

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
INSTITUTO DE CIENCIAS CLÍNICAS VETERINARIAS

**ESTUDIO MORFOMÉTRICO DEL LIGAMENTO CRUZADO CRANEAL A
TRAVÉS DE ECOGRAFÍA Y DISECCIÓN DE LA ARTICULACIÓN FÉMORO-
TIBIO-ROTULIANA EN PERROS.**

Memoria de Título presentada como parte de
los requisitos para optar al TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO.

DIANNE MICHELLE MARIE POMBET MALDONADO

VALDIVIA-CHILE

2008

PROFESOR PATROCINANTE

Dr. Marcelo Mieres L.

Firma

PROFESOR COPATROCINANTE

Dr. Leonel Cardona R.



Firma

PROFESOR COLABORADOR

Dr. Marcelo Gómez J.

Firma

PROFESORES CALIFICADORES

Dr. Leonardo Vargas P.

Firma

Dr. Marcelo Ratto F.

Firma

FECHA DE APROBACIÓN: 15 de julio de 2008

A mis padres por su eterno amor.

ÍNDICE

Capítulo	Página
1. RESUMEN.....	1
2. SUMMARY.....	2
3. INTRODUCCIÓN.....	3
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	9
5. RESULTADOS.....	15
6. DISCUSIÓN.....	24
7. REFERENCIAS.....	27
8. ANEXOS.....	30
9. AGRADECIMIENTOS.....	37

1. RESUMEN

En el presente estudio se describió y determinó la morfometría del ligamento cruzado craneal (LCCr) utilizando como métodos de evaluación la ecografía y disección de la articulación fémoro-tibio-rotuliana (AFTR) en 15 perros (*Canis lupus familiaris*) sanos, pertenecientes al programa de eutanasia voluntaria del Servicio de Salud Provincial de Valdivia.

Se descartó la presencia de patologías articulares mediante signología clínica y pruebas de cajón anterior para luego realizar radiografía a las AFTRs. Una vez realizada la eutanasia se realizó la evaluación ecográfica en Modo B, con un transductor de 7,5 MHz, tras inyección de solución salina intra-articular, por medio de un corte transversal y uno longitudinal. De éstos se obtuvo longitud, ancho y perímetro del LCCr. Seguido a esto se realizó disección de las articulaciones y se obtuvieron las medidas de longitud, ancho y perímetro.

El LCCr se observó como una estructura hiperecogénica en su porción media a través de un corte longitudinal e hipoecogénico en un corte transversal, ambos en ubicación infrarotuliana. La inserción y el origen del ligamento se observaron anecogénicos.

La información recopilada a través de ecografía y disección fue procesada mediante el programa Microsoft Excel 2003 y Statistix 8.0.

No hubo diferencia significativa ($P < 0,05$) entre las mediciones ecográficas y de disección entre las articulaciones AFTRs derecha e izquierda. Existió un alto grado de correlación entre las mediciones anatómicas y ultrasonográficas.

Se puede concluir que la ecografía puede ser utilizada como método complementario de evaluación del LCCr en perros vivos.

Palabras claves: ultrasonido, ruptura ligamento cruzado craneal, perros.

2. SUMMARY

MORPHOMETRIC STUDY OF THE CRANIAL CRUCIATE LIGAMENT THROUGH ULTRASONOGRAFY AND GROSS SECTION OF THE STIFLE IN DOGS.

In the present study, morphometry of the cranial cruciate ligament (CrCl) have described and determined using as methods of evaluation the echography and gross section of the stifle joint on 15 healthy dogs (*Canis lupus familiaris*) from the voluntary euthanasia program of the Servicio de Salud Valdivia.

Any articular pathology was discarded using clinical signology history and anterior drawer test and afterwards radiography of stifle joint were taken. After euthanased the dogs an intra-articular saline solution was injected and then the echography evaluation on B-Mode was made with a 7,5 MHz transducer, using transversal and longitudinal sections to mesure length, width and perimeter of the CrCL. Gross section of the joint and measures of length, width and perimeter were obtained.

The CrCL was observed as a hyperecogenic structure on its middle portion in a longitudinal sections and hipoecogenic in a transversal sections, both infrapatella measured. The insertion and the origin of the ligament were observed as anechogenic.

Information compiled throughout echography and dissection was processed using Microsoft Excel 2003 and Statistix 8.0.

There was no significant difference ($P>0,05$) between echography and dissection measurements on left and right femoral-tibial-rotulian articulation. There was a high level of correlation between anatomic and ultrasonographic measurements.

In conclusion the ultrasonography technique can be used as a complementary method of CrCL evaluation on live dogs.

Key words: ultrasound, cranial cruciate ligament, dogs.

3. INTRODUCCIÓN

3.1. ANTECEDENTES GENERALES

La articulación fémoro-tibio-rotuliana (AFTR) es una articulación en bisagra cuyos movimientos libres se limitan a la flexión y extensión. Los cóndilos femorales ruedan sobre los meniscos y éstos a su vez se deslizan sobre la plataforma tibial, cranealmente a la extensión y caudalmente a la flexión (Dyce y col 2003).

La AFTR está constituida por el fémur, la tibia, la rótula y el peroné que constituyen las articulaciones fémorotibial, fémororotuliana y tibiofibular proximal (Evans y DeLahunta 1997, Dyce y col 2003, Liebich y König 2005).

Las estructuras óseas que la constituyen se estabilizan mediante los ligamentos tibiofemorales que corresponden a los ligamentos colaterales y cruzados.

El ligamento colateral medial (LCM) se extiende desde el epicóndilo medial del fémur hasta el lado medial de la tibia, distal al cóndilo medial. El ligamento colateral lateral (LCL) se extiende desde el epicóndilo lateral del fémur sobre el tendón de origen del músculo poplíteo hasta la cabeza de la fíbula y el cóndilo lateral de la tibia (Shively 1993, Evans y DeLahunta 1997).

El ligamento cruzado craneal (LCCr) se origina sobre la cara caudomedial del cóndilo femoral lateral y se inserta a nivel central sobre el platillo tibial, caudal al ligamento intermeniscal craneal, el ligamento cruzado caudal (LCC) se origina en la cara cráneo lateral del cóndilo femoral medial y se inserta sobre la porción caudomedial del platillo tibial y la porción medial de la escotadura poplíteo (Shively 1993, Evans y DeLahunta 1997, Dueland 2000, Zolezzi 2007).

La articulación fémorotibial posee dos meniscos fibrocartilaginosos interpuestos entre los cóndilos femorales y tibiales, éstos compensan las incongruencias de las superficies articulares (Dyce y col 2003, König y Liebich 2005).

La membrana sinovial se fija alrededor de la periferia de las superficies articulares y de los meniscos. Cubre los ligamentos cruzados y establece una separación entre la unión fémorotibial medial y lateral manteniendo una comunicación libre entre los compartimientos sinoviales (Dyce y col 2003). La AFTR está dividida en tres sacos articulares, el fémorotibial lateral, fémorotibial medial y fémororotuliano (Shively 1993).

3.2. PATOLOGÍAS MÁS FRECUENTES

Dentro de las patologías más frecuentes que afectan la AFTR están la luxación medial o lateral de la rótula (Shively 1993, Dueland 2000), ruptura de ligamentos fémorotibiales, avulsión de la tuberosidad tibial y el tendón extensor digital largo, artropatías como osteoartritis, artritis efusiva idiopática, osteocondrosis y osteocondritis disecante (Lee 1999).

3.3. CONSIDERACIONES GENERALES DEL LCCR

El LCCR es uno de los ligamentos tibiofemorales (Evans y DeLahunta 1997). Se divide en dos bandas las cuales tienen diferentes puntos de inserción sobre la meseta tibial. La banda cráneo-medial se mantiene tensa durante flexión y extensión de la AFTR a diferencia de la banda caudolateral que está tensa en extensión y laxa en flexión. Los ligamentos cruzados limitan la rotación interna de la tibia en relación al fémur durante la flexión de la articulación y determinan el grado de sostén varo-valgo (Hulse y Johnson 1999).

3.4 RUPTURA DEL LIGAMENTO CRUZADO CRANEAL

3.4.1. Etiología

La ruptura del LCCR es una de las patologías ortopédicas que más comúnmente afectan la AFTR en perros (Piermattei y Flo 1999, Macías y col 2002, De Rooster y col 2006, Osmond y col 2006, Shahar y Milgram 2006).

Se describe tras lesión traumática en perros de razas grandes. Esta ocurre más a menudo en perros menores de 4 años. Las lesiones con claudicación crónica y enfermedad articular degenerativa se presentan en animales entre 5 y 7 años de edad. En perros menores de 15 kilos la ruptura del LCCR se presenta en animales mayores de 7 años (Hulse y Shires 1997, Hulse y Johnson 1999).

3.4.2. Patogenia

La fuerza del LCCR se deteriora con la edad y se relaciona con la organización de los haces de fibras y cambios metaplásicos de los elementos celulares. Los desgarros pueden ser completos o parciales, dependiendo de si afecta en conjunto a la porción cráneo-medial y caudolateral o en forma individual (Hulse y Shires 1997). La injuria del LCCR está asociada con la edad, procesos traumáticos, desórdenes vasculares, condición corporal, artropatías inmunomediadas y procesos degenerativos articulares (Hulse y Johnson 1999, Macías y col 2002, Osmond y col 2006).

3.4.3 Signos clínicos

Dentro de las manifestaciones clínicas destacan:

3.4.3.1. Claudicación: Los animales con enfermedad articular suelen presentar un historial de claudicación o alteraciones en la marcha (Taylor 2000).

Existen tres tipos de presentaciones. Claudicación repentina presentan los animales que no soportan el peso del cuerpo o lo hacen parcialmente sobre la extremidad afectada y se caracterizan por presentar ruptura aguda del LCCr (Hulse y Shires 1997, Hulse y Jonson 1999). Estos pacientes son tímidos a la exploración clínica pero presentan dolor leve o ausente, la efusión articular puede palpase adyacente al tendón rotuliano (Hulse y Johnson 1999).

Claudicación intermitente presentan aquellos pacientes con desarrollo de enfermedad articular degenerativa en caso de ruptura crónica del ligamento (Hulse y Shires 1997, Hulse y Johnson 1999). Estos pacientes presentan atrofia muscular del muslo y la crepitación de la articulación es evidente al flexionarla y extenderla (Hulse y Johnson 1999).

Claudicación leve y que se resuelve con el reposo presentan aquellos animales con ruptura parcial del LCCr, con posterioridad a medida que continúa el desgarramiento del ligamento la articulación es más inestable empeorando los cambios degenerativos y aumentando la gravedad de la claudicación que no se resuelve con el reposo (Hulse y Johnson 1999).

El desgarramiento de la banda caudolateral no genera inestabilidad articular, ya que la banda cráneoomedial intacta está tensa durante la flexión y extensión de ésta. Si se daña solo la banda cráneoomedial la articulación es estable en extensión ya que la banda caudolateral se tensa durante la extensión pero durante la flexión se evidencia inestabilidad (Hulse y Johnson 1999).

3.4.3.2. Dolor: Ante dolor intenso el animal puede negarse a caminar, moverse o pararse, lo que dificulta la diferenciación entre un proceso articular y procesos musculoesqueléticos o neurológicos (Taylor 2000). Las articulaciones afectadas se presentan flexionadas o extendidas, hay alteración en el movimiento, dolor articular y crepitación lo que sugiere desgaste articular, presencia de osteofitos o cambios periarticulares (Taylor 2000).

3.5. MÉTODOS DIAGNÓSTICOS

Al llegar un paciente con sospecha de patología articular se debe realizar una evaluación ortopédica completa que conste de la palpación del tendón rotuliano, realizar movimientos suaves de rotación medial y lateral con la pierna en extensión y en flexión. Posteriormente realizar el test de cajón anterior y el de compresión tibial, los que indicarán lesión del LCCr (Dueland 2000).

3.5.1. Test de cajón anterior

El movimiento de cajón anterior es diagnóstico de ruptura de LCCr. Ésta se lleva a cabo con el paciente en decúbito lateral, el examinador coloca el dedo índice y pulgar de una mano sobre el fémur, el pulgar debe estar detrás del peroné y el índice sobre la rótula, los restantes dedos cubren el muslo. La otra mano se coloca sobre la tibia con el pulgar sobre la cabeza fibular y el índice sobre la cresta tibial, el resto de los dedos cubren la tibia. Esta mano desplaza suavemente la tibia hacia craneal y caudal en relación al fémur (Hazewinkel y Meutstege 1990, Hulse y Johnson 1999). Prueba positiva es aquella en la cual el

desplazamiento craneal corresponde a más de 0-2 mm, la ruptura de ligamento se confirma con la ausencia del freno abrupto en la extensión craneal del movimiento (Hulse y Johnson 1999).

3.5.2. Examen radiográfico

El examen físico suele indicar las articulaciones que se deben radiografiar. Para un examen correcto se deben obtener dos proyecciones, mediolateral y ánteroposterior (Taylor 2000). En las radiografías se obtiene una imagen de los tejidos atravesados perpendicularmente por rayos x, las cuales otorgan una imagen global de la estructura radiografiada de forma rápida (Fritsch y Gerwing 1996).

Para obtener una proyección mediolateral el animal se debe posicionar en decúbito lateral con la extremidad a radiografiar apoyada en la mesa, fijar la extremidad contralateral en abducción o retirarla cranealmente, utilizar soportes de espuma a nivel del tarso para evitar rotación de la rodilla y el rayo debe centrarse en el cóndilo femoral (Han y col 1997^a, Lee 1999).

Para obtener una proyección ánteroposterior el animal debe posicionarse en decúbito supino, se debe extender caudalmente la extremidad a radiografiar, fijarla a la mesa y centrar el rayo sobre la rótula (Han y col 1997^a, Lee 1999).

En los desgarros agudos, las placas radiográficas son de utilidad para descartar otras etiologías de claudicación. Los signos radiográficos en pacientes con desgarros ligamentosos comprenden formación de osteofitos a lo largo de la cresta troclear, superficie caudal de la meseta tibial y polo inferior de la rótula, engrosamiento de la cápsula articular, efusión articular, esclerosis subcondral y desplazamiento craneal de la meseta tibial (Hulse y Johnson 1999, Dennis y col 2001).

3.5.3. Examen ecográfico

Es un método diagnóstico por imagen mediante ultrasonido. Constituye la alternativa o el complemento ideal del radiodiagnóstico ya que permite valorar los tejidos blandos y su estructura interna (Fritsch y Gerwing 1996, Han y col 1997^b).

El equipo cuenta con un transductor que emite ondas de sonido de baja intensidad y alta frecuencia. Estas se reflejan, se analizan en un ordenador y se convierten en una imagen en escala de grises. Los transductores de ultrasonido emiten una serie de impulsos de sonido y reciben ecos de retorno. Una débil corriente eléctrica aplicada a los cristales piezoeléctricos incorporados en el transductor hace que el cristal vibre y produzca ondas de sonido (Han y col 1997^b, Cartee 2005). La frecuencia corresponde al número de veces que una onda se repite o ciclos por segundo. Un ciclo por segundo corresponde a 1Hz mientras que un millón de ciclos por segundo corresponden a 1MHz (Cartee 2005). La gran ventaja de la ecografía es que permite valorar la arquitectura interna de órganos, tumores, tendones y músculos, así como

cavidades con líquido. Para ello se estudia la distribución y la intensidad de los ecos procedentes del interior de las estructuras (Fritsch y Gerwing 1996, Gnudi y Bertoni 2001).

Hay tres tipos distintos de formato de imagen. Modo A o de amplitud es aquel en el cual los ecos de retorno se visualizan como una serie de picos en un gráfico, mientras más elevada la intensidad del sonido más alto es el pico a esa profundidad de tejido, siendo el primer tipo de formato usado. El Modo B emplea píxeles de brillo o puntos en una pantalla, un punto en la pantalla se corresponde con la profundidad a la que se ha generado el eco. La imagen que se genera en un corte anatómico bidimensional se va actualizando continuamente, este modo se utiliza en la actualidad con fines diagnósticos. El Modo M permite explorar el movimiento de los tejidos mediante la creación de una imagen unidimensional representada en un eje vertical respecto al tiempo, en el eje horizontal. Este modo se usa principalmente en ecocardiografía para valorar el tamaño de las cámaras, movimiento de las válvulas y paredes cardíacas (Goddard 1995, Fritsch y Gerwing 1996, Han y col 1997^b).

Se dispone de distintas configuraciones de transductores (mecánicos y electrónicos). El plano de registro puede ser sectorial o lineal. Un transductor sectorial registra la imagen en forma de cuña y uno lineal registra la imagen en forma de barrido (Han y col 1997^b). El transductor sectorial es de pequeño tamaño y manejabilidad, por lo que requieren una mínima superficie de acoplamiento, esto permite explorar a través de pequeñas ventanas acústicas. En perros y gatos se recomiendan transductores de 5 y 7,5 MHz, las sondas de alta frecuencia tienen una menor capacidad de penetración y se utilizan para explorar áreas situadas a escasa profundidad o superficiales, mientras que las de baja frecuencia permiten explorar el abdomen de animales grandes (Samii y Long 1995, Fritsch y Gerwing 1996). En la mayoría de los procedimientos ecográficos de extremidades, articulaciones, tendones y ligamentos, el miembro a examinar debe estar en estación. Para las exploraciones de tendones y ligamentos es necesaria una sonda de 7,5 MHz (Main 1995, Samii y Long 1995). La exploración de estructuras muy superficiales (por ejemplo tendones y ligamentos) puede requerir la utilización de una pieza interpuesta entre el transductor y la superficie cutánea, para así situar la estructura a estudiar en la zona focal, alejándola de la superficie del transductor. Para estas almohadillas de alejamiento o “pads” se utilizan materiales que transmiten los ultrasonidos, como el agua o bloques de gel semisólido artificial (Fritsch y Gerwing 1996).

Al área a examinar se le realiza tricotomía, lavado con agua caliente o alcohol y posteriormente es cubierta con gel para ultrasonidos (Main 1995). Este gel permite conseguir una ventana acústica óptima y obtener la mejor calidad de imagen al contactar íntimamente el transductor y la piel, eliminando de esta manera la interfase de aire (Han y col 1997^b).

3.6. HIPÓTESIS

Las mediciones realizadas al LCCr a través de ecografía y disección son similares.

3.7. OBJETIVOS

3.7.1. Objetivo general

Identificar y describir a través de ecografía y disección de la articulación fémoro-tibio-rotuliana el LCCr en perros sanos.

3.7.2. Objetivos específicos

3.7.2.1. Identificar y caracterizar ecográficamente el LCCr en su origen, punto medio e inserción.

3.7.2.2. Medir el diámetro del LCCr en el punto de origen, medio e inserción a través de ecografía y disección.

3.7.2.3. Comparar las mediciones del LCCr obtenidas a través de ecografía y disección de la articulación fémoro-tibio-rotuliana.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en el Hospital Clínico Veterinario de la Universidad Austral de Chile, en conjunto con el Pabellón de Anatomía Animal, comenzando en Abril del 2007.

4.1. MATERIAL

4.1.1. Material biológico

Para este estudio se utilizaron las AFTRs derecha e izquierda de 15 perros adultos, raza mestiza y tamaño mediano a grande, con peso mínimo de 15 kg, que no presentaban patología articular, pertenecientes al programa de eutanasia voluntaria del Servicio de Salud de la Provincia de Valdivia.

4.1.2. Equipos

Se utilizó un ecógrafo Pie Medical 300 S PANDION Vet provisto de un transductor mecánico sectorial convexo Sonda APAS de 5.0/7.5 MHz y un equipo de rayos X modelo DXD-350 II General Electric.

4.1.3. Material farmacológico

- 15 dosis de Tiopental sódico¹ (Pentovet[®]).

4.1.4. Material anexo

- 1500 cc de suero fisiológico 0,9%².
- 2 jeringas de 60cc con agujas 21 G³.
- 15 jeringas de 3cc con agujas 21 G⁴.
- 1 extensor de 15 cm⁵.
- Material de disección⁶.
- Alcohol 90°⁷.
- Gel para ultrasonido⁸.

¹ Agro-veterinaria, Argentina.

² Sanderson, Chile.

³ BD Plastipak, Brasil.

⁴ BD Plastipak, Brasil.

⁵ Cranberry, Tailandia.

⁶ Stanless, Alemania.

⁷ Sanax, Chile.

⁸ Gelpack, Chile.

- Guantes de látex no estériles⁹.
- 15 Hojas de bisturí¹⁰.
- Algodón hidrófilo.
- Pie de metro.

4.2. MÉTODOS

Los perros fueron sometidos a un examen clínico general y locomotor que incluía la determinación del test de cajón anterior. Posteriormente se realizó un estudio radiográfico de la AFTR permitiendo la exclusión de enfermedades sistémicas o condiciones patológicas articulares no observables. Posteriormente los animales fueron eutanasiados con una dosis de 30 mg/kg de tiopental sódico endovenoso.

4.2.1. Evaluación ecográfica

Previo al examen ecográfico la región cutánea de la AFTR se preparó a partir de una tricotomía en un área de 5 cm sobre y bajo la rótula, rodeando toda la articulación, seguido de una preparación aséptica de la zona con alcohol. Los individuos se posicionaron en decúbito supino utilizando almohadillas para evitar la rotación del animal. La articulación a examinar se ubicó en flexión siguiendo la línea del ligamento rotuliano, para lo cual fue fijada a la mesa por medio de bandas.

Una vez preparada la zona se inyectó solución salina intra-articular tal como fue descrito por Seong y col (2005) en un volumen de 20 a 80 ml por medio de una aguja 21G posicionada en un ángulo de 45° conectada a un extensor de 15 cm y a una jeringa de 60 ml en el saco articular lateral y medial a través del espacio comprendido entre el ligamento rotuliano y los ligamentos colaterales correspondientes.

Previo a la evaluación ecográfica se aplicó gel de ultrasonido para contactar íntimamente el transductor y la piel. Se utilizó la técnica descrita por Kramer y col (1999) ubicando el transductor mecánico de 7,5 MHz sobre el ligamento rotuliano con la articulación en un ángulo de 90° de flexión para exponer la ventana acústica en la región infrarotuliana. Se estandarizaron las imágenes obtenidas fijando en la pantalla al lado derecho del monitor la porción proximal de la AFTR y al lado izquierdo del monitor la porción distal, se identificó con el número del paciente y las dimensiones individuales.

Se describieron las estructuras observadas en términos de ecogenicidad, para lo cual se denominó a las estructuras de alta densidad como hiperecogénicas, a las de mediana densidad como hipoecogénicas y a las de baja densidad como anecogénicas.

Para realizar las mediciones ecográficas se utilizaron el corte transversal y el longitudinal. El corte transversal se ubicó en la región infrarotuliana y se estandarizó la

⁹ Blossom, Tailandia.

¹⁰ Lance-Paragon, Inglaterra.

ubicación del transductor justo bajo la rótula sobre los cóndilos femorales, lugar donde fue posible visualizar el punto medio del LCCr (Figura 1 y 2).

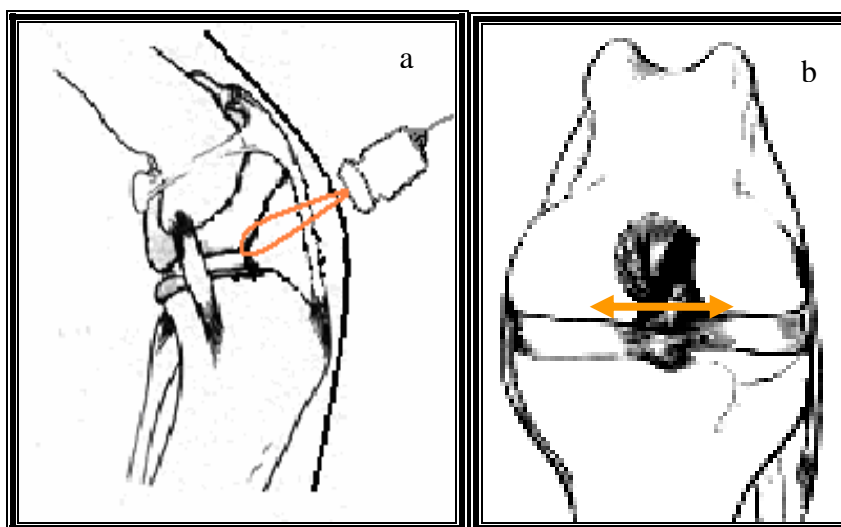


Figura 1. Esquemático de un corte ecográfico transversal infrapatelar de la articulación fémoro-tibio-rotuliana de un canino desde una vista (a) lateral y una de (b) frente.

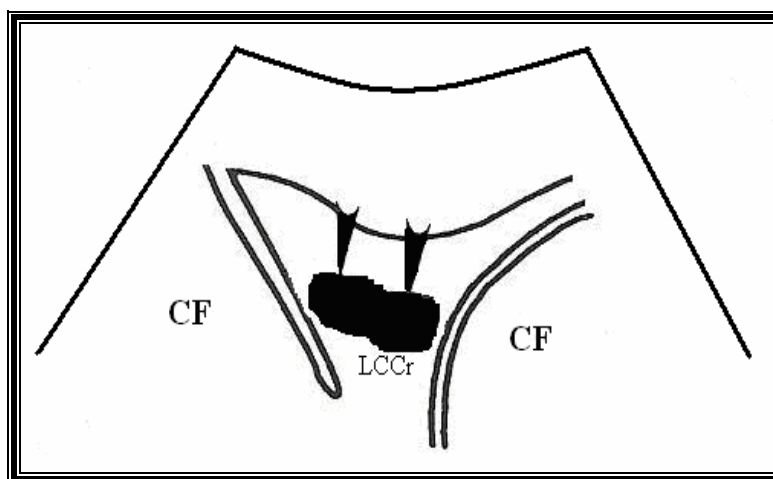


Figura 2. Esquema de imagen ecográfica en un corte transversal infrapatelar de la articulación fémoro-tibio-rotuliana de un canino.

A través del corte transversal se realiza la medición de perímetro (Trans P3), distancia vertical (Trans D2) y distancia horizontal (Trans D1) del LCCr. A continuación se describen cada una de estas mediciones.

- Trans D1: en una vista transversal, D1 corresponde a la distancia horizontal entre los dos puntos más distantes que forman el LCCr.

- Trans D2: en una vista transversal, D2 corresponde a la distancia vertical entre los dos puntos más distantes que forman el LCCr.
- Trans P3: en una vista transversal, P3 corresponde al perímetro del LCCr obtenido al unir los puntos que rodean el ligamento.

El corte longitudinal se ubicó en la región infrarotuliana, ubicando el transductor sobre el ligamento rotuliano, bajo la rótula y en el punto medio entre los cóndilos femorales y los cóndilos tibiales (Figura 3 y 4).

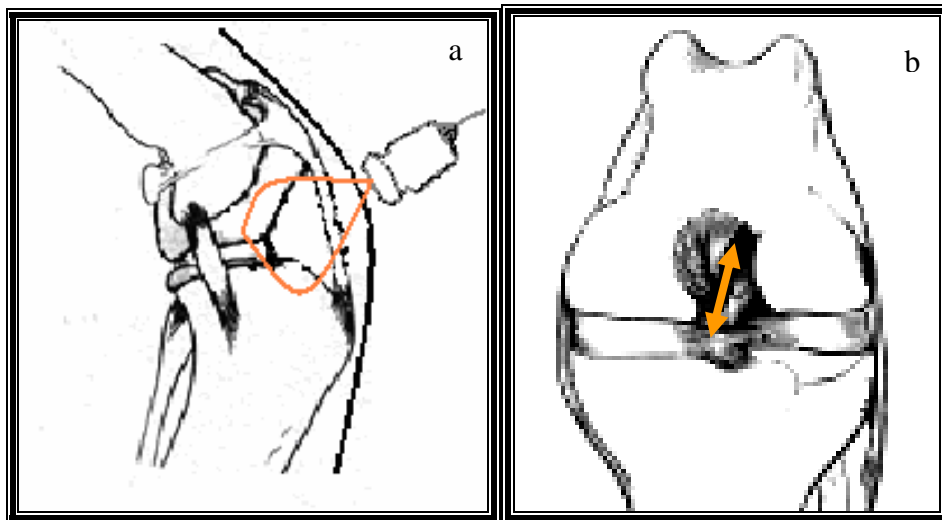


Figura 3. Esquemización de un corte ecográfico longitudinal infrapatelar de la articulación fémoro-tibio-rotuliana de un canino desde una vista (a) lateral y una (b) de frente.

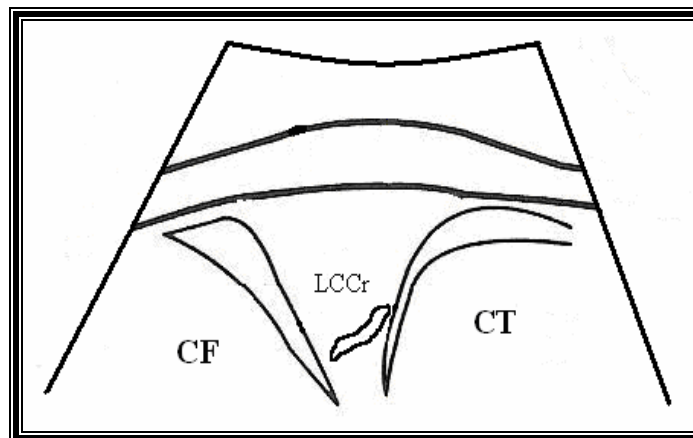


Figura 4. Esquema de imagen ecográfica en un corte longitudinal infrapatelar de la articulación fémoro-tibio-rotuliana de un canino.

En el corte longitudinal se midió la longitud (Long D1) y el ancho del punto medio (Long D2) del LCCr. A continuación se describen las mediciones realizadas.

- Long D1: en una vista longitudinal, la distancia diagonal (D1) corresponde a la longitud del LCCr en su recorrido desde fémur a tibia. No incluye el punto de origen ni el punto de inserción debido a que se observan anecogénicos.
- Long D2: en una vista longitudinal, la distancia horizontal (D2) corresponde al ancho del punto medio del LCCr, es decir el ancho de Long D1.

De las mediciones obtenidas a través de ecografía, se analizaron estadísticamente Long D1, Long D2 y Trans P3, ya que sólo éstas fueron obtenidas de igual manera a través de disección. Las imágenes fueron obtenidas en medidas de milímetros. Estos resultados fueron ingresados en una planilla Excel.

4.2.2. Disección

Posteriormente los animales se trasladaron al Pabellón de Anatomía Animal donde se realizó la disección de las articulaciones. Esta comenzó seccionando la piel que rodea la AFTR y separando hacia proximal y distal los colgajos. Se seccionó el ligamento rotuliano proximal a su inserción en la tuberosidad de la tibia y se desplazó hacia proximal, despejando todo resto de tejido que lo mantenía en su posición original incluyendo la cápsula articular. Luego se limpió la fascia residual y los restos de inserción muscular para observar los ligamentos cruzados que pasan entre las áreas intercondíleas de la tibia y el fémur (Figura 5).

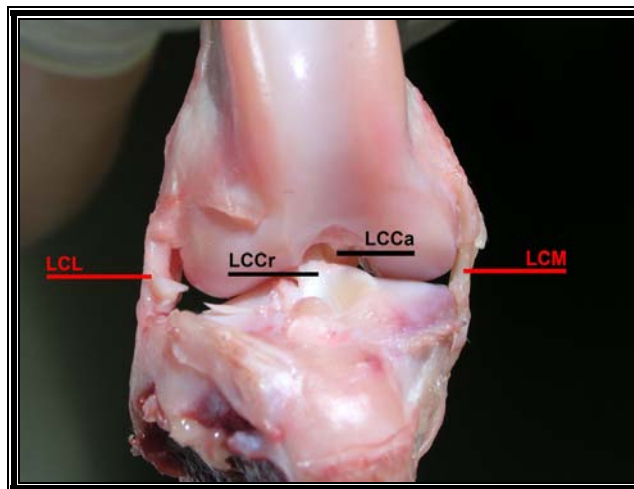


Figura 5. Fotografía digital de la disección del ligamento cruzado craneal realizada a los perros en estudio.

Se visualiza la inserción del LCCr y la porción más cercana al origen que es posible de observarse con la articulación en un ángulo de 90° en flexión. Las medidas fueron obtenidas

con un pie de metro metálico en medidas de milímetros y fueron ingresados en una planilla Excel.

De las mediciones anatómicas realizadas se obtuvo la longitud, ancho del origen, ancho medio, ancho inserción y perímetro del ligamento cruzado craneal, las características de cada una se explican a continuación.

- Longitud: corresponde a la distancia que existe entre el límite craneal de la inserción del LCCr en el cóndilo tibial y el punto más cercano al origen que se puede obtener con la articulación flexionada en 90° .
- Ancho del origen: corresponde al ancho del ligamento en el punto más cercano al origen tras flexionar la articulación en 90° .
- Ancho medio: corresponde al ancho de la porción media del LCCr, lugar donde se entrecruzan las bandas cráneomedial y caudolateral que constituyen el ligamento.
- Ancho inserción: corresponde al ancho de la inserción del ligamento en el cóndilo tibial.
- Perímetro: corresponde al perímetro de un corte transversal del LCCr obtenido de una incisión de éste entre el punto medio y el punto de inserción.

De las mediciones obtenidas a través de disección se analizaron estadísticamente Longitud, Ancho medio y Perímetro ya que el ancho de origen y el ancho de inserción no fueron posibles de medir a través de ecografía.

4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados cuantitativos obtenidos a partir de la ecografía y disección de la AFTR fueron expresados como medias y errores estándar mediante la utilización de estadística descriptiva, elaborando tablas que permitieron interpretar las medidas realizadas.

La normalidad de las variables se evaluó según la prueba de Shapiro-Wilks. Para determinar si existieron diferencias significativas entre los valores se realizó prueba “t” de student pareada. Se utilizó un nivel de significancia de $P < 0,05$. Se evaluó el grado de relación entre las variables a través de correlación de Pearson.

Para llevar a cabo este análisis estadístico se utilizaron los programas computacionales Excel 2003 y Statistix versión 8.0 para Windows (Statistix 8, , Copyright© 1985-2003, Analytical Software, USA).

5. RESULTADOS

De los 15 individuos estudiados, 8 fueron hembras con edad media de 3,6 años, edad mínima de 3 años y máxima de 5 años; el peso fluctuó entre 15 y 26 kg con un peso medio de 19,56 kg. La edad de los 7 machos fluctuó entre 4 y 9 años con una edad media de 5,4 años; con respecto al peso éste varió entre 15 y 36 kg con peso medio de 23,28 kg. En el Anexo 1 se observa la edad, peso y sexo de cada uno de los individuos estudiados.

5.1. EXAMEN ECOGRÁFICO

5.1.1. Descripción ultrasonográfica de la articulación fémoro-tibio-rotuliana normal del canino

La ventana acústica se localizó distal y profunda al ligamento rotuliano. Al corte longitudinal fue posible observar la rótula como una estructura hiperecogénica que se prolonga en dos líneas semicurvas hiperecogénicas, hacia ambos lados de la imagen ecográfica, que corresponden al ligamento rotuliano (Figura 6).

El cóndilo femoral se observó como una gruesa línea curva hiperecogénica a la derecha del monitor, de éste se prolonga hacia la izquierda una estructura hiperecogénica en posición diagonal que corresponde a la tróclea femoral. A la izquierda del monitor es posible observar el cóndilo tibial como una gruesa línea curva hiperecogénica. El cartílago articular es una estructura anecogénica visualizada entre la estructura ósea y el LCCr (Figura 6).

El LCCr se observó como una delgada estructura hiperecogénica en forma de huso en dirección diagonal entre la tróclea femoral y el cóndilo tibial. La cavidad articular se observa como una zona anecogénica bajo el ligamento rotuliano y entre los cóndilos femoral y tibial (Figura 6).

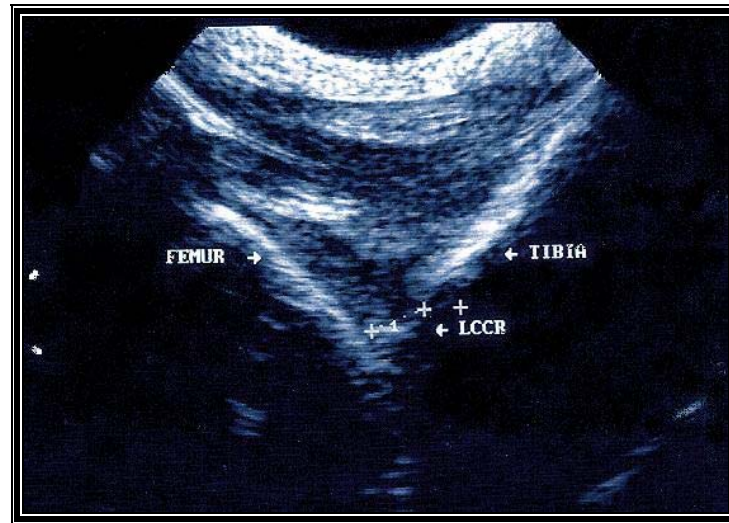


Figura 6. Imagen ecográfica de un corte longitudinal de la articulación fémoro-tibio-rotuliana canina, utilizando un transductor de 7,5 MHz. LCCR, ligamento cruzado craneal; 1, distancia del ligamento cruzado craneal.

Al corte transversal se observan los cóndilos femorales a cada lado de la imagen ecográfica como dos estructuras hiperecogénicas curvas, paralelas al ligamento rotuliano, separadas del LCCR por una zona anecogénica que corresponde al espacio articular. Una estructura elíptica hipocogénica regular corresponde al LCCR (Figura 7).

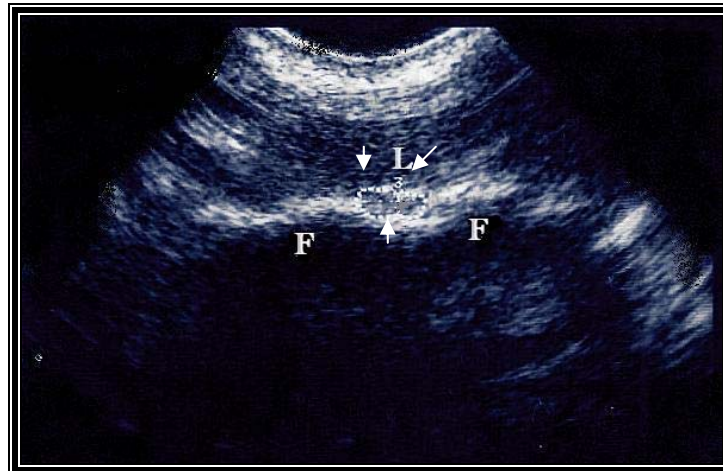


Figura 7. Imagen ecográfica de un corte transversal de la articulación fémoro-tibio-rotuliana canina, utilizando un transductor de 7,5 MHz. F, cóndilo femoral; L, ligamento cruzado craneal; 3, perímetro del ligamento cruzado craneal.

5.1.2. Mediciones ultrasonográficas del Ligamento Cruzado Craneal

17

Ultrasonográficamente en un corte transversal se midieron Trans D1, Trans D2, Trans P3 (Figura 8, 9 y 10) y para un corte longitudinal Long D1 y Long D2 (Figura 11 y 12).



Figura 8. Imagen ecográfica de mediciones realizadas al ligamento cruzado craneal del perro con un corte transversal, utilizando un transductor de 7,5 MHz. *CF*, *cóndilo femoral*; *LCCr*, *ligamento cruzado craneal*; *1*, *trans D1 (distancia horizontal)*; *2*, *trans D2 (distancia vertical)*.

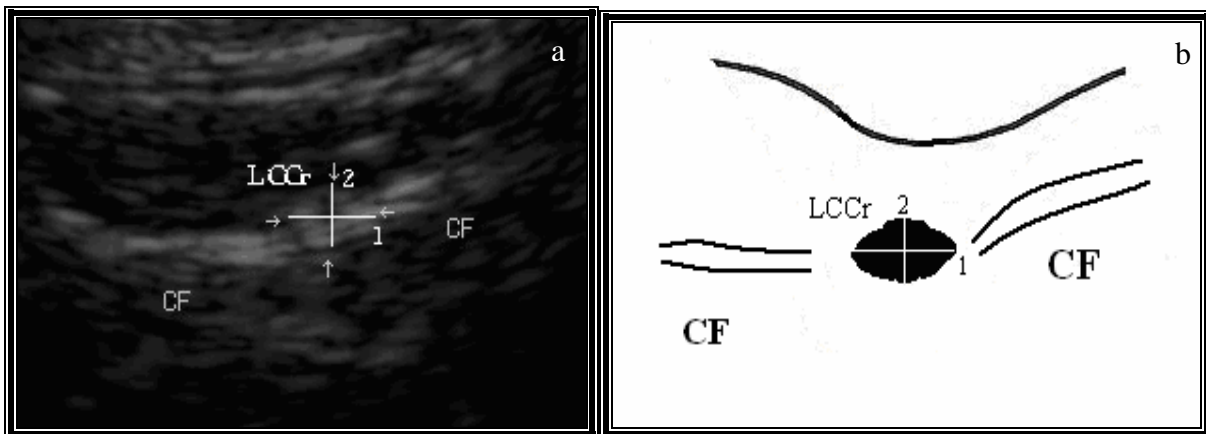


Figura 9. Imagen (a) ecográfica y (b) esquema de mediciones realizadas al ligamento cruzado craneal a través de un corte transversal. *CF*, *cóndilo femoral*; *LCCr*, *ligamento cruzado craneal*; *1*, *Trans D1 (distancia horizontal)*; *2*, *Trans D2 (distancia vertical)*.

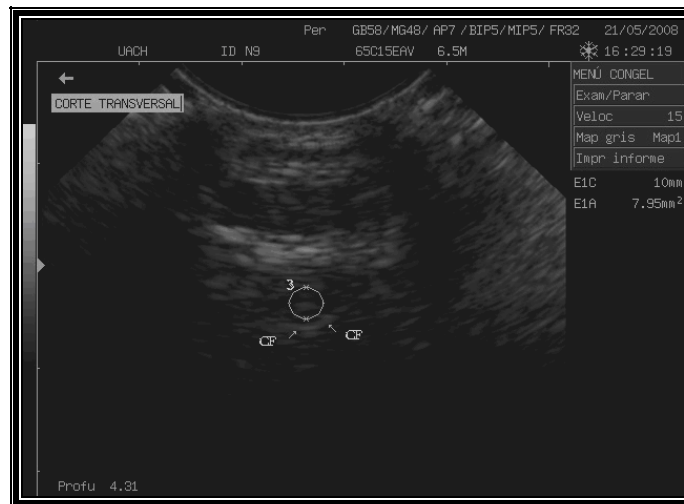


Figura 10. Mediciones ecográficas realizadas al ligamento cruzado craneal del perro con un corte transversal, utilizando un transductor de 7,5 MHz. CF, *cóndilo femoral*; 3, *trans P3 (perímetro del ligamento cruzado craneal)*.

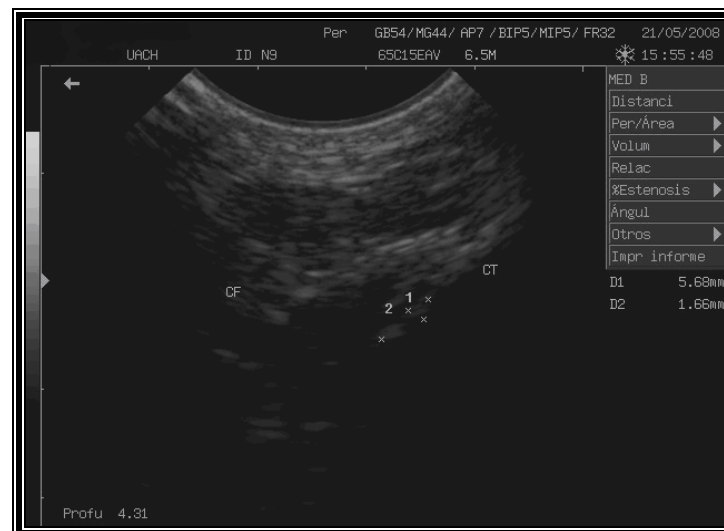


Figura 11. Mediciones ecográficas realizadas al ligamento cruzado craneal del perro con un corte longitudinal, utilizando un transductor de 7,5 MHz. CF, *cóndilo femoral*; CT, *cóndilo tibial*; 1, *long D1 (longitud del ligamento cruzado craneal)*; 2, *long D2 (ancho del ligamento cruzado craneal)*.

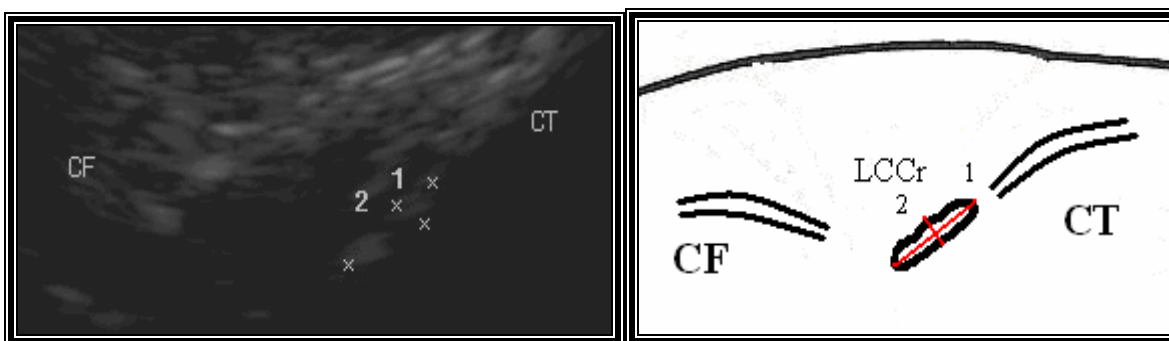


Figura 12. Imagen (a) ecográfica y (b) esquema de mediciones realizadas al ligamento cruzado craneal a través de un corte longitudinal. *CF*, *cóndilo femoral*; *CT*, *cóndilo tibial*; *LCCr*, *ligamento cruzado craneal*; 1, *Long D1 (longitud)*; 2, *Long D2 (ancho)*.

De cada una de las mediciones realizadas al LCCr se obtuvieron tres muestras en la AFTR derecha e izquierda respectivamente. De estas tres muestras se obtuvo un valor promedio por individuo en cada extremidad, estos promedios fueron utilizados para los análisis posteriores. Las mediciones ultrasonográficas realizadas al LCCr de cada uno de los individuos estudiados se encuentran en el anexo 2 y los promedios de cada medición en el anexo 3.

En el cuadro 1 se observan las medias y desviaciones estándar de las mediciones realizadas al LCCr a través de ecografía en cada extremidad.

Cuadro 1. Mediciones ultrasonográficas (medias y DE (mm)) de longitud, ancho y perímetro del ligamento cruzado craneal en los 15 perros en estudio ($P < 0,05$).

Variable	Long D1		Long D2		Trans P3	
	MPD	MPI	MPD	MPI	MPD	MPI
Media	5,12	5,15	1,66	1,63	12,58	12,50
DE	0,57	0,52	0,17	0,22	1,56	1,63

Long D1, *longitud del ligamento cruzado craneal*; *Long D2*, *ancho medio del ligamento cruzado craneal*; *Trans P3*, *perímetro del ligamento cruzado craneal*; *MPD*, *miembro posterior derecho*; *MPI*, *miembro posterior izquierdo*.

5.2 DISECCIÓN

5.2.1 Descripción anatómica del ligamento cruzado craneal

El LCCr se observó como una estructura aplanada ánteroposteriormente, que se dirige hacia craneal desde el cóndilo femoral lateral para insertarse en el cóndilo tibial medial. Está compuesto por dos bandas que se entrecruzan en la porción media. Las fibras colágenas que lo constituyen viajan en sentido oblicuovertical desde caudal a craneal.

5.2.2. Mediciones del ligamento cruzado craneal

A la disección se midió longitud, ancho del origen, ancho medio, ancho inserción y perímetro del LCCr. Las mediciones realizadas al LCCr a través de disección en todos los individuos estudiados se encuentran en el anexo 4.

En el cuadro 2 se observa que los valores de longitud obtenidos a través de disección del LCCr fluctúan entre 15 y 20 mm, el ancho medio entre 6 y 8 mm, y el perímetro entre 10 y 18 mm.

Cuadro 2. Mediciones obtenidas a través de disección del ligamento cruzado craneal (medias, DE y rango de las variables (mm)) en los 15 perros en estudio ($P < 0,05$).

Variable	Longitud MPD	Longitud MPI	Ancho MPD	Ancho MPI	Perímetro MPD	Perímetro MPI
Media	17,20	17,13	6,53	6,53	14,26	14,33
SD	1,69	1,59	0,74	0,74	2,68	2,58
Varianza	2,88	2,55	0,55	0,55	7,20	6,66
Mínimo	15,00	15,00	6,00	6,00	10,00	10,00
Mediana	16,00	16,00	6,00	6,00	14,00	14,00
Máximo	20,00	20,00	8,00	8,00	18,00	18,00

MPD, miembro posterior derecho; MPI, miembro posterior izquierdo.

5.3. CORRELACIÓN

5.3.1. Correlación entre mediciones ecográficas y anatómicas.

En el anexo 5 se muestra que existe correlación entre las mediciones obtenidas a través de ecografía y disección, siendo esta correlación positiva en todas las mediciones analizadas, fluctuando entre 0,49 y 0,99. El menor valor de correlación se encuentra entre los valores ancho ecográfico del LCCr (Long D2) y el perímetro anatómico de éste, así como entre el ancho ecográfico (Long D2) y la longitud ecográfica del LCCr (Long D1). La mayor correlación se encuentra entre los valores del miembro posterior derecho e izquierdo independiente de la medición realizada.

5.3.2. Correlación entre las mediciones ultrasonográficas.

En el cuadro 3 se observa que existe alta correlación entre las mediciones analizadas del LCCr medidas a través de ultrasonografía y Long D1 del miembro posterior derecho, el mayor valor de correlación de Long D1 del miembro posterior derecho es con su homólogo del miembro posterior izquierdo.

Cuadro 3. Coeficiente de correlación de Pearson para las mediciones del ligamento cruzado craneal obtenidas a través de ultrasonografía en relación a Long D1 del miembro posterior derecho.

Medición	Long D1 MPI	Long D2 MPD	Long D2 MPI	Trans P3 MPD	Trans P3 MPI
Long D1 MPD	0,94	0,56	0,64	0,86	0,93
<i>P</i>	◇ 0,00	◇ 0,02	◇ 0,00	◇ 0,00	◇ 0,00

◇ *Correlación de Pearson ($P < 0,05$). MPI, miembro posterior izquierdo; MPD, miembro posterior derecho; Long D1, longitud ecográfica del ligamento cruzado craneal; Long D2, ancho ecográfico del ligamento cruzado craneal; Trans P3, perímetro ecográfico del ligamento cruzado craneal.*

En el cuadro 4 se observa mayor correlación entre Long D2 del miembro posterior derecho con su homólogo del miembro posterior izquierdo, la menor correlación es con Long D1 del miembro posterior derecho.

Cuadro 4. Coeficiente de correlación de Pearson para las mediciones del ligamento cruzado craneal obtenidas a través de ultrasonografía en relación a Long D2 del miembro posterior derecho.

Medición	Long D1 MPD	Long D1 MPI	Long D2 MPI	Trans P3 MPD	Trans P3 MPI
Long D2 MPD	0,56	0,64	0,85	0,80	0,77
<i>P</i>	◇ 0,02	◇ 0,00	◇ 0,00	◇ 0,00	◇ 0,00

◇ *Correlación de Pearson ($P < 0,05$). MPD, miembro posterior derecho; MPI, miembro posterior izquierdo; Long D1, longitud ecográfica del ligamento cruzado craneal; Long D2, ancho ecográfico del ligamento cruzado craneal; Trans P3, perímetro ecográfico del ligamento cruzado craneal.*

En el cuadro 5 se observa alta correlación entre Trans P3 del miembro posterior derecho y las mediciones ecográficas analizadas.

Cuadro 5. Coeficiente de correlación de Pearson para las mediciones del ligamento cruzado craneal obtenidas a través de ultrasonografía en relación a Trans P3 del miembro posterior derecho.

Medición	Long D1 MPD	Long D1 MPI	Long D2 MPD	Long D2 MPI	Trans P3 MPI
Trans P3 MPD	0,87	0,93	0,77	0,78	0,99
<i>P</i>	◇ 0,00	◇ 0,00	◇ 0,00	◇ 0,00	◇ 0,00

◇ *Correlación de Pearson ($P < 0,05$). MPD, miembro posterior derecho; MPI, miembro posterior izquierdo; Long D1, longitud ecográfica del ligamento cruzado craneal; Long D2, ancho ecográfico del ligamento cruzado craneal; Trans P3, perímetro ecográfico del ligamento cruzado craneal.*

5.3.3. Correlación entre las mediciones anatómicas.

En el cuadro 6 se observa que existe alta correlación entre la longitud del miembro posterior derecho y la longitud, ancho y perímetro de ambas extremidades medidas a través de disección de la AFTR.

Cuadro 6. Coeficiente de correlación de Pearson para las mediciones del ligamento cruzado craneal obtenidas a través de disección en relación a la longitud del ligamento en el miembro posterior derecho.

Medición	Longitud MPI	Ancho MPD	Ancho MPI	Perímetro MPD	Perímetro MPI
Longitud MPD	0,99	0,91	0,91	0,78	0,78
<i>P</i>	◇ 0,00	◇ 0,00	◇ 0,00	◇ 0,00	◇ 0,00

◇ *Correlación de Pearson ($P < 0,05$). MPD, miembro posterior derecho; MPI, miembro posterior izquierdo.*

En el cuadro 7 la mayor correlación se encuentra entre el ancho del miembro posterior derecho y su homólogo en el miembro posterior izquierdo.

Cuadro 7. Coeficiente de correlación de Pearson para las mediciones obtenidas a través de disección del ligamento cruzado craneal en relación al ancho del ligamento en el miembro posterior derecho.

Medición	Longitud MPD	Longitud MPI	Ancho MPI	Perímetro MPD	Perímetro MPI
Ancho MPD	0,91	0,92	1,00	0,87	0,87
<i>P</i>	◇ 0,00	◇ 0,00	◇ 0,00	◇ 0,00	◇ 0,00

◇ *Correlación de Pearson ($P < 0,05$). MPD, miembro posterior derecho; MPI, miembro posterior izquierdo.*

El cuadro 8 muestra alta correlación entre los perímetros del miembro posterior derecho e izquierdo, el menor valor de correlación observable en este cuadro corresponde a la longitud de ambas extremidades.

Cuadro 8. Coeficiente de correlación de Pearson para las mediciones del ligamento cruzado craneal obtenidas a través de disección en relación al perímetro del ligamento en el miembro posterior derecho.

Medición	Longitud MPD	Longitud MPI	Ancho MPD	Ancho MPI	Perímetro MPI
Perímetro MPD	0,78	0,79	0,87	0,87	0,99
<i>P</i>	◇ 0,00	◇ 0,00	◇ 0,00	◇ 0,00	◇ 0,00

◇ *Correlación de Pearson ($P < 0,05$). MPD, miembro posterior derecho; MPI, miembro posterior izquierdo.*

6. DISCUSIÓN

Los animales utilizados en este estudio cumplían con los requisitos básicos designados para la realización del presente análisis (peso mayor a 15 kg, sanos al examen clínico y locomotor, cajón anterior negativo y examen radiográfico representativo de articulación fémoro-tibio-rotuliana normal). Cabe destacar que al ser perros pertenecientes a un programa de eutanasia voluntaria se descartó de antemano la posibilidad de tener como requisito la variable racial descrita por Hulse y Shires (1997) y Welsh y col (1999) para la presentación de ruptura de LCCr típica en perros chow chow, rotweiler, labrador retriever y golden retriever.

En el presente estudio se estipuló como peso vivo mínimo aceptable para el análisis 15 kg, esto para realizar tal como fue descrita por Seong y col (2005), la técnica de evaluación ecográfica tras inyección salina intra-articular, descartando toda posibilidad de inducir a error la descripción ecográfica. Además de concordar con lo estipulado por Piermattei y Flo (1999) al utilizar perros con más de 15 kg que son los que manifiestan la mayoría de los casos de ruptura de LCCr.

La inyección de solución salina intra-articular descrita por Seong y col (2005) permitió identificar con claridad el LCCr por medio de análisis ecográfico, ya que creó una ventana acústica anecogénica bajo la almohadilla grasa infrarotuliana, lo cual permite diferenciar la densidad ecogénica de las distintas estructuras observables a través de la región infrarotuliana. La cantidad de solución salina utilizada por perro se encuentra dentro del límite máximo de 100 cc propuesto por Seong y col (2005), en perros de talla grande fueron necesarios solo 20 cc de solución salina intra-articular, distinto es el caso en los perros de talla menor donde fue necesario inyectar hasta 70 cc de dicha solución para observar con facilidad el ligamento cruzado craneal. Esto se puede explicar por el mayor tamaño de las estructuras que componen la articulación en perros de talla grande, corroborando lo señalado por De Rooster y col (2006) al señalar valores de longitud del LCCr mayores en estos perros.

Las diferencias o similitudes de ecogenicidad obtenidas en este estudio se pueden explicar por la utilización de diferentes técnicas ultrasonográficas y posicionamiento del transductor con respecto a la dirección del LCCr especificadas por los autores Reed y col (1995), Kramer y col (1999), Seong y col (2005). En las 30 articulaciones analizadas, la descripción de hiperecogenicidad del LCCr obtenida a través de un corte longitudinal y la hipoecogenicidad de éste en un corte transversal, concuerdan con los resultados de Kramer y col (1999) y Seong y col (2005). Con respecto a la hiperecogenicidad del LCCr obtenida en este estudio con un corte longitudinal, podemos agregar que no concuerda con la hipoecogenicidad descrita por Reed y col (1995).

6.1. EXAMEN ECOGRÁFICO

Lo establecido por Reed y col (1995) y Kramer y col (1999) es corroborado en este estudio posicionando el transductor justo sobre el ligamento rotuliano y con la articulación en flexión de 90° permitiendo observar claramente las estructuras internas y límites óseos en la articulación fémoro-tibio-rotuliana.

6.1.1. Vista transversal

La descripción ecográfica de Kramer y col (1999) y Seong y col (2005) concuerda con la imagen hiperecogénica con forma convexa y bordes regulares de la rótula, el fluido infrarotuliano anecogénico o hipoecogénico, la hiperecogenicidad de las estructuras óseas, la estructura anecogénica regular de la superficie del cartílago articular que rodea las estructuras óseas obtenidas en el presente estudio. Esta última característica permitió situar la imagen del LCCr solo en el punto medio. El LCCr fue observado entre los cóndilos femorales como una estructura hipoecogénica homogénea de forma redondeada tal como lo describen Kramer y col (1999) y Seong y col (2005).

6.1.2. Vista longitudinal

Las superficies óseas se observaron con contornos regulares hiperecogénicos homogéneos, el cartílago óseo anecogénico, el espacio entre dichas superficies anecogénico homogéneo, el LCCr se ubicó justo bajo el cóndilo tibial en dirección oblicua hacia el cóndilo femoral y se observó como una estructura hiperecogénica homogénea regular tal como lo describieron Kramer y col (1999) y Seong y col (2005). La imagen ecográfica del LCCr obtenida en este estudio difiere de la imagen hipoecogénica observada por Reed y col (1995) con un corte longitudinal. Esta diferencia en la imagen ecográfica se puede deber a la utilización de gel pad extraarticular como técnica ecográfica utilizada por Reed y col (1995) en lugar de inyección salina intra-articular como fue realizada la técnica ecográfica en este estudio.

Las mediciones ecográficas realizadas no han podido ser comparadas con las realizadas en otros estudios ya que solo describen la imagen ultrasonográfica.

6.2. DISECCIÓN

La longitud del LCCr fluctuó entre 14 y 20 mm, estando la articulación en un ángulo de 90° de flexión, estos resultados concuerdan con la longitud observada según De Rooster y col (2006) que varió entre 13,5 y 18,7 mm.

Se puede relacionar la longitud del LCCr realizada en el presente estudio con investigaciones en otras especies, Orhan y col (2005) determinaron en conejos la medición de la longitud del LCCr entre 6,95 y 7,12 mm. Hashemi y col (2005) describieron en humanos la longitud del LCCr en $14,15 \pm 2,35$ mm, siendo este último valor similar a lo obtenido en

nuestras mediciones. El ancho obtenido en este estudio con perros (6 mm) resultó ser mayor al medido por Orhan y col (2005) en conejos, éste varió entre 2,82 y 3,25 mm.

La descripción anatómica obtenida en este estudio concuerda con lo descrito por Piermattei y Flo (1999), al observar dos bandas que componen el LCCr, la banda caudolateral fue más pequeña que la cráneomedial. La banda cráneomedial se observó más craneal en el punto de inserción del ligamento en la tuberosidad de la tibia y la banda caudolateral se ubicó en la porción más caudal en el punto de inserción tal como lo describieron Evans y DeLahunta (1997) y Welsh y col (1999). La dirección de las fibras colágenas del ligamento observadas, concuerda con lo descrito por Evans y DeLahunta (1997), las que se dirigen en forma vertical oblicua a lo largo del LCCr hasta insertarse cranealmente en la tibia.

6.3. MEDICIONES

La obtención de material bibliográfico que describiera las mediciones que se esperaban realizar en este estudio no fue posible. Los estudios citados en este trabajo sólo otorgan información en lo que respecta a características ecográficas del LCCr (Kramer y col 1999 y Seong y col 2005) y longitud de éste a través de disección en perros (De Rooster y col 2006).

6.4. CONCLUSIONES

Es posible identificar, describir y caracterizar el ligamento cruzado craneal en su origen, porción media e inserción por medio de ecografía y disección.

Sólo pueden medirse ecográficamente el diámetro y el punto medio del ligamento en un corte longitudinal, así como el perímetro en un corte transversal. No es posible medir el punto de origen e inserción debido a la imagen anecogénica que ellos presentan.

A través de disección de la articulación fémoro-tibio-rotuliana pueden medirse la longitud, punto inserción, punto medio y perímetro. Del punto de origen sólo se puede medir la banda cráneomedial.

Las mediciones ecográficas, longitud, ancho medio y perímetro, del ligamento cruzado craneal dan como resultado valores menores a los obtenidos a través de disección.

7. REFERENCIAS

- Cartee R. 2005. The physics of ultrasound. En: Cartee R, Selcer B, Hudson J, Finn-Bodner S, Mahaffey M, Johnson P, Marich K (eds). *Practical Veterinary Ultrasound*. Lea y Febiger, Philadelphia, USA, Pp 1-8.
- Dennis R, R Kirberger, R Wrigley, F Barr. 2001. Appendicular skeleton. En: Dennis R, Kirberger R, Wrigley R, Barr F (eds). *Handbook of small animal radiological differential diagnosis*. WB Saunders, London, England, Pp 53-57.
- De Rooster H, T De Bruin, H Van Bree. 2006. Morfologic and functional features of the canine cruciate ligaments. *Vet Rad & Ult* 35, 769-780.
- Dueland R. 2000. Trastornos ortopédicos de la rodilla. En: Birchard S, Sherding RG (eds). *Manual clínico de procedimientos en pequeñas especies*. McGraw Hill-Interamericana, Madrid, España, Pp 1343-1355.
- Dyce K, W Sack, C Wensing, E Rodríguez, J Camon. 2003. En: Dyce K, Sack W, Wensing C, Rodríguez E, J Camon (eds). *Anatomía veterinaria*. 2ª ed. Mc-Graw Hill Interamericana, DF, Mexico, Pp 98-100.
- Evans H, A DeLahunta. 1997. Miembro posterior. En: Evans H, DeLahunta A. *Miller, Disección del perro*. McGraw Hill Interamericana, DF, Mexico, Pp 55-99.
- Fritsch R, M Gerwing. 1996. *Ecografía de perros y gatos*. Acribia SA, Zaragoza, España, Pp 3-34.
- Gnudi G, G Bertoni. 2001. Ecographic examination of de stifle joint affected by cranial cruciate ligament rupture in the dog. *Vet Rad & Ult* 42, 266-270.
- Goddard PJ. 1995. Principios generales. En: Goddard PJ (ed). *Ecografía veterinaria*. Acribia SA, Zaragoza, España, Pp 1-24.
- Han C, C Hurd, L Kurlis. 1997^a. Posiciones radiográficas en pequeños animales. En: Han C, Hurd C, Kurlis L (eds). *Diagnóstico por imagen: guía práctica de radiografía y ecografía*. Harcourt Brace, Madrid, España, Pp 81-99.
- Han C, C Hurd, L Kurlis. 1997^b. Ecografía diagnóstica. En: Han C, Hurd C, Kurlis L (eds). *Diagnóstico por imagen: guía práctica de radiografía y ecografía*. Harcourt Brace, Madrid, España, Pp 231-256.

- Hashemi J, N Chandrashekar, C Cowden, J Slauterbeck. 2005. An alternative method of anthropometry of anterior cruciate ligament through 3-D digital image reconstruction. *J Biomech* 38, 551-555.
- Hazewinkel H, F Meutstege. 1990. Aparato locomotor. En: Rijnberk A, de Vries H (eds). *Anamnesis y exploración corporal de pequeños animales*. Acribia SA, Zaragoza, España, Pp 200-226.
- Hulse D, A Johnson. 1999. Manejo de la enfermedad articular. En: Welsh T, Hedlund C, Hulse D, Jonson A, Seim H, Willard M, Carrol W, Orton C (eds). *Cirugía en pequeños animales*. Interamericana, Buenos Aires, Argentina, Pp 1034-1044.
- Hulse D, P Shires. 1997. Articulación de la rodilla. En: Slatter D (ed). *Manual de Cirugía en pequeñas especies*. Mc. Graw-Hill Interamericana, DF, México, Pp 2281-2297.
- Kramer M, H Stengel, M Gerwing, E Schimke, C Sheppard. 1999. Sonography of the canine stifle. *Vet Rad & Ult* 40, 282-293.
- Lee R. 1999. Rodilla. En: Lee R (ed). *Manual de diagnóstico por imagen en pequeños animales*. Harcourt Brace, Madrid, España, Pp 158-164.
- Liebich H, H König. 2005. Miembros pelvianos. En: Liebich H, König H (eds). *Anatomía de los animales domésticos: texto y atlas en color*. 2ª ed. Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires, Argentina, Pp 213-222.
- Macías C, W MacKee, C May. 2002. Caudal proximal tibial deformity and cranial cruciate ligament rupture en small-breeds dogs. *J Small Anim Pract* 43, 433-438.
- Main J. 1995. Ecografía de las extremidades de los équidos. En: Goddard PJ (ed). *Ecografía veterinaria*. Acribia SA, Zaragoza, España, Pp 243-245.
- Orhan I, R Hazirolu, M Gultiken. 2005. The Ligaments and Sesamoid Bones of Knee Joint in New Zealand Rabbits. *Anat Histol Embryol* 34, 65-71.
- Osmond C, D Marcellin-Little, O Harrysson, L Kidd. 2006. Morphometric assesment of the proximal portion of the tibia in dogs with and without cranial cruciate ligament rupture. *Vet Rad & Ult* 47, 136-141.
- Piermattei D, G Flo. 1999. La articulación de la rodilla. En: Piermattei D, Flo G (eds). *Manual de ortopedia y reparación de fracturas de pequeños animales*. McGraw Hill Interamericana, Madrid, España, Pp 523-587.
- Reed A, J Payne, G Constantinescu. 1995. Ultrasonographic anatomy of the normal canine stifle. *Vet Rad & Ult* 36, 315-321.

- Samii V, C Long. 1995. Musculoskeletal system. En: Nyland T, Mattoon J, Wisner E (eds). *Veterinary Diagnostic Ultrasound*. WB Saunders Co, Philadelphia, USA, Pp 267-284.
- Seong Y, K Eom, H Lee, J Lee, J Park, K Lee, K Jang, T Oh, J Yoon. 2005. Ultrasonographic evaluation of cranial cruciate ligament rupture via dynamic intra-articular saline injection. *Vet Rad & Ult* 46, 80-82.
- Shahar R, J Milgram. 2006. Biomechanics of tibial plateau leveling of the canine cruciate-deficient stifle joint: a theoretical model. *Vet Surg* 35, 144-149.
- Shively M. 1993. Artrología del miembro pelviano. En: Shively M (ed). *Anatomía veterinaria básica, comparativa y clínica*. El Manual Moderno, DF, México, Pp 123-126.
- Taylor S. 2000. Trastornos articulares: manifestaciones clínicas y pruebas diagnósticas. En: Nelson Richard W, Couto Guillermo, King Christine (eds). *Manual de medicina interna de pequeños animales*. Harcourt SA, Madrid, España, Pp 648-663.
- Zolezzi J. 2007. Estudio preliminar sobre el ángulo de la meseta tibial y su relación con osteofitosis periarticular en perros. *Tesis, M.V.*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Chile.

8. ANEXOS

Anexo 1. Tabla de valores de edad (años), peso (kg) y sexo para los 15 *canis lupus familiaris* estudiados.

Identificación	Edad (años)	Peso (kg)	Sexo
N1	4	15.5	H
N2	3	15	H
N3	3.5	16	H
N4	5	36	M
N5	3.5	18	H
N6	3	16	H
N7	4	34	M
N8	4	27	M
N9	7	15	M
N10	9	18	M
N11	5	17	M
N12	3	25	H
N13	5	25	H
N14	4	16	M
N15	4	26	H

H, hembra; M, macho, kg, kilogramos.

Anexo 2. Tabla de mediciones ultrasonográficas realizadas a los 15 individuos estudiados.

	Medidas Ecográficas (mm)									
	Long D1		Long D2		Trans D1		Trans D2		Trans P3	
Identificación	MPD	MPI	MPD	MPI	MPD	MPI	MPD	MPI	MPD	MPI
Muestra 1	3.9	3.8	1.9	1.8	4.6	4.4	2.6	2.4	10.6	10.2
Muestra 2	4.7	4.5	1.5	1.2	4.6	4.3	2.5	2.4	10.8	10.4
Muestra 3	4.8	4.6	1.8	1.8	4.7	4.9	2.6	2.5	11.3	10.9
Promedio N1	4.5	4.3	1.7	1.6	4.6	4.5	2.6	2.4	10.9	10.5
Muestra 1	3.8	4.3	1.9	1.6	4.5	4.1	2.2	2.1	11.6	11.3
Muestra 2	4.6	4.6	1.7	1.5	4.2	4.6	2.9	2.9	11.7	11.3
Muestra 3	4.4	4.6	1.7	1.6	4.8	4.6	2.8	2.9	11.3	11.4
Promedio N2	4.2	4.5	1.7	1.5	4.5	4.4	2.6	2.6	11.5	11.3
Muestra 1	4.6	5.1	1.6	1.3	4.4	4.4	2.5	2.4	11.4	11.5
Muestra 2	5.5	4.7	1.6	1.4	5.2	4.6	2.7	2.6	12.5	11.4
Muestra 3	4.9	4.9	1.5	1.4	4.4	4.4	2.5	2.8	11.0	12.5
Promedio N3	5	4.9	1.6	1.4	4.6	4.5	2.6	2.6	11.6	11.8
Muestra 1	6.2	5.9	2.0	2.4	5.3	5.4	2.8	2.6	15.4	15.0
Muestra 2	5.3	5.9	1.7	2.1	5.3	5.4	3.5	3.4	15.4	15.4
Muestra 3	5.6	6.0	2.2	2.2	6.3	5.4	3.3	3.3	15.5	15.9
Promedio N4	5.7	5.9	2	2.2	5.6	5.4	3.2	3.1	15.4	15.4
Muestra 1	5.3	5.1	2.0	1.9	4.9	4.9	2.9	2.8	11.5	11.4
Muestra 2	5.0	5.0	1.5	1.7	5.1	5.0	2.7	2.5	11.5	11.6
Muestra 3	5.5	5.5	1.9	1.8	4.8	4.7	2.7	2.6	11.7	11.6
Promedio N5	5.3	5.2	1.8	1.8	4.9	4.8	2.7	2.6	11.6	11.5
Muestra 1	4.8	4.5	1.9	1.5	5.2	4.8	2.7	2.2	11,8	11.2
Muestra 2	4.5	5.1	1.4	1.6	4.9	5.4	2.2	2.5	10.5	10.7
Muestra 3	4.8	4.4	1,5	1.6	4.9	5.5	2.9	2.8	12.7	12.8
Promedio N6	4.7	4.7	1.6	1.6	4.6	4.6	2.6	2.5	11.6	11.5
Muestra 1	5.5	5.4	1.7	1.7	5.3	5.2	2.6	2.8	15.8	14.4
Muestra 2	5.8	6.3	2.2	1.9	5,8	5.8	3.2	3.1	15.4	15.7
Muestra 3	5.7	6.0	1,8	1.9	5.4	5.2	3,5	3.1	15.1	16.8
Promedio N7	5.6	5.9	1.9	1.8	5.5	5.4	3.1	3.0	15.4	15.6
Muestra 1	5.5	5.6	1.6	1.9	5,2	5.2	2.8	2.7	14.0	14.0
Muestra 2	5.9	5.4	1.6	1.9	5.3	6.0	2.7	2.7	13.9	13.9
Muestra 3	5.4	6,1	1.7	2.0	5.5	5.1	2.8	2.8	13.6	13.4
Promedio N8	5.6	5.7	1.8	1.9	5.3	5.4	2.7	2.7	13.8	13.7

Muestra 1	4.7	4.6	1.5	1.3	4.8	4.9	2.7	2.7	9.8	9.5
Muestra 2	4.2	4.3	1.4	1.5	4.2	4.3	2.2	2.0	11.0	10.7
Muestra 3	5.0	5.1	1.4	1.3	4.4	4.6	2.3	2.7	11.5	11.0
Promedio N9	4.6	4.6	1.4	1.4	4.6	4.6	2.4	2.5	10.7	10.4
Muestra 1	5.2	5.1	1.4	1.1	4.8	4.8	2.8	2.6	11.7	11.6
Muestra 2	5.4	5.1	1.5	1.4	5.1	5.0	2.8	2.6	11.9	12.1
Muestra 3	5.1	5.5	1.7	1.6	4.4	5.1	2.2	2.4	11.9	11.9
Promedio N10	5.2	5.2	1.5	1.4	4.8	4.9	2.6	2.6	11.8	11.9
Muestra 1	4.7	4.3	1.5	1.5	4.8	4.6	2.3	2.2	11.4	11.3
Muestra 2	4.5	5.6	1.5	1.4	4.5	4.6	2.6	2.6	11.4	11.4
Muestra 3	5.2	4.8	1.5	1.4	4.6	4.7	2.8	2.2	12.0	11.9
Promedio N11	4.8	4.9	1.5	1.4	4.6	4.6	2.5	2.3	11.6	11.5
Muestra 1	6.4	6.1	1.9	1.7	4.9	4.8	3.0	2.8	13.9	13.9
Muestra 2	5.2	5.3	1.9	2.0	5.6	4.9	2.4	2.6	13.6	13.9
Muestra 3	5.4	5.4	1.8	1.5	4.8	5.3	2.8	3.0	14.0	13.2
Promedio N12	5.6	5.6	1.8	1.7	5.1	5.0	2.7	2.8	13.8	13.6
Muestra 1	5.2	5.4	1.7	1.7	4.9	4.8	2.6	2.5	13.9	13.7
Muestra 2	5.7	5.7	1.7	1.7	5.5	5.6	2.8	2.9	13.6	13.1
Muestra 3	6.0	6.1	1.8	1.7	5.3	5.5	3.2	3.2	14.0	13.2
Promedio N13	5.6	5.7	1.7	1.6	5.2	5.3	2.8	2.8	13.8	13.3
Muestra 1	4.3	4.5	1.4	1.6	4.9	4.9	2.6	2.3	10.0	10.3
Muestra 2	5.2	5.6	1.4	1.5	4.0	4.1	2.4	2.3	11.3	11.0
Muestra 3	4.7	4.5	1.4	1.5	4.4	4.4	2.4	2.4	12.0	12.0
Promedio N14	4.7	4.8	1.4	1.5	4.4	4.4	2.4	2.3	11.1	11.1
Muestra 1	6.2	5.9	1.5	1.7	5.2	4.9	2.8	2.7	13.8	14.0
Muestra 2	5.3	5.3	1.7	1.7	5.1	4.9	2.8	2.7	12.9	13.6
Muestra 3	5.6	5.0	1.7	1.7	5.7	5.8	2.6	2.8	13.5	13.6
Promedio N15	5.7	5.4	1.6	1.7	5.3	5.2	2.7	2.7	13.4	13.7

Long D1, longitud ecográfica del ligamento cruzado craneal; Long D2, ancho ecográfico del ligamento cruzado craneal; Trans P3, perímetro ecográfico del ligamento cruzado craneal; mm, milímetros; MPD, miembro posterior derecho; MPI, miembro posterior izquierdo.

Anexo 3. Tabla de promedios de medidas ecográficas (mm) del ligamento cruzado craneal en el miembro posterior derecho (MPD) e izquierdo (MPI) para Long D1, Long D2, Trans D1, Trans D2 y Trans P3 en los 15 individuos en estudio.

Identificación	Medidas ecográficas en mm									
	Long D1		Long D2		Trans D1		Trans D2		Trans P3	
	MPD	MPI	MPD	MPI	MPD	MPI	MPD	MPI	MPD	MPI
N1	4.5	4.3	1.7	1.6	4.6	4.5	2.6	2.4	10.9	10.5
N2	4.2	4.5	1.7	1.5	4.5	4.4	2.6	2.6	11.5	11.3
N3	5	4.9	1.6	1.4	4.6	4.5	2.6	2.6	11.6	11.8
N4	5.7	5.9	2	2.2	5.6	5.4	3.2	3.1	15.4	15.4
N5	5.3	5.2	1.8	1.8	4.9	4.8	2.7	2.6	12.3	12.3
N6	4.7	4.7	1.6	1.6	4.6	4.6	2.6	2.5	11.6	11.5
N7	5.6	5.9	1.9	1.8	5.5	5.4	3.1	3.0	15.4	15.6
N8	5.6	5.7	1.8	1.9	5.3	5.4	2.7	2.7	13.8	13.7
N9	4.6	4.6	1.4	1.4	4.6	4.6	2.4	2.5	10.7	10.4
N10	5.2	5.2	1.5	1.4	4.8	4.9	2.6	2.6	11.8	11.9
N11	4.8	4.9	1.5	1.4	4.6	4.6	2.5	2.3	11.6	11.5
N12	5.6	5.6	1.8	1.7	5.1	5.0	2.7	2.8	13.8	13.6
N13	5.6	5.7	1.7	1.6	5.2	5.3	2.8	2.8	13.8	13.3
N14	4.7	4.8	1.4	1.5	4.4	4.4	2.4	2.3	11.1	11.1
N15	5.7	5.4	1.6	1.7	5.3	5.2	2.7	2.7	13.4	13.7

Long D1, longitud ecográfica del ligamento cruzado craneal a través de un corte longitudinal; Long D2, ancho ecográfico del ligamento cruzado craneal a través de un corte longitudinal; Trans D1, distancia horizontal del ligamento cruzado craneal a través de un corte transversal; Trans D2, distancia vertical del ligamento cruzado craneal a través de un corte transversal; Trans P3, perímetro ecográfico del ligamento cruzado craneal a través de un corte transversal; mm, milímetros; MPD, miembro posterior derecho; MPI, miembro posterior izquierdo.

Anexo 4. Tabla de mediciones obtenidas a través de disección (mm) del ligamento cruzado craneal en el miembro posterior derecho e izquierdo para longitud, ancho del centro, ancho origen, ancho de inserción y perímetro del ligamento cruzado craneal en los 15 perros en estudio.

Identificación	Medidas disección en mm									
	Longitud		Ancho medio		Ancho origen		Ancho inserción		Perímetro	
	MPD	MPI	MPD	MPI	MPD	MPI	MPD	MPI	MPD	MPI
N1	16	16	6	6	6	6	8	9	10	10
N2	16	16	6	6	6	6	8	8	10	11
N3	16	16	6	6	6	6	10	11	11	11
N4	20	20	8	8	7	7	13	12	18	18
N5	17	17	6	6	6	6	11	11.5	14	14
N6	16	16	6	6	6	6	10	10	13	13
N7	20	20	8	8	7	7	13	12	17	17
N8	20	19	7	7	6	7	12	12	16	16
N9	15	15	6	6	6	6	9	9	14	14
N10	16	16	6	6	6	6	10	10	14	14
N11	16	16	6	6	6	6	9	9	14	14
N12	18	18	7	7	6	6	12	12	17	17
N13	18	18	7	7	6	6	12	12	17	17
N14	16	16	6	6	6	6	8	8	12	12
N15	18	18	7	7	6	6	12	12	17	17

MPD, miembro posterior derecho; MPI, miembro posterior izquierdo; mm, milímetros.

Anexo 5. Tabla de coeficiente de correlación de Pearson entre las mediciones realizadas a *MPD, miembro posterior derecho; MPI, miembro posterior izquierdo; mm, milímetros.* través ecográficas y disección del ligamento cruzado craneal en los 15 perros en estudio.

Variable	Long D1		Longitud		Long D2		Ancho		Trans P3		Perímetro	
	MPD	MPI	MPD	MPI	MPD	MPI	MPD	MPI	MPD	MPI	MPD	
LongD1 MPI	∅0,93											
Longitud MPD	∅0,87	∅0,90										
Longitud MPI	∅0,87	∅0,90	∅0,99									
LongD2 MPD	∅0,54	∅0,62	∅0,81	∅0,83								
LongD2 MPI	∅0,67	∅0,66	∅0,88	∅0,87	∅0,86							
Ancho MPD	∅0,85	∅0,88	∅0,92	∅0,93	∅0,70	∅0,75						
Ancho MPI	∅0,85	∅0,88	∅0,92	∅0,93	∅0,70	∅0,75	∅1,00					
TransP3 MPD	∅0,91	∅0,96	∅0,94	∅0,94	∅0,75	∅0,74	∅0,88	∅0,88				
TransP3 MPI	∅0,93	∅0,95	∅0,94	∅0,94	∅0,71	∅0,74	∅0,88	∅0,88	∅0,98			
Perímetro MPD	0,90	∅0,90	∅0,78	∅0,80	∅0,49	∅0,60	∅0,87	∅0,87	∅0,85	∅0,83		
Perímetro MPI	∅0,89	∅0,89	∅0,78	∅0,80	∅0,49	∅0,61	∅0,87	∅0,87	∅0,85	∅0,83	∅0,99	

∅ *Correlación de Pearson (P<0,005). MPD, miembro posterior derecho; MPI, miembro posterior izquierdo; Long D1, longitud ecográfica del ligamento cruzado craneal a través de un corte longitudinal; Long D2, ancho ecográfico del ligamento cruzado craneal a través de un corte longitudinal; Trans P3, perímetro ecográfico del ligamento cruzado craneal a través de un corte transversal.*

Anexo 6. Pauta de evaluación del ligamento cruzado craneal. *MPD, miembro posterior derecho; MPI, miembro posterior izquierdo; mm, milímetros.*

EVALUACIÓN DEL LIGAMENTO CRUZADO CRANEAL

Fecha: N° Ficha:
 Paciente: Sexo:
 Raza: Edad:

EXAMEN CLÍNICO Y RADIOGRÁFICO

Cajón anterior:
 Hallazgos radiográficos:

Observaciones:

EXAMEN ECOGRÁFICO Y DISECCIÓN

Mediciones Ecográficas (mm)	Mediciones Anatómicas (mm)
Long D1:	Longitud:
Long D2:	Ancho medio:
Trans D1:	Ancho origen:
Trans D2:	Ancho inserción:
Trans P3:	Perímetro:

Long D1, longitud ecográfica del ligamento cruzado craneal; Long D2, ancho ecográfico del ligamento cruzado craneal; Trans D1, distancia ecográfica transversal del ligamento cruzado craneal; Trans D2, distancia ecográfica horizontal del ligamento cruzado craneal; Trans P3, perímetro ecográfico del ligamento cruzado craneal.

Características ecográficas:

9. AGRADECIMIENTOS

A Víctor y Angélica, gracias por ser el gran pilar en mi vida.

A Juanita y Carmen, gracias por brindarme un hogar lejos de casa y por su amistad.

Gracias a todos aquellos que de una u otra forma vivieron, acompañaron, rieron, lloraron, pelearon, disfrutaron, apoyaron e hicieron posible el desarrollo de esta etapa en mi vida.