmente hasta el codo (Guillerme y Benigni, 2008).
- *A nivel de la cara medio-caudal del húmero*, se ha descrito el abordaje para la evaluación del nervio radial, el cual se visualiza como un

conjunto de estructuras circulares hipoecogénicas con un halo hiperecogénico, cercanas a la arteria braquial. La apariencia multitubular de este nervio dificulta su correcta identificación (Guillherme y Benigni, 2008).

- La rama lateral del nervio radial se localiza en el cara lateral y distal del húmero (Guilherme y Benigni, 2008).

3.3. NEUROFISIOLOGÍA DEL DOLOR

El dolor es un fenómeno complejo que presenta dos componentes fundamentales: (1) el componente neurofisiológico del dolor es la nocicepción que consiste en el procesado mediante transducción, modulación y transmisión de las señales generadas en respuesta a un estímulo nóxico, (2) el componente afectivo del dolor es su percepción consciente, que se constituye como una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada con el daño tisular. El dolor es por tanto el estadio final de la nocicepción y puede ser experimentado únicamente en animales conscientes (Lemke 2004; Epstein et al. 2015).

Los receptores dolorosos (nociceptores) se constituyen mediante terminaciones nerviosas libres especializadas desde neuronas bipolares cuyo cuerpo neuronal se encuentra en el ganglio raquídeo de la raíz dorsal de los nervios periféricos. Los nociceptores son activados de manera específica por estímulos nóxicos mecánicos, térmicos o químicos, transformando el estímulo (transducción) en señales eléctricas (potenciales de acción), que son

conducidos por fibras nerviosas en dirección central hasta hacer sinapsis con neuronas de segundo orden, cuyo soma se encuentra en el asta dorsal de la médula espinal (Muir y Woolf ,2001; Romera et al., 2000).

El asta dorsal de la médula espinal permite el primer nivel de integración en el SNC del estímulo doloroso y su modulación por interneuronas espinales, dirigiendo la información dolorosa ya modulada (reduciendo o incrementando su intensidad según el escenario clínico) mediante vías ascendentes (transmisión) hacia centros superiores (Lemke, 2004; Lemke y Creighton, 2010). Desde el punto de vista neurofisiológico, dos grupos de neuronas son activadas en el asta dorsal por las mismas fibras: (1) neuronas nociceptivas específicas o nociceptivarreceptoras ya que reciben información nociceptiva exclusivamente e identifican la localización del estímulo y (2) neuronas de rango dinámico amplio o de convergencia, que reciben aferencias de diverso origen y naturaleza, tanto nociceptivas como no nociceptivas, e identifican las diferentes intensidades de dolor (Romera et al., 2000).

La señal eléctrica viaja por las vías ascendentes, principalmente a través de los tractos espinotalámico y espinoreticular, hacia el tronco cerebral y el tálamo. El tálamo proyecta la señal nociceptiva a áreas corticales donde los estímulos sensitivos son integrados, reconocidos e identificados (percepción), y evocan la respuesta motora apropiada (Muir y Woolf, 2001; Romera et al., 2000; Lemke y Creighton, 2010).

3.4. ANESTÉSICOS LOCALES

Los AL son fármacos que bloquean de manera reversible la conducción nerviosa en cualquier parte del sistema nervioso sobre la que se apliquen. Pasado su efecto, la recuperación de la función nerviosa es completa. Se utilizan principalmente con la finalidad de suprimir o bloquear los impulsos nociceptivos, ya se administren sobre receptores sensitivos, a lo largo de un nervio o tronco nervioso, o sobre ganglios nerviosos (Skarda y Tranquilli, 2007; Hurlé, 2002).

Los AL bloquean la propagación de los potenciales de acción al disminuir la permeabilidad de los canales de sodio de la membrana axonal, bloqueando la fase inicial del potencial de acción. Para ello, los AL atraviesan la membrana nerviosa y se unen al canal desde el lado citoplasmático de la misma (de Carlos y Viamonte, 1999). La actividad de muchos de estos fármacos es mayor cuando el nervio está sometido a estímulos repetidos, es decir, cuando mayor es la probabilidad de apertura del canal en respuesta a un cambio de potencial. La interacción del AL con el canal es reversible y termina cuando su concentración cae por debajo de un nivel crítico (concentración mínima inhibitoria) (Hurlé, 2002).

La molécula de los AL está constituida por un anillo aromático (benzeno generalmente) y una amina terciaria o secundaria, separados por una cadena intermedia con un enlace de tipo éster o de tipo amida. Se clasifican por tanto en aminoésteres (ej. procaína, benzocaína) o aminoamidas (ej. lidocaína,

bupivacaína, ropivacaína). La existencia de uno u otro enlace condiciona la velocidad de metabolización y, por lo tanto, la duración de acción; y, de forma indirecta, también influye sobre la toxicidad específica de cada AL (Skarda y Tranquilli, 2007; Hurlé, 2002).

Los AL de tipo aminoamidas son moléculas muy estables que se metabolizan a nivel hepático. Los más utilizados en gatos son el hidrocloreto de lidocaína y el hidrocloreto de bupivacaína. El hidrocloreto de lidocaína al 0.5-2%, administrado a dosis de 2-6 mg/kg, proporciona de 60 a 90 min de analgesia (Robertson y Taylor, 2004). El hidrocloreto de bupivacaína al 0.25-0.5% es más tóxico que la lidocaína, y su dosis total no debe exceder los 2 mg/kg (Robertson y Taylor, 2004). La bupivacaína actúa durante tiempos más prolongados y administrada por vía perineural induce analgesia durante 240 a 360 min (Skarda y Tranquilli, 2007).

La toxicidad por AL afecta principalmente al SNC y al sistema cardiovascular, y es consecuencia de la alta concentración plasmática alcanzada y de su rápido paso por el cerebro debido a su gran liposolubilidad. La causa más frecuente de accidentes es la inyección intravascular inadvertida, aunque también ocurre en casos de absorción sistémica masiva o sobredosificación (Skarda y Tranquilli, 2007; Hurlé, 2002). Los gatos son más susceptibles que los perros a la toxicidad secundaria tras la administración de AL por lo que no se deben superar las dosis establecidas para esta especie (Chadwick, 1985).

3.5 BLOQUEO DE NERVIOS PERIFÉRICOS

Los bloqueos de NP consisten en la administración de un AL en cercanía a un nervio o tronco nervioso periférico, con el fin de inhibir el potencial de acción transmembrana y producir un bloqueo completo del impulso nociceptivo, lo que impide el desarrollo del dolor (Lemke, 2004; Mathews, 2008).

La pieza clave para conseguir el éxito de un bloqueo anestésico regional es asegurar la distribución óptima del anestésico local alrededor de las estructuras nerviosas. Tradicionalmente, los bloqueos de NP se ha realizado mediante el uso de marcas anatómicas de superficie o neuroestimulación.

El uso de marcas anatómicas de superficie permite localizar los nervios tomando como referencia estructuras anatómicas palpables, principalmente estructuras óseas (Rasmussen et al., 2006). Las ventajas de esta técnica se basan en la facilidad de uso en el ámbito clínico, ya que solo se requiere del conocimiento de la anatomía básica de la zona a bloquear para poder identificar los puntos de referencia necesarios. La desventaja principal es la falta de precisión de la técnica, debido una deposición y distribución subóptima del AL, así como el riesgo de inyecciones intravasculares o intraneurales, y lesiones titulares debido a la necesidad de reposicionamiento de la aguja (Campoy y Read, 2013).

La electrolocalización nerviosa consiste en el uso de corrientes eléctricas generadas mediante el empleo de un neuroestimulador, que se conecta a una aguja de neuroestimulación que se inserta en proximidad al nervio a bloquear. El neuroestimulador genera una corriente eléctrica que produce la despolarización del nervio diana y, si éste presenta un componente motor, permite la observación directa de contracciones de los músculos innervados por el nervio diana. Esta técnica permite una localización más precisa del nervio a bloquear, reduciendo el número de posibles complicaciones (Campoy y Read, 2013). La neuroestimulación ha sido considerada el *gold standard* para la realización de bloqueos de NP hasta la introducción de la ecografía como coadyuvante de las técnicas de anestesia regional.

Tanto el uso de marcas anatómicas de superficie como la neuroestimulación son consideradas técnicas “ciegas” puesto que sólo estiman la localización de las estructuras diana pero no aseguran el sitio de punción y ni la óptima distribución del AL alrededor del nervio que deseamos bloquear, lo que puede resultar en un fallo del bloqueo, así como en la punción nerviosa o la inyección intravascular inadvertida (Siddaiah y Sardesai, 2009).

3.6. ASPECTOS BÁSICOS DEL BLOQUEO ECOGUIADO DE NERVIOS PERIFÉRICOS.

En los últimos años, la ecografía se ha convertido en una técnica de creciente interés en la anestesia regional, ya que ha permitido la visualización directa de los nervios, la aguja, las estructuras adyacentes y principalmente el control de la distribución del AL. Por lo tanto, la principal ventaja del empleo de la ecografía en la anestesia regional es que mejora la calidad y el éxito de los bloqueos nerviosos mientras que por otro lado disminuye las complicaciones, como la inyección intraneural o intravascular (Sites y Brull, 2006; Gray, 2006; Williams et al., 2003) (Tabla 1).

Tabla 1. Ventajas de la ecografía para la realización de bloqueos de NP
1. Visualización directa de nervios, aguja y relación con las estructuras anatómicas más próximas (ej.. estructuras vasculares)
2. Visualización directa de la distribución del AL durante la inyección, junto a la posibilidad de reposicionar la aguja en caso de distribución inadecuada
3. Evitar complicaciones (ej.. inyección intraneural o intravascular)
1 Reducción de la dosis de AL.

En 1978, La Grange y cols. emplearon la ecografía por primera vez para la realización de un bloqueo en el plexo braquial por un abordaje supraclavicular. En medicina humana, el bloqueo de NP guiado por ecografía es actualmente una técnica ampliamente extendida y utilizada en la practica diaria. La introducción de las técnicas ecoguiadas en medicina veterinaria es relativamente reciente y actualmente se utilizan con éxito para el bloqueo de

los ns. ciático y femoral en el perro (Campoy et al., 2010; Echeverry et al., 2010; Shilo et al., 2010; Costa-Farre et al., 2011; Echeverry et al., 2012) y en el gato (Haro et al., 2012; Haro et al., 2013), y del PB en el perro (Campoy et al., 2010). Sin embargo, según la bibliografía consultada, no existen publicaciones que documenten el uso de la ecografía para el bloqueo del PB en el gato.

Para realizar el bloqueo ecoguiado de NP se recomienda el uso de transductores de alta frecuencia (10-15 MHz), ya poseen una mayor resolución de la imagen. Sin embargo, cuanto mayor es la frecuencia, menor es la profundidad de penetración (2 a 3 cm), afortunadamente, la mayoría de los nervios a bloquear se localizan a tan sólo 3 cm o menos de penetración desde la piel (Kumar et al., 2007).

Los nervios pueden ser abordados ecográficamente en el eje largo o en el eje corto, de esta manera obtenemos respectivamente un corte longitudinal o transversal de los mismos. La aguja de bloqueo de NP puede introducirse utilizando dos técnicas. La primera técnica denominada “dentro de plano” (del inglés: *in plane*) consiste en insertar la aguja paralela al eje largo del transductor, de modo que se consigue visualizar la aguja en toda su extensión durante el procedimiento. La segunda forma se denomina “fuera del plano” (del inglés: *out of plane*) y se obtiene cuando la aguja se introduce perpendicular al eje largo del transductor, con lo que solo se visualiza la punta de la aguja, y su localización se controla por el movimientos de los tejidos circundantes (Kumar et al., 2007)

4. RELACIÓN DE ARTÍCULOS

4.1 ARTÍCULO 1

Título de la revista: Veterinary Radiology and Ultrasound.

Author(s): American College of Veterinary Radiology,
International Veterinary Radiology Association

NLM Title Abbreviation: Vet Radiol Ultrasound

ISO Abbreviation: Vet Radiol Ultrasound

Publication Start Year: 1992

ISSN: 11058-8183 (Print)
1740-8261 (Electronic)
1058-8183 (Linking)

CORRELATIVE ULTRASOUND ANATOMY OF THE FELINE BRACHIAL PLEXUS AND MAJOR NERVES OF THE THORACIC LIMB

Abstract:

Brachial plexus avulsions commonly occur in cats due to traumatic injuries involving the shoulder. Ultrasound may be an effective method for detecting injured nerves. Additional applications may include characterization of brachial plexus neoplasms and guidance of anesthetic nerve blocks. Aims of this study were to describe ultrasonographic approaches and the normal appearance of this plexus and other major nerves of the thoracic limb in cats. Eight feline cadavers were used to determine anatomic landmarks, obtain cross-sectional anatomic images of the target nerves, and compare these with ultrasound images. An ultrasonographic study was performed in five fresh feline cadavers to assess the brachial plexus and its major components at the levels of the axilla and proximal, middle and distal (lateral and medial approaches) humeral regions. Five healthy adult cats were recruited for an in vivo ultrasonographic study using the same protocol described for the cadaver ultrasonographic

study. The roots of the brachial plexus appeared as a cluster of small, round hypoechoic structures surrounded by a hyperechoic rim in the axillary approach. The radialis, medianus, and ulnaris nerves were individually visualized on proximal and middle humeral approaches. The medianus and ulnaris nerves were easily identified on the medial aspect of the humerus in the distal approach. The superficial branch of radialis nerve was seen on the lateral aspect of the distal humerus approach. The nerves appeared as oval- to-round hypoechoic structures with a hyperechogenic rim. Future studies are needed to compare findings from this study with those in cats with confirmed brachial plexus injuries or other lesions.

URL:

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/vru.12012/abstract;jsessionid=8AEBF47182113D967BFE71D7B5025A4B.f04t03>

4.2 ARTÍCULO 2

Título de la revista: Journal of Feline Medicine and Surgery.

Author(s): International Society of Feline Medicine

American Association of Feline Practitioners

European Society of Feline Medicine

NLM Title Abbreviation: J Feline Med Surg

ISO Abbreviation: J. Feline Med. Surg.

Publication Start Year: 1999

ISSN: 1098-612X (Print)

1532-2750 (Electronic)

1098-612X (Linking)

COMPARISON OF TWO TECHNIQUES FOR ULTRASOUND-GUIDED AXILLARY BRACHIAL PLEXUS BLOKADE IN CATS

Abstract:

Axillary blockade of the brachial plexus (BP) is advocated in humans and dogs for surgical procedures carried out on the foot, carpus and elbow as it provides complete analgesia distally from above the elbow joint. The aim of this study was to develop an ultrasound (US)-guided approach to block the BP in cats. Two groups of 12 feline cadavers each were used to compare two different techniques to block the BP at the axillary level. The reliability of the techniques was assessed by anatomical and computed tomography (CT) studies. Cadavers of the first group were positioned in dorsal recumbency with the forelimb to be blocked adducted (thoracic limbs flexed and orientated caudally) (FAD technique). The second group was positioned in dorsal recumbency with the forelimb abducted 90° (FAB technique). The accuracy of the techniques was determined by US after injecting 1 ml blue ink along the BP nerves, and by

CT after injecting 1 ml of an iodinated contrast medium. The anatomical and CT studies confirmed the accuracy of the US location of the BP nerves. Staining of the axillaris, musculocutaneous, radialis, medianus and ulnaris nerves was observed in 100% of cats using the FAB technique and in 66% of the cats using the FAD technique. Rate of complications was higher in the FAD technique. In conclusion, a US-guided axillary approach to the BP by the use of a FAB technique is a safe and feasible procedure to block the BP in the cat. Further studies are needed to ascertain whether the technique can be applied in a clinical setting.

URL:

<http://jfm.sagepub.com/content/17/6/476.abstract>

4.3 ARTÍCULO 3

Título de la revista: Journal of Feline Medicine and Surgery.

Author(s): International Society of Feline Medicine

American Association of Feline Practitioners

European Society of Feline Medicine

NLM Title Abbreviation: J Feline Med Surg

ISO Abbreviation: J. Feline Med. Surg.

Publication Start Year: 1999

ISSN: 1098-612X (Print)

1532-2750 (Electronic)

1098-612X (Linking)

ULTRASOUND-GUIDED AXILLARY BRACHIAL PLEXUS BLOCK IN CATS

Abstract:

Objectives: Evaluate and refine the ultrasound (US)-guided technique to block the brachial plexus (BP) at the level of the axillary space in cats.

Methods: Eight adult experimental cats were enrolled into the study. The animals were sedated and positioned in dorsal recumbency with the limb to be blocked abducted 90°. The US transducer was placed in the axillary region and a non-traumatic peripheral nerve block needle was inserted in-plane with respect to the transducer, medial to the BP up to the level of the axillary artery. Lidocaine 1% (0.4 ml/ kg) was injected as the needle was being progressively withdrawn in a caudal to cranial direction. The efficacy of the block was confirmed by evaluation of the motor and sensory functions of the blocked forelimb. Motor blockade was assessed observing the position of the blocked leg on standing and walking patterns. Sensory blockade was evaluated by the

stimulation of mechanical nociceptors in the dermatomes supplied by the four major sensory nerves of the distal thoracic limb.

Results: The blockade was successful in all cases and the cats recovered uneventfully.

Conclusions and relevance: The US-guided block at the axillary space evaluated here is a feasible, reproducible and safe method to block the BP plexus in experimental live cats.

URL: aceptado para publicación el 29 de Octubre 2015.

<http://jfm.sagepub.com>

5. CONCLUSIONES

5. CONCLUSIONES

1. Los abordajes para el estudio ecográfico del plexo braquial y sus componentes incluyeron diferentes zonas: axilar, humeral medial (a tres niveles: proximal, medio, distal) y humeral lateral (a nivel distal).
2. El aspecto ecográfico del plexo braquial felino a nivel axilar en plano transversal es el de un *cluster* de estructuras ovaladas o redondeadas que se corresponden con las raíces nerviosas C6, C7, C8 y T1. En el abordaje humeral medial se visualizaron los nervios radial, mediano y cubital, y en el abordaje humeral lateral se observó la rama superficial del nervio radial. El aspecto ecográfico en plano transversal de dichos nervios es el de estructuras hipocogénicas redondeadas delimitadas por un anillo hiperecogénico. En el plano longitudinal estos nervios se describen como estructuras tubulares hipocogénicas delimitadas por dos líneas hiperecogénicas.
3. La distribución de la tinta observada alrededor de los nervios de interés tanto en disecciones anatómicas como en criosecciones, así como la diseminación del contraste iodado evaluado por medio de tomografía computarizada, permitió establecer la eficacia de los abordajes evaluados para el bloqueo del plexo braquial.

4. El abordaje axilar con la extremidad a bloquear abducida 90° y la contralateral dirigida caudalmente se consideró óptimo para realizar el bloqueo ecoguiado del plexo braquial en el gato.

6. RESUMEN GENERAL

6. RESUMEN GENERAL

INTRODUCCIÓN

El manejo del dolor en animales que van a ser sometidos a una cirugía es esencial. Las estrategias actuales para controlar el dolor se basan en técnicas de anestesia multimodal que consideran la administración de una variedad de analgésicos con efectos complementarios, incluyendo el uso de anestésicos locales (Trumpatori et al., 2010). El uso de AL en el bloque de NP es altamente eficaz para controlar el dolor intraoperatorio (Lemke y Dawson, 2000; Mathews, 2008). Las técnicas de anestesia locorregional son útiles para reducir los requerimientos de anestésicos generales durante la cirugía y en el manejo del dolor intra- y post-operatorio (Trumpatori et al., 2010; Rioja et al., 2012; Hofmeister et al., 2007; De Marzo et al., 2012).

El bloqueo de NP se ha realizado tradicionalmente utilizando como referencia marcas anatómicas de superficie o electroestimulación para la localización de los nervios diana (Marhofer y Chan, 2007). Las técnicas de bloqueo guiadas por ecografía están ganando popularidad para facilitar el bloqueo de NP. El bloqueo de NP ecoguiado ofrece varias ventajas respecto a las técnicas ciegas. La visualización directa de los nervios disminuye la necesidad de introducir la aguja en numerosas ocasiones, reduciendo así el daño de los tejidos y por lo tanto el riesgo de laceración neural o vascular (Sites y Brull, 2006; Gray, 2006; Williams et al., 2003).;. Además, la visualización directa de la distribución del AL durante la inyección, puede aumentar la precisión del bloqueo y reducir además, el volumen de AL necesario (Shandu et al., 2006; Casati et al., 2007; Oberndorfer et al., 2007).

El bloqueo del PB se ha descrito en perros para procedimientos quirúrgicos realizados sobre la mano, codo y carpo, ya que produce una analgesia completa desde la parte proximal de la articulación del codo (Thurmon y Ko, 1997; Skarda y Tranquilli, 2007; Campoy et al., 2010). Sin embargo, no hay información relativa al bloqueo ecoguiado del PB en la especie felina.

OBJETIVOS

1. Describir los abordajes ecográficos para la evaluación del plexo braquial y los principales nervios del miembro torácico, así como la anatomía y apariencia ecográfica normales de las estructuras observadas en la especie felina, correlacionando las imágenes ecográficas con la disección anatómica y las criosecciones obtenidas en el mismo plano de corte (artículo 1).
2. Establecer los abordajes ecográficos para el bloqueo ecoguiado del plexo braquial a nivel axilar en el gato (artículo 2).
3. Determinar la eficacia en el gato de los diferentes abordajes para el bloqueo anestésico ecoguiado del plexo braquial, mediante la evaluación de la distribución de tinta o contraste yodado inyectado alrededor de los nervios de interés; utilizando para ello la ecografía, las disecciones, criosecciones anatómicas y técnicas de imagen avanzadas como la tomografía computarizada (artículo 2).

4. Evaluar clínicamente la eficacia del bloqueo ecoguiado del plexo braquial a nivel axilar en la especie felina (artículo 3).

MATERIAL Y MÉTODOS

En la fase *in vitro* del estudio se emplearon 37 cadáveres de gatos adultos con un peso medio de 3.6 kg (rango entre 2.8 y 4.8 kg), obtenidos en el Servicio de Zoonosis y Salud Pública Local del municipio de Murcia. Todos los animales fueron eutanasiados de forma humanitaria por razones no relacionadas con el presente estudio. En la fase *in vivo* se utilizaron trece gatos experimentales, adultos y sanos, con un peso medio de 4.1 kg (rango entre 3.5 y 5.4 kg). Los exámenes ecográficos se efectuaron utilizando una sonda lineal de 4-13 MHz (MyLab 70, Esaote, Barcelona, España). Todos los exámenes ecográficos *in vitro* se realizaron inmediatamente después de la eutanasia.

Artículo 1

En el estudio anatómico se realizaron disecciones del PB y sus principales componentes en cuatro cadáveres. Para ello, se introdujo látex rojo y azul a través de la aorta torácica y la vena cefálica, respectivamente. En otros cuatro cadáveres, se introdujo látex de color rojo por la aorta torácica, y a continuación, se congelaron a -20 ° C durante 24 horas, y a - 80 ° C durante otras 24 horas. Posteriormente, se realizaron criosecciones transversales de 5 mm desde la columna vertebral hasta el codo. Se realizaron fotografías de cada corte para su interpretación y comparación con imágenes ecográficas correspondientes.

El examen ecográfico del PB se realizó en otros cinco cadáveres frescos, inmediatamente después de la eutanasia. Los cadáveres fueron posicionados en decúbito lateral con el miembro torácico contralateral en abducción. Las extremidades fueron preparadas mediante la depilación del área de interés (desde la parte caudal del cuello a la entrada del tórax y en el miembro torácico hasta el codo), limpieza de la piel y aplicación de gel acústico. El PB fue evaluado desde su origen a nivel de los agujeros intervertebrales hasta alcanzar las ramas de los nervios musculocutáneo, radial, mediano y cubital a nivel del codo. Esta área fue dividida en dos zonas: axilar y humeral con el fin de estandarizar los exámenes. La zona humeral se dividió a su vez en tres partes: proximal (desde el hombro hasta la diáfisis proximal), medial (área media de la diáfisis) y distal (de la diáfisis distal al codo). Los nervios fueron evaluados en planos transversales y longitudinales.

Las marcas anatómicas de referencia utilizadas para realizar el abordaje axilar fueron la articulación del hombro y la primera costilla. El transductor se colocó en el espacio situado entre la articulación del hombro y el esternón, paralelo a la columna vertebral y dirigiendo el haz de ultrasonidos craneodorsalmente. El área humeral incluyó desde la articulación escapulohumeral hasta el codo.

La ecografía se realizó en la cara medial del húmero en tres niveles: proximal, medio y distal, y en la cara lateral del humero a nivel distal. Se evaluó la apariencia, ecogenicidad y ecotextura de los nervios evaluados, así como las características ecográficas de las estructuras anatómicas adyacentes, y se compararon con las criosecciones transversales correspondientes. En el estudio “in vivo”, la evaluación ecográfica del PB se llevó a cabo en cinco

gatos. Los animales fueron sedados con una combinación de medetomidina (Domtor, Pzifer, Barcelona, España) 30 µg/kg, butorfanol (Torbugesic, Fort Dodge, Barcelona, España) 0,2 mg/kg y ketamina (Ketased, Fort Dodge, Barcelona, España) a 4 mg/kg administrados por vía intramuscular. El protocolo ecográfico utilizado para esta parte del estudio fue el mismo que el ya descrito en la parte anterior. Además, se utilizó ecografía Doppler para identificar los vasos sanguíneos y diferenciarlos de los nervios.

Artículo 2

Para la evaluación y comparación de dos técnicas diferentes de bloqueo del PB se emplearon un total de 24 cadáveres. Los animales fueron divididos aleatoriamente en dos grupos (12/12). Nueve animales de cada grupo fueron empleados en un estudio anatómico, con el fin de estudiar la distribución del producto inyectado, y los tres animales restantes de cada grupo se destinaron a un estudio de TC. Los gatos del primer grupo se posicionaron en decúbito dorsal con los miembros torácicos flexionados y orientados caudalmente (técnica FAD). En el segundo grupo se posicionaron con el miembro torácico que iba a ser bloqueado en abducción 90° y el contralateral orientado caudalmente (técnica FAB).

El transductor se colocó en la región axilar paralelo a la columna vertebral y con la marca de orientación del mismo dirigida cranealmente. La profundidad del haz de ultrasonidos se fijó en 2 cm. Una vez identificadas las raíces nerviosas del PB, se insertó una aguja atraumática para bloqueo de nervios periféricos (Stimuplex D 0.71 × 40 mm 30 °; B Braun Melsungen AG) craneomedial a la articulación del hombro y se avanzó en dirección

craneocaudal, utilizando una técnica en plano. La punta de la aguja se posicionó en el aspecto más caudal del PB. Se inyectó 1 ml de una solución obtenida a partir de la mezcla de 0,5 ml de tinta azul y 0,5 ml de solución salina, a lo largo de la cara medial de la totalidad del PB conforme la aguja se retiraba progresivamente en dirección caudocraneal.

Para el estudio de TC, se inyectó 1 ml de medio de contraste iodado (150 mg/ml) obtenido a partir de la mezcla a partes iguales de iohexol 300 mg/ml (Omnitrast 300, Bayer) y solución salina, utilizando la técnica ecoguiada descrita anteriormente.

Artículo 3

Con el objetivo de evaluar la viabilidad y eficacia de la técnica de bloqueo desarrollada en el artículo 2 sobre animales vivos, se emplearon ocho gatos experimentales adultos en este estudio. Los animales fueron sedados con una combinación de medetomidina (Domtor, Pzifer, Barcelona, España) 30 µg/kg, butorfanol (Torbugesic, Fort Dodge, Barcelona, España) 0,2 mg/kg, y ketamina (Ketased, Fort Dodge, Barcelona, España) a 4 mg/kg administrado por vía intramuscular. Los animales fueron colocados en decúbito dorsal con el miembro torácico que iba a ser bloqueado en abducción 90° y el contralateral orientado caudalmente, utilizando la técnica descrita en el artículo 2. Se rasuró el pelo de la zona axilar y se limpió y preparó la piel asépticamente. Se realizó una incisión de 2 mm empleando una hoja de bisturí (11 Sovereign, Paramount Surgimed, Hannover, Alemania) a aproximadamente 1 cm medial a la articulación del hombro. Una vez identificadas las raíces nerviosas del PB, se insertó una aguja atraumática para el bloqueo de nervios periféricos (Stimuplex

D 0.71 × 40 mm 30 °; B Braun Melsungen AG) craneomedial a la articulación del hombro y se avanzó en dirección craneocaudal utilizando una técnica en plano. La punta de la aguja se posicionó medial a la arteria axilar, la cual fue identificada mediante Doppler. Se inyectó lidocaína al 1% (0,4 ml/kg) a lo largo de la cara medial del PB, a medida que la aguja se iba retirando progresivamente en dirección caudocraneal. Una vez finalizada la inyección, se revertió la sedación administrando atipamezol (Antisedan, Pfizer, Barcelona, España) vía IM a dosis de 75 µg/kg, y se determinó el éxito del bloqueo mediante la evaluación de la función sensorial y motora de la extremidad bloqueada.

El bloqueo motor se consideró positivo si los animales presentaban déficits propioceptivos o motores e incapacidad de soportar el peso con la extremidad bloqueada. El bloqueo sensorial se consideró clínicamente eficaz cuando la respuesta al dolor profundo estaba ausente. Tras los bloqueos, los animales fueron observados durante 72 horas para determinar posibles complicaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Artículo 1

El PB se visualizó mejor utilizando al abordaje axilar, mientras que los nervios principales del miembro torácico se observaron mejor en el abordaje humeral. Los abordajes utilizados en el presente estudio fueron similares a los descritos para la evaluación del PB en el perro (Guilherme y Benigni, 2008).

La apariencia ecográfica del PB y sus nervios principales en el plano transversal fue la de estructuras hipoecogénicas de forma ovalada o redondeada delimitadas por un borde hiperecogénico. Estos resultados fueron similares a las descripciones previas del PB en perros (Guilherme y Benigni, 2008; Campoy et al., 2010) y medicina humana (Demondion et al., 2003). La apariencia ecográfica de los principales nervios del miembro torácico fue también similar a la apariencia de los NP en perros (Echeverry et al., 2010; Campoy et al., 2010) y gatos (Haro et al., 2011) previamente descrita. Subjetivamente, no se encontraron diferencias entre la apariencia ecográfica del PB en cadáveres frescos y gatos vivos.

En el abordaje axilar, las raíces nerviosas C6, C7, C8 y T1, así como la arteria y vena axilar se observaron como un grupo de estructuras redondeadas hipoecogénicas. La identificación de estas estructuras individualmente fue posible gracias a la comparación de las imágenes ecográficas con las secciones anatómicas. El uso del Doppler se consideró esencial para localizar la arteria y vena axilar, y estas se utilizaron como marcas anatómicas de referencia para identificar las raíces del PB.

En el abordaje humeral medial, se identificaron los ns. radial, mediano y cubital a nivel proximal y medio del húmero. El n. musculocutáneo no se visualizó claramente en ningún abordaje, seguramente debido a su pequeño calibre y a su proximidad al músculo bíceps braquial. La arteria braquial se localizó mediante el uso del Doppler craneal a los ns. mediano y cubital y caudal al n. radial, la cual sirvió como marca anatómica de referencia para

localizar dichos nervios. En todos los gatos, el n. cubital fue la estructura de mayor calibre en este área, similar a lo descrito previamente en perros (Guilherme y Benigni, 2008). Tanto en el estudio anatómico como en el estudio ecográfico, el n. radial se visualizó como un cluster de nervios de pequeño tamaño.

La rama superficial del n. radial se localizó en la cara lateral del húmero distal craneal a la arteria colateral radial, la cual fue fácilmente identificada mediante Doppler. Hallazgos similares se han descrito en el perro (Guilherme y Benigni, 2008).

Artículo 2

El bloqueo del PB a nivel del espacio axilar está recomendado para procedimientos quirúrgicos que afecten el codo y a la parte distal del miembro torácico en el perro (Thurmon y Ko, 1997; Skarda y Tranquilli, 2007). El objetivo del presente estudio fue desarrollar una técnica ecoguiada para el bloqueo el PB a nivel axilar en el gato. Según la bibliografía consultada, este es el primer estudio en investigar el uso de la ecografía para bloquear el PB en el gato.

Para el desarrollo de una técnica ecoguiada válida para el bloqueo del PB en el gato, se estudiaron y compararon dos posiciones diferentes de las extremidades torácicas. Se hicieron dos grupos, en el primer grupo los gatos fueron colocados en decúbito dorsal con las dos miembros torácicos en aducción y situados a ambos lados del cuerpo (técnica FAD). En el segundo

grupo, la extremidad a bloquear se colocó en abducción 90° y el miembro contralateral en aducción al lado del cuerpo (técnica FAB).

La técnica FAD utilizada es similar a la técnica descrita previamente para el BP en el perro, a excepción del hecho de que debido al uso de cadáveres en nuestro estudio, no nos fue posible obtener una posición de “flexión natural” de la extremidad como en la técnica descrita en perros (Campoy et al., 2010). El motivo por el que investigamos una posición diferente (técnica FAB) fue porque, según nuestra experiencia, la técnica FAD resultaba difícil de realizar en gatos debido a su menor tamaño comparado con el perro, y este aumento de la dificultad podía conducir a una mayor tasa de complicaciones.

Mediante el bloqueo efectivo de los ns. axilar, musculocutáneo, radial, mediano y cubital se consigue una analgesia completa del miembro torácico desde encima de la articulación del codo (Futema et al., 2002; Hofmeister et al., 2007, Skarda y Tranquilli, 2007; Nutt, 1962). En el presente estudio, con la técnica FAB se obtuvo la tinción de los ns. axilar, musculocutáneo, radial, mediano y cubital en 100% de los gatos. Sin embargo, con la técnica FAD sólo se consiguió teñir el n. axilar en un 66% de los casos y el n. musculocutáneo en un 83%. No se obtuvo una tinción adecuada de los ns. supraescapular y subescapular con ninguna de las dos técnicas. Dichos nervios inervan principalmente los músculos de la articulación del hombro, por lo que nuestros resultados corroboran el hecho de que el bloqueo del PB mediante el abordaje

axilar no proporciona una analgesia completa para los procedimientos quirúrgicos en el hombro (Bagshaw et al., 2009).

Tanto en medicina humana como en el perro se han descrito complicaciones asociadas al bloqueo del PB, como por ejemplo el bloqueo del nervio frénico homolateral que provoca una hemiparesia diafragmática (Rioja et al., 2012; Stradling et al., 1987; Riazi et al., 2008). En nuestro estudio, la disección anatómica del PB demostró la tinción del n. frénico en el 50% de los gatos mediante la técnica FAD pero no se observó en ningún gato dentro del grupo FAB. Otra complicación asociada con la técnica FAD fue la punción de la v. yugular. Del mismo modo, no se produjo ninguna punción yugular en los gatos de grupo FAB, esto se debió probablemente a que en la técnica FAB, al posicionar la extremidad a bloquear en abducción 90°, la distancia entre los nervios diana del PB y la vena yugular es mayor y por lo tanto el riesgo de punción es menor.

La TC permitió comprobar que la mayor parte del medio de contraste se distribuyó en el espacio axilar. Sin embargo, en los gatos del grupo FAD una pequeña cantidad de medio de contraste se distribuyó, además, entre los planos musculares del cuello y en el interior de la cavidad torácica. La distribución del medio de contraste o la tinta dentro cavidad torácica se ha descrito previamente en el perro pero, hasta la fecha, la importancia clínica de este hallazgo es desconocida (Rioja et al., 2012).

Artículo 3

En medicina humana, la técnica estándar recomendada para la administración de analgesia locorreional se basa en el uso de la ecografía (Marhofer y Chan, 2007; Kapral et al., 1993; Bagshaw et al., 2009). Las técnicas ecoguiadas ofrecen ventajas importantes en comparación con las técnicas ciegas como la neuroestimulación o el uso de marcas anatómicas de referencia. La visualización directa de los nervios diana y la identificación de las estructuras vasculares mediante Doppler puede reducir la necesidad de múltiples pases de la aguja evitando así el riesgo de laceración neural y vascular (Sites y Brull, 2006; Gray, 2006). Según la bibliografía consultada, existen poca información respecto al uso de las técnicas de bloqueo ecoguiadas en pequeños animales, y particularmente en el gato. Hasta donde sabemos, este es el primer estudio en investigar el uso de la ecografía para el bloqueo del PB en gatos vivos.

El PB fue localizado con éxito en todos los casos mediante ecografía. Se obtuvo un bloqueo del PB eficaz clínicamente en 6/8 gatos (75%), demostrado por un bloqueo motor y sensorial completo. En los 2 gatos restantes (25%), se produjo una distribución subóptima del AL resultando en un bloqueo parcial del PB (sensorial y motor). En uno de estos gatos, la difusión del AL no visualizó mediante ecografía, mientras que en el otro, el inyectado se distribuyó medial y caudal a la arteria axilar. Estos hechos podrían explicar el bloqueo parcial del PB observado en esos gatos.

Las complicaciones potenciales derivadas del bloqueo de PB incluyen: formación de hematomas por laceración vascular, neumotórax, hemiparesia diafragmática (secundaria al bloqueo del n. frénico homolateral), inyección intratorácica y daño nervioso (Mahler y Adogwa, 2008; Ricco et al., 2013). En el artículo 2, el abordaje axilar con el gato en decúbito dorsal y la extremidad a bloquear en abducción 90 °, resultó ser la técnica más segura para bloquear el PB en el gato. Por lo tanto, esta fue la técnica usada en el presente estudio y no se observaron complicaciones en ningún gato.

Las principales limitaciones de este estudio incluyen el bajo número de animales utilizados, y el uso de gatos experimentales que en ocasiones mostraron un comportamiento poco cooperativo, dificultando la evaluación de la eficacia del bloqueo sensorial.

CONCLUSIONES

1. Los abordajes para el estudio ecográfico del plexo braquial y sus componentes incluyeron diferentes zonas: axilar, humeral medial (a tres niveles: proximal, medio, distal) y humeral lateral (a nivel distal).
2. El aspecto ecográfico del plexo braquial a nivel axilar en plano transversal es el de un *cluster* de estructuras ovaladas o redondeadas que se corresponden con las raíces nerviosas C6, C7, C8 y T1. En el abordaje humeral medial se visualizaron los nervios radial, mediano y cubital, y en el abordaje humeral lateral se observó la rama superficial del nervio radial. El aspecto ecográfico en plano transversal de dichos nervios es el de

estructuras hipoecogénicas redondeadas delimitadas por un anillo hiperecogénico. En el plano longitudinal estos nervios se describen como estructuras tubulares hipoecogénicas delimitadas por dos líneas hiperecogénicas.

3. La distribución de la tinta observada alrededor de los nervios de interés tanto en disecciones anatómicas como en criosecciones, así como la diseminación del contraste iodado evaluado por medio de tomografía computarizada, permitió establecer la eficacia de los abordajes evaluados para el bloqueo del plexo braquial.
4. El abordaje axilar con la extremidad a bloquear abducida 90° y la contralateral dirigida caudalmente se consideró óptimo para realizar el bloqueo ecoguiado del plexo braquial en el gato.

7. EXTENDED SUMMARY

7. EXTENDED SUMMARY

INTRODUCTION

Pain management is essential in animals undergoing surgery. The current strategies to control pain are based on a balanced and multimodal approach, which includes the administration of a variety of analgesics with complementary effects, including LA (Trumpatoru et al., 2010). The use of LA to block the transmission of the sensorial input throughout a PN blockade is highly effective to abolish intraoperative nociception (Lemke y Dawson, 2000; Mathews, 2008). Locoregional techniques are also useful to reduce the requirements of anaesthesia during surgery and during the postoperative phase (Trumpatoru et al., 2010; Rioja et al., 2012; Hofmeister et al., 2007; De Marzo et al., 2012).

Peripheral nerve blocks have traditionally been performed using anatomical landmarks or nerve electrostimulation to locate the target nerves (Marhofer y Chan, 2007). Ultrasound-guided techniques are now gaining popularity to facilitate these blocks. Ultrasonographic guidance for locoregional anaesthesia offers several advantages when compared with electrolocation or blind techniques; direct visualisation of the target nerves, may reduce the need for multiple needle passes, thus reducing tissue damage and risk of neural or vascular laceration (Sites y Brull, 2006; Gray, 2006; Williams et al., 2003).; in addition, direct visualisation of the spreading of LA during injection, may increase the precision of the blockade, reducing the volume of LA necessary (Shandu et al., 2006; Casati et al., 2007; Oberndorfer et al., 2007).

Blockade of the BP has been recommended in dogs for surgical procedures carried out on the foot, carpus and elbow, as it produces complete analgesia distally from above the elbow joint (Thurmon y Ko, 1997; Skarda y Tranquilli, 2007; Campoy et al., 2010). However, to the authors' knowledge, information regarding US- guided techniques to block the BP in cats has not been documented yet.

OBJECTIVES

1. To describe ultrasonographic approaches for scanning the brachial plexus and major nerves of the thoracic limb in the cat. To describe and the normal ultrasonographic anatomy and appearance of these nerve structures, and to correlate the obtained ultrasonographic images with the corresponding anatomical dissections and transversal cryosections (article 1).
2. To describe ultrasonographic approaches for the ultrasound guided axillary brachial plexus block in cats (article 2).
3. To assess the usefulness of these ultrasonographic approaches for the blockade of the brachial plexus, by means of injecting ink or contrast around the target nerves establishing the pattern of distribution of the injectate around them, by anatomical dissections, transversal cryosections, ultrasound and computed tomography (article 2).

4. To evaluate the clinical efficacy of the ultrasound guided axillary brachial plexus block in cats (article 3).

MATERIAL AND METHODS

The in vitro study was performed in 37 fresh adult feline cadavers with a mean weight of 3.6 kg (range 2.8 to 4.8 kg). The cadavers were obtained from the Local Zoonoses and Public Health Service and were humanely euthanized for reasons unrelated to thoracic limb lameness on the day of the study. Thirteen adult healthy experimental cats with a mean weight of 4.1 kg (range 3.5 to 5.4 kg) were used to perform the in vivo study. A 4–13 MHz linear array transducer (My Lab 70, Esaote, Barcelona, Spain) was used for all the examinations.

Article 1

Red and blue latex was introduced through the thoracic aorta and the cephalic vein, respectively, in 4 fresh feline cadavers. Anatomic dissections of the BP and major components were performed in these cadavers. In another four cadavers, red coloured latex was introduced through the thoracic aorta. The specimens were frozen at -20°C for 24 hours, and transferred to - 80°C for another 24 hours. Transverse cryosections of the front limb were performed from the spine to the elbow at a thickness of 5 mm. Photographs of both faces of each frozen anatomic slice were taken and used for subsequent comparisons with corresponding ultrasonographic images.

Ultrasonographic examination of BP was performed five fresh cadavers, immediately after euthanasia. The cadavers were positioned in lateral

recumbency with the contralateral thoracic limb abducted. The hair of the caudal part of the neck, thoracic inlet, and thoracic limb were clipped. The skin was cleaned and acoustic coupling gel applied. The BP was scanned from the origin at the level of the intervertebral foramina to the branches of the musculocutaneous, radialis, ulnaris, and medianus nerves at the elbow. This area was divided into axillary and humeral zones in order to standardize the examinations. The humeral zone was divided into three parts: proximal (from the shoulder to the proximal diaphysis), medial (mid-diaphysis area), and distal (from the distal diaphysis to the elbow). The nerves were scanned in transverse and longitudinal planes.

The landmarks to approach the axillary region included the scapulo-humeral joint and lateral aspect of the first rib. The transducer was positioned in the space between the shoulder joint and the sternum, aligned parallel to the vertebral column and the ultrasound beam was directed in a craniodorsal direction.

The humeral area was approached from the scapulohumeral joint to the elbow. The scan was performed on the medial aspect of the humerus at three levels: proximal, middle and distal and distal on the lateral aspect of the humerus. For each approach, the appearance, echogenicity and echotexture of components of the brachial plexus, major nerves, and surrounding structures were recorded.

The “in vivo” ultrasonographic evaluation of the BP was carried out in five healthy experimental cats. The animals were sedated with a combination of medetomidine (Domtor, Pzifer, Barcelona, Spain) 30 µg/kg, butorphanol (Torbugesic, Fort Dodge, Barcelona, Spain) 0.2 mg/kg, and ketamine (Ketased,

Fort Dodge, Barcelona, Spain) 4 mg/kg administered intramuscularly. The US protocol used for this study was the same as the one described in the second study above. In addition, Doppler ultrasound was used to identify the blood vessels and to distinguish arteries from veins.

Article 2

A total of 24 fresh intact adult cadaver cats were employed in this study to evaluate two different forelimb positions to block the BP. The animals were randomly divided into two groups (12/12). Nine animals of each group were employed in order to study the distribution of injectate in the BP by means of an anatomical study, and the remaining three animals were subjected to a CT study. The cats in the first group were placed in dorsal recumbency with both forelimbs adducted (thoracic limbs flexed and orientated caudally) (FAD technique). The cats in the second grupo were positioned with the forelimb to be blocked abducted 90° and the other one adducted to the side (FAB technique).

The axillary area was scanned in all cases with the transducer positioned parallel to the spine and the orientation marker directed cranially. A a depth of 2 cm was employed to perform these scans. Once the nerve roots of the BP were identified, a non-traumatic peripheral nerve block needle (Stimuplex D 0.71 × 40 mm 30°; B Braun Melsungen AG) was inserted craniomedial to the shoulder joint and then advanced in a cranial to caudal direction. The needle was inserted in-plane with respect to the ultrasound transducer. The tip of the needle was positioned in the most caudal aspect of the BP, and 1 ml of dye solution obtained from mixing 0.5 ml of blue ink and 0.5 ml of saline solution

was injected along to the medial aspect of the entire BP as the needle was being progressively withdrawn in a caudal to cranial direction.

For the CT study, 1 ml of iodinated contrast medium (150 mg/ml) obtained by mixing iohexol 300 mg/ml (Omnitracst 300; Bayer) and saline solution (1:1 ratio) was injected as described above.

Article 3

Eight adult experimental male cats were employed to test the BP blockade technique developed in Article 2. Cats were sedated by IM administration of medetomidine (Domtor; Pfizer, Barcelona, Spain) 30 µg/kg and butorphanol (Turbogesic; Fort Dodge, Barcelona, Spain) 0.2 mg/ kg.

The animals were placed in dorsal recumbency with the limb to be blocked abducted 90° as previously described in Article 2. The hair of the axillary area was clipped and the skin aseptically prepared. A surgical blade (11 Sovereign; Paramount Surgimed, Hannover, Germany) was employed to perform a stab skin incision of a length of 2 mm, approximately at 1 cm medially from the scapulohumeral joint. Then, a non-traumatic peripheral nerve block stimulating needle (Stimuplex D 0.71 • 50 mm 30°; B Braun Melsungen AG) was introduced and advanced in a cranial to caudal direction. The needle was inserted in-plane with respect to the ultrasound transducer. The tip of the needle was positioned medial to the axillary artery, which was depicted using Doppler color. Lidocaine 1% (0.4ml/kg) was injected along to the medial aspect of the BP as the needle was being progressively withdrawn in a caudal to cranial direction. Sedation was antagonized with atipamezol (75 µg/ kg) administered IM immediately after the blocks.

The success of the BP blockade was determined by the assessment of the motor and sensory function. Motor blockade was considered positive if motor or proprioceptive deficits were present and the cat was unable to bear weight with that forelimb. Sensory blockade was considered clinically effective when response to deep pain was absent. The animals were evaluated for 72 hours to determine complications after the blocks.

RESULTS AND DISCUSSION

Article 1

The BP was best visualized using an axillary approach, while the major nerves of the thoracic limb were best visualized using a humeral approach. The US approaches tested in our study were similar to those described for evaluation of the BP in the dog (Guilherme y Benigni, 2008).

The ultrasonographic appearance of the BP and its major nerves on transversal images was as oval-shaped hypoechoic structures surrounded by a hyperechoic rim. These findings were similar to previous descriptions of the BP in dogs (Guilherme y Benigni, 2008; Campoy et al., 2010) and humans (Demondion et al., 2003). The appearance of the major nerves was also similar to previous descriptions of peripheral nerves reported in cats (Haro et al., 2011) and dogs (Echeverry et al., 2010; Campoy et al., 2010). There were no subjective differences between the ultrasonographic appearance of the BP in fresh cadavers and living cats.

Using the axillary approach, the C6, C7, C8, and T1 nerve roots of the BP, as well as the axillaris artery and vein appeared as a cluster of hypoechoic round structures. Identification of individual structures was possible mainly by

comparing the ultrasonographic images with the anatomic sections. The use of color or power Doppler modes was considered essential to localize the axillary artery and vein, so that they could be used as landmarks for precisely identifying the BP just above the scalenus muscles.

Using the medial humeral approach, the radialis, medianus, and ulnaris ns. were readily identified in the proximal and mid-humerus areas. The musculocutaneous n. was not clearly visualized since it was thin and closely related to the biceps brachialis muscle. The brachialis artery was localized by color Doppler ultrasonography cranial to the medianus and ulnaris ns., and caudal to the radialis n. This artery was an important landmark for locating these nerves. In all cats, the ulnaris n. was consistently the largest n. structure in this area. The same finding has been reported in dogs (Guilherme y Benigni, 2008). The radialis n. was observed as a cluster of very small nerve components in both the anatomic and ultrasound studies of our cats.

The superficial branch of the radialis n. was easily seen on the lateral aspect of the distal humerus cranial to the collateralis radialis artery. This artery was also easily identified by using color Doppler ultrasound and was considered an important landmark for localizing this nerve. Similar findings have been described in dogs (Guilherme y Benigni, 2008).

Article 2

Blocking of the BP at the axillary approach is used for anaesthesia or analgesia during orthopaedic procedures of the elbow and distal parts of the forelimbs in dogs (Thurmon y Ko, 1997; Skarda y Tranquilli, 2007). The aim of this study was to validate an optimal US-guided technique to block the BP in the

cat, studying its feasibility and accuracy by means of anatomical and CT studies. To our knowledge, this is the first study to investigate the use of US guidance to block the BP in the cat.

For the development of a BP blocking technique in cats, the effect of two different positions of the extremities to block was compared. Cats were positioned in dorsal recumbency with both forelimbs adducted to the side (FAD technique) or with the forelimb to be blocked abducted 90° and the other one adducted to the side (FAB technique).

The FAD technique used in our study was similar to that described for dogs, except that by using cadavers it was not possible to get a 'naturally flexed' position of the limb (Campoy et al., 2010). The reason for investigating a different position (FAB technique) was that, in our experience, the FAD technique was difficult to perform in cats due to their smaller size, and, the increased difficulty may lead to a higher rate of complications.

Complete analgesia of the forelimb distally from above the elbow joint is achieved by the effective blockade of the axillaris, musculocutaneous, radialis, medianus and ulnaris ns. (Futema et al., 2002; Hofmeister et al., 2007; Skarda y Tranquilli, 2007; Nutt, 1962). In the present study, the FAB technique achieved staining of the axillaris, musculocutaneous, radialis, medianus and ulnaris ns. in 100% of cats. However, the axillaris n. was stained in 66% and musculocutaneous nerve in 83% of the cases by the use of the FAD technique. Suprascapularis and subscapulares ns. were inconsistently stained with both techniques. These nerves primarily supply the muscles involving the shoulder joint so these results support the fact that BP blockade by an axillary approach

cannot provide complete analgesia during procedures involving the shoulder (Bagshaw et al., 2009).

Complications of BP blocks such as diaphragmatic hemiparesis have been described in humans and also in dogs (Rioja et al., 2012; Stradling et al., 1987; Riazi et al., 2008). In our study, the gross dissection of the BP showed that the phrenicus n. was stained in 50% of the cats using the FAD technique but it was not observed in any cat within the FAB group. In the present study, jugular puncture was found as a complication associated with the FAD technique. No jugular puncture was observed in the FAB group, probably because the abducted 90° positioning of the forelimb to be blocked increases the distance between the target nerves of the BP and the jugular vein. In the CT study, most of the contrast medium was observed within the axillary space. However, some contrast medium was observed within the fascial planes of the neck as well as inside the thoracic cavity in cats of the FAD group. The presence of staining inside the thoracic cavity was also reported in a previous study conducted in dogs, although the clinical significance of this finding remains unclear (Rioja et al., 2012).

Article 3

In human medicine, ultrasound guidance is the standard of care for administration of locoregional analgesia (Marhofer y Chan, 2007; Kapral et al., 1993; Bagshaw et al., 2009). Ultrasonographic guidance offers an important advantage when compared with electro-location or the use of anatomical landmarks; direct visualization of the target nerves and accurate localization of the vascular structures by the use of Doppler may reduce the need for multiple needle passes thus avoiding the risk of nerve and vascular laceration (Sites y

Brull, 2006; Gray, 2006). There is still scarce information regarding the use of US-guided techniques to carry out these blocks in small animals, more particularly in felines. To our knowledge, this is the first study to investigate the use of US guidance to block the BP in live cats.

Results from this study showed that the BP was successfully located by US in all cases, and that the BP block was clinically effective in 6/8 cats (75%) as a complete motor and sensory blockade were achieved. In the remaining 2 cats (25%), in spite of the suboptimal spreading of LA, a partial BP blockade (sensory and motor) was present. In one cat, the spreading of LA could not be observed by ultrasound, while in the other the injectate travelled medial and caudal to the axillary artery. These findings may explain the partial BP blockade observed in those cats.

Possible complications following a BP block include haematoma due to vessel laceration or puncture, pneumothorax, diaphragmatic hemiparesis (secondary to phrenic n. block), intrathoracic injection and nerve damage (Mahler y Adogwa, 2008; Ricco et al., 2013). In the article 2, the axillary approach with the cat in dorsal recumbency and with the forelimb to be blocked abducted 90° was found to be the safest technique to block the BP. In the present study, the axillary approach described in article 2 was used and no complications related to the BP blockade technique employed here were observed in any cat.

The main limitations of this study include the low number of animals enrolled in the experience, and the use of experimental cats which exhibited at

times an uncooperative behavior, thus, limiting the final number of dermatomes that could be reliably assessed to evaluate the efficacy of the sensitive block.

CONCLUSIONS

1. The approaches for the scanning the BP and its components include: axillary, medial humeral (at three levels: proximal, middle, distal) and lateral humeral (distal).

2. The sonographic appearance of BP at the axillary level on transverse plane was a cluster of oval to rounded structures that correspond to nerve roots C6, C7, C8 and T1. In the medial humeral approach, the radial, median and ulnar nerves were displayed, and in the lateral humeral approach the superficial branch of the radial nerve was depicted. The sonographic appearance of these nerves on transverse plane was rounded hypoechoic structures delimited by a hyperechoic ring. On longitudinal plane, these nerves appeared as tubular hypoechoic structures delimited by two hyperechoic lines.

3. The pattern of distribution of the ink, observed in the gross anatomical dissections and transversal cryosections, as well as the spreading of the contrast evaluated by the use of computed tomography, allowed to establish the efficacy of the ultrasonographic approaches developed in this study for the blockade of the BP.

4. The axillary approach with the limb to be block abducted 90° and the contralateral limb directed caudally was considered optimal for performing ultrasound-guided brachial plexus block in the cat.

8. BIBLIOGRAFÍA

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Abrahams MS, Aziz MF, Fu RF, et al. **Ultrasound guidance compared with electrical neurostimulation for peripheral nerve block: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials.** *Br J Anaesthe* 2009; 102: 408-417.
2. Alexander K, Dobson H. **Ultrasonography of peripheral nerves in the normal adult horse.** *Vet Radiol Ultrasound* 2003; 44: 456-464.
3. Ansón A, Gil F, Laredo FG, et al. **A correlative ultrasound anatomy of the feline brachial plexus and major nerves of the thoracic limb.** *Vet Radiol Ultrasound* 2013; 54: 185–193.
4. Anson A, Laredo FG, Gil F, et al. **Comparison of two techniques for ultrasound-guided axillary brachial plexus blockade in cats.** *J Feline Med Surg* 2015; 17: 476-85.
5. Bagshaw HS, Larenza MP, Seiler GS. **A technique for ultrasound-guided paravertebral brachial plexus injections in dogs.** *Vet Radiol Ultrasound* 2009; 50: 649-54.
6. Campoy L, Bezuidenhout AJ, Gleed RD, et al. **Ultrasound-guided approach for axillary brachial plexus, femoral nerve, and sciatic nerve blocks in dogs.** *Vet Anaesth Analg* 2010; 37: 144-153.
7. Campoy L, Martin-Flores M, Looney AL, et al. **Distribution of a lidocaine-methylene blue solution staining in brachial plexus, lumbar plexus and sciatic nerve blocks in the dog.** *Vet Anaesth Analg* 2008; 35: 348–354.

8. Campoy, L., Read, M. **Small Animal Regional Anesthesia and Analgesia.** 2013. Editorial Wiley- Blackwell. Ames, IA.
9. Casati A, Baciarello M, Di Cianni S, et al. **Effects of ultra- sound guidance on the minimum effective anaesthetic volume required to block the femoral nerve.** *Br J Anaesth* 2007; 98: 823–827.
10. Chadwick HS. **Toxicity and resuscitation in lidocaine- or bupivacaine- infused cats.** *Anesthesiology* 1985; 63: 385-90.
11. Chiou HE, Chou YH, Chen, SP, et al. **Cubital tunnel syndrome: Diagnosis by high-resolution ultrasonography.** *Journal of Ultrasound in Medicine* 1998; 17: 643-648.
12. Costa-Farre C, Blanch XS, Cruz JI, et al. **Ultrasound guidance for the performance of sciatic and saphenous nerve blocks in dogs.** *Vet J* 2011; 187: 221–224.
13. Court MH, Grenblatt DJ. **Molecular basis for deficient acetaminophen glucuronidation in cats.** *Biochem Pharmacol* 1997; 53: 1041-1047.
14. Crouch JE. **Text atlas of cat anatomy.** 1969. Editorial Lea & Febiger. Philadelphia.
15. De Carlos JM, Viamonte MA. **Pharmacology of local anaesthetics.** *Anales Sis San Navarra* 1999; 22: 11-18.
16. De Marzo C, Crovace A, De Monte V, et al. **Comparison of intra-operative analgesia provided by intravenous regional anesthesia or brachial**

- plexus block for pancarpal arthrodesis in dogs.** *Res Vet Sci* 2012; 93: 1493-7.
17. Demondion X, Herbinet P, Boutry N, et al. **Sonographic mapping of the normal brachial plexus.** *Am J Neuroradiol* 2003;24: 1303–1309.
18. Echeverry DF, Gil F, Laredo F, et al. **Ultrasound-guided block of the sciatic and femoral nerves in dogs: A descriptive study.** *Vet J* 2010; 186: 210–215.
19. Echeverry DF, Laredo FG, Gil F, et al. **Ventral ultrasound-guided suprainguinal approach to block the femoral nerve in the dog.** *Vet J* 2012; 192: 333–337.
20. Epstein M, Rodan I, Griffenhagen G, et al. AAHA/AAFP pain management guidelines for dogs and cats. *J Am Anim Hosp Assoc* 2015; 51:67–84
21. Freitas PM, Lima PCA, Mota FCD, et al. **Comparison between the use of 0.25 % and 0.75 % bupivacaine solution for the brachial plexus blockade in cats.** *Ars Veterinaria* 2002; 18: 218-222.
22. Futema F, Tabacchi-Fantoni D, Auler JOC, Jr, et al. **A new brachial plexus block technique in dogs.** *Vet Anesth Analg* 2002; 29: 133–139.
23. Gray AT. **Ultrasound-guided regional anesthesia: current state of the art.** *Anesthesiology* 2006; 104: 368-373.
24. Guilherme S, Benigni L. **Ultrasonographic anatomy of the brachial plexus and major nerves of the canine thoracic limb.** *Vet Radiol Ultrasound* 2008;6: 577–583.

25. Haro P, Laredo F, Gil F, et al. **Ultrasound-guided block of the feline sciatic nerve.** *J Feline Med Surg* 2012; 14: 545-551.
26. Haro P, Laredo F, Gil F, et al. **Ultrasound-guided dorsal approach for the femoral nerve blockade in cats: An imaging study.** *J Feline Med Surg* 2013; 15: 91-98.
27. Harrison BM. *Dissección del gato: un manual de laboratorio sobre el Felis domestic.* 1969. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
28. Hellyer P, Rodan I, Brunt J, et al. **AAHA/AAFP pain management guidelines for dogs and cats.** *J Feline Med Surg* 2007; 9: 466-480.
29. Hofmeister EH, Kent M, Read MR. **Paravertebral block for forelimb anesthesia in the dog- an anatomic study.** *Vet Anaesth Analg* 2007; 34: 139–142.
30. Hurlé MA. **Anestésicos locales.** En: *Farmacología humana.* 6ª edición. 2014. Editorial Elsevier, España.
31. Kapral S, Janrasits O, Schaberning C, et al. **Lateral infraclavicular plexus block vs. axillary block for hand and forearm surgery.** *Acta Anaesthesiol Scand* 1993; 43: 1047-52.
32. Kimura Y, Kamada Y, Kimura A, et al. **Ropivacaine-induced toxicity with overdose suspected after axillary brachial plexus block.** *J Anesth* 2007; 21: 413–416.

33. König HE, Liebich H-G. **Anatomía de los animales domésticos. Texto y atlas en color. Tomo 2: Órganos, Sistema Circulatorio y Sistema Nervioso.** 2005. Editorial Médica Panamericana. España.
34. Kumar PA, Gentry WB and Arora H. **Ultrasound guidance in regional anaesthesia.** *J Anaesthesiol Clin Pharmacol* 2007; 23: 121–128.
35. La Grange P, Foster PA, Pretorius LK. **Application of the doppler ultrasound bloodflow detector in supraclavicular brachial plexus block.** *Br J Anaesth* 1978; 50: 965-7.
36. Lawal FM, Adetunji A. **A comparison of epidural anaesthesia with lignocaine, bupivacaine and a lignocaine-bupivacaine mixture in cats.** *J S Afr Vet Assoc* 2009; 80: 243-6.
37. Lemke KA. **Understanding the pathophysiology of perioperative pain.** *Can Vet J* 2004; 45: 405–413.
38. Lemke KA and Creighton CM. **Paravertebral blockade of the brachial plexus in dogs.** *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2008; 8: 1231–1241.
39. Lemke KA, Dawson SD. **Local and regional anesthesia.** *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2000; 30: 839–857.
40. Liu SS, Ngeow J, John RS. **Evidence basis for ultrasound-guided block characteristics: onset, quality, and duration.** *Reg Anesth Pain Med* 2010; 35 Suppl 2: S26-35.
41. Mahler SP, Adogwa AO. **Anatomical and experimental studies of brachial plexus, sciatic, and femoral nerve location using peripheral nerve stimulation in the dog.** *Vet Anaesth Analg* 2008; 35: 80-89.

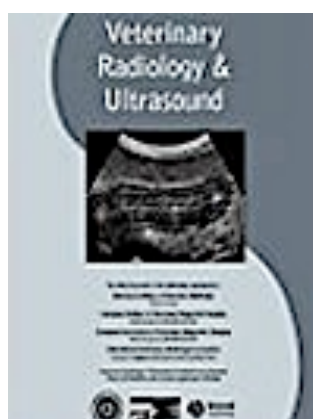
42. Marhofer P, Greher M, Kapral S. **Ultrasound guidance in regional anaesthesia.** *Br J Anaesth* 2005; 94: 7–17.
43. Marhofer P, Chan VW. **Ultrasound-guided regional anesthesia: current concepts and future trends.** *Anesth Analg* 2007; 104: 1265-9.
44. Mathews KA. **Neuropathic Pain in Dogs and Cats: If Only They Could Tell Us If They Hurt.** *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2008; 38: 1365-1414.
45. Mencialha R, Fernandes N, dos Santos Sousa CA, et al. **A cadaveric study to determine the minimum volume of methylene blue to completely color the nerves of brachial plexus in cats. An update in forelimb and shoulder surgeries.** *Acta Cir Bras* 2014; 29: 382-8.
46. Mosing M, Reich H, Moens Y. **Clinical evaluation of the anaesthetic sparing of brachial plexus block in cats.** *Vet Anaesth Analg* 2010; 37: 154-61.
47. Movafegh A, Razazian M, Hajimaohamadi F, et al. **Dexamethasone added to lidocaine prolongs axillary brachial plexus blockade.** *Anesth Analg* 2006; 102: 263-7.
48. Muir W, Woolf C. **Mechanisms of pain and their therapeutic implications.** *J Am Vet Med Assoc* 2001; 219:1346- 56.
49. Nickel R, Schummer A, Seiferle, E. **Trattato di anatomia degli animali domestici, IV: Sistema Nervoso Ghiandole Endocrine, Organi di Senso.** 1988. Casa Editrice Ambrosiana (Milano).

50. Nutt P. **Brachial plexus analgesia in the dog.** *Vet Rec* 1962; 74: 874–876.
51. Oberndorfer U, Marhofer P, Bosenberg A, et al. **Ultrasonographic guidance for sciatic and femoral nerve blocks in children.** *Br J Anaesth* 2007; 98: 797–801.
52. Rasmussen LM, Lipowitz AJ, Graham LF. **Development and verification of saphenous, tibial and common peroneal nerve block techniques for analgesia below the thigh in the nonchondrodystrophoid dog.** *Vet Anaesth Analg* 2006 ; 33 : 36–48.
53. Riazi S, Carmichael N, Awad I, et al. **Effect of local anaesthetic volume (20 vs 5 ml) on the efficacy and respiratory consequences of ultrasound-guided interscalene brachial plexus block.** *Br J Anaesth* 2008; 101: 549–556.
54. Ricco Ac, Shih A, Killos M, et al. **Different volumes of injectate using electrostimulator and blinded techniques for brachial plexus block in dogs.** *Vet Rec* 2013; 173: 608-611.
55. Rioja E, Sinclair M, Chalmers H, et al. **Comparison of three techniques for paravertebral brachial plexus blockade in dogs.** *Vet Anaesth Analg* 2012; 39: 190–200.
56. Robertson SA, Taylor PM. **Pain management in cats - past, present and future. Part 2. Treatment of pain - clinical pharmacology.** *J Feline Med Surg* 2004; 6: 321-333.
57. Romera E, Perena M, Rodrigo M. Neurofisiología del dolor. *Rev Soc Esp Dolor* 2000; 7: 11-17.

58. Sandhu NS. **Ultrasound imaging of brachial plexus.** *Anesthesiology.* 2004;100(5):1325-6.
59. Sandhu NS, Bahniwal CS and Capan LM. **Feasibility of an infraclavicular block with a reduced volume of lidocaine with sonographic guidance.** *J Ultrasound Med* 2006; 25: 51– 56.
60. Sandoval J. *Tratado de Anatomía Veterinaria Tomo II: Aparato Locomotor.* 3ª edición. 1998. Editorial Valdelafuente, León, España.
61. Shilo Y, Pascoe, PJ and Cissell D, et al. **Ultrasound-guided nerve blocks of the pelvic limb in dogs.** *Vet Anaesth Analg* 2010; 37: 460–470.
62. Sisson S, Grossman JD. **Anatomía de los animales domésticos.** Tomo II. 5ª edición. 1985. Editorial Masson.
63. Sites BD, Brull R. **Ultrasound guidance in peripheral regional anesthesia: philosophy, evidence-based medicine, and techniques.** *Curr Opin Anaesthesiol* 2006; 19: 630-9.
64. Skarda RD. **Local and regional anesthesia in ruminants and swine.** *Vet Clin North Am* 1996; 12: 579-626.
65. Skarda RT and Tranquilli WJ. **Local anesthetics.** In: Tranquilli WJ, Thurmon JC and Grim KA (eds). *Lumb Jones' veterinary anesthesia and analgesia.* 4th ed. Ames: Black- well Publishing, 2007, pp 395–418.
66. Stoelting R, Hillier SC. **Pharmacology and Physiology of Anesthetic Practice.** 4th edn. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 2006.

67. Stradling JR, Kozar LF, Dark J, et al. **Effect of acute diaphragm paralysis on ventilation in awake and sleeping dogs.** *Am Rev Respir Dis* 1987; 136: 633–637.
68. Thurmon JC and Ko JCH. Anesthesia and chemical restraint. In: Greenough PR and Weaver AD (eds). *Lameness in cattle*. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders, 1997, pp 41–55.
69. Trumpatori BJ, Carter JE, Hash J, et al. **Evaluation of a midhumeral block of the radial, ulnar, musculocutaneous and median (RUMM block) nerves for analgesia of the distal aspect of the thoracic limb in dogs.** *Vet Surg* 2010; 39: 785–796.
70. Williams SR, Chouinard P, Arcand G, et al. **Ultrasound guidance speeds execution and improves the quality of supraclavicular block.** *Anesth Analg* 2003; 97: 1518–1523.

9. APÉNDICE



ISI Web of KnowledgeSM

Journal Citation Reports[®] 2013 JCR Science Edition

Abbreviated Journal Title <i>(linked to journal information)</i>	ISSN	JCR Data [↓]						Eigenfactor [®] Metrics [↓]	
		Total Cites	Impact Factor	5-Year Impact Factor	Immediacy Index	Articles	Cited Half-life	Eigenfactor [®] Score	Article Influence [®] Score
VET_RADIOL_ULTRASOUN	1058-8183	2009	1.262	1.214	0.192	78	8.7	0.00264	0.289

Journal of Feline Medicine and Surgery



ISI Web of KnowledgeSM

Journal Citation Reports[®]

2014 JCR Science Edition

Abbreviated Journal Title <i>(linked to journal information)</i>	ISSN	JCR Data [↓]						Eigenfactor [®] Metrics [↓]	
		Total Cites	Impact Factor	5-Year Impact Factor	Immediacy Index	Articles	Cited Half-life	Eigenfactor [®] Score	Article Influence [®] Score
J.FELINE.MED.SURG	1098-612X	1785	1.156	1.517	0.228	127	5.4	0.00456	0.412

