

## Artículo de investigación

**Morphological and biomechanical description of the canine knee joint (*Canis lupus familiaris*)***Descripción morfológica y biomecánica de la articulación de la rodilla del canino (*Canis lupus familiaris*)**Descrição morfológica e biomecânica da articulação do joelho canino (*Canis lupus familiaris*)*Manuel Saldivia Paredes <sup>1\*</sup> ✉, MV, MSc**Fecha correspondencia:**

Recibido: 28 de junio de 2018.

Aceptado: 17 de diciembre de 2018.

**Forma de citar:**Saldivia Paredes M. Descripción morfológica y biomecánica de la articulación de la rodilla del canino (*Canis lupus familiaris*). Rev. CES Med. Zootec. 2018; Vol 13 (3): 294-307.**Open access**

© Copyright

[Creative commons](#)[Ethics of publications](#)[Peer review](#)[Open Journal System](#)DOI: [http://dx.doi.org/10.21615/](http://dx.doi.org/10.21615/cesmvz.13.3.1)[cesmvz.13.3.1](#)

ISSN 1900-9607

**Filiación:**<sup>1\*</sup> Escuela de Medicina Veterinaria. Universidad Santo Tomás, Buena vecindad 91, Puerto Montt, Chile.

Comparte

**Abstract**

The synovial joints, or also known as diarthroids, are characterized by their high mobility, constituted by a protective joint capsule, which in turn internally allows the formation of a cavity, where it is possible to observe synovial fluid, responsible for providing Nutritional elements; Purifying cell debris; Make a damping between the articular faces and lubricate the articular surfaces. The knee is one of the largest synovial joints in the body and one of the most complex is its morphology and biomechanics. Its anatomical conformation consists of the union of bony, cartilaginous, ligamentous, vascular and muscular structures that allow to grant a specific functionality in its extensor, flexor and slight rotation capacity. Therefore, the objective of the following study was to perform a morphological description of the macroscopic anatomical structures, which participate in the conformation of the knee joint and how they can allow a particular biomechanical functionality. For this, dissections of 10 knees of male dogs were carried out in the veterinary anatomy laboratory of the Universidad Santo Tomas, Puerto Montt. The results indicate detailed characteristics of the canine knee morphology and how each of them allows to understand and explain the biomechanical capacity of this joint.

**Keywords:** *Biomechanics; knee; macroscopic; morphology; synovial.***Resumen**

Las articulaciones sinoviales o también conocidas como diartroideas se caracterizan por presentar gran movilidad, estar constituidas por una cápsula articular de protección, la que a su vez internamente permite la formación de una cavidad, donde es posible observar el líquido sinovial, responsable de proveer elementos nutricios; producir la depuración de los desechos celulares; realizar una amortiguación entre las caras articulares y lubricar las superficies articulares. La rodilla es una de las articulaciones sinoviales más grandes del cuerpo y una de las más complejas en su morfología y biomecánica. Su conformación anatómica consta de la unión de estructuras óseas, cartilaginosas, ligamentosas, vasculares y musculares que permiten otorgar una funcionalidad específica en su capacidad extensora, flexora y leve rotación. Por lo que el objetivo del siguiente estudio

fue realizar una descripción morfológica de las estructuras anatómicas macroscópicas, que participan en la conformación de la articulación de la rodilla y como ellas pueden permitir una funcionalidad biomecánica particular. Para ello se realizaron disecciones de 10 rodillas de perros machos conservados en el laboratorio de anatomía veterinaria de la Universidad Santo Tomás, sede Puerto Montt. Los resultados indican características detalladas de la morfología de la rodilla del canino y como cada uno de ellos permiten entender y explicar la capacidad biomecánica de esta articulación.

**Palabras clave:** *Biomecánica; macroscópica; morfología; rodilla; sinovial.*

## Resumo

Articulações sinoviais ou também conhecido como diartroideas são caracterizados por uma elevada mobilidade, ser constituído por uma cápsula da articulação de protecção, o que por sua vez permite que internamente a formação de uma cavidade, onde se pode observar o fluido sinovial, responsável pelo fornecimento de elementos nutrientes; produzir a purificação do lixo celular; faça um amortecimento entre as faces das juntas e lubrifique as superfícies das juntas. O joelho é uma das maiores articulações sinoviais do corpo e uma das mais complexas em sua morfologia e biomecânica. conformação anatómica consiste na união de osso, cartilagem, ligamentos, estruturas vasculares e musculares que permitem dar uma funcionalidade específica na sua capacidade extensor, flexor e rotação ligeira. Assim, o objectivo do presente estudo foi realizar uma descrição morfológica das estruturas anatómicas macroscópicas, envolvidos na formação da articulação do joelho em que podem permitir que uma funcionalidade especial biomecânico. Para tanto, foram realizadas dissecações de 10 joelhos de cães machos preservados no laboratório de anatomia veterinária da Universidade Santo Tomás, sede de Puerto Montt. Os resultados indicam características detalhadas da morfologia do joelho canino e como cada um de los permite entender e explicar a capacidade biomecânica desta articulação.

**Palabras-chave:** *Biomecânica; macroscópico; morfologia; joelho; sinovial.*

## Introducción

### Osteología

La articulación de la rodilla o también conocida como articulación femoro-tibio patelar, corresponde a una articulación de gran movilidad, clasificada como diartroidea o sinovial, participando en movimientos de flexión y extensión. Las estructuras óseas que permiten otorgar su morfología corresponden a la epífisis distal del fémur, patela y epífisis proximal de la tibia (Panesso *et al.*, 2008; Evans, 2002).

A nivel de la epífisis distal del fémur es posible observar la presencia de dos cóndilos femorales de gran tamaño, dispuestos por medial y lateralmente, los cuales toman contacto con su cara distal con las caras proximales de los cóndilos medial y lateral de la epífisis proximal de la tibia, permitiendo transferir el peso del cuerpo al segmento distal de la rodilla. Inmediatamente caudo-distal a los cóndilos femorales se observa una separación intercondilar permitiendo la formación de la fosa intercondílea, la cual está limitada cranealmente por el borde distal de la superficie patelar y tróclea y caudalmente por la línea intercondílea, la cual lo separa de la superficie poplítea femoral (Sisson.,1992; Done.,2010).

El cóndilo lateral femoral es más plano en su cara lateral, y es menos prominente que el medial, aunque es más sólido y robusto. Este último se proyecta medialmente hacia distal permitiendo que la cara distal del fémur este prácticamente horizontal (König y Liebich, 2011).

Lateral y medialmente en cada cóndilo es posible observar dos prominencias óseas denominados epicóndilos, siendo de estos dos, el más prominente el epicóndilo medial. Proximal al epicóndilo medial se encuentra una pequeña prominencia llamada tubérculo aductor (Evans., 2002; Sisson., 1992).

La superficie poplítea femoral, está en la cara caudal de la epífisis distal del fémur, inmediatamente proximal y medial a las fabellas, ubicados en las caras caudo proximales de ambos cóndilos femorales, otorgando una forma triangular a nivel de esta zona anatómica. Dicha región cuenta con relaciones neuro-vasculares importantes como la arteria, vena y nervio poplíteo, además de la presencia de las arterias genuales mediales y laterales en los márgenes más periféricos de la zona descrita. Al igual que varios sitios de inserción de grupos musculares como gastrocnemios, vasto medial y aductor mayor (Panesso *et al.*, 2008; Evans., 2002).

El aspecto medial de la epífisis distal del fémur soporta mayor peso corporal a diferencia del segmento lateral, permitiendo soportar un peso en un eje más mecánico que anatómico (Sisson, 1992).

Budras *et al.*, (2005); Sisson., (1992); König y Liebich, (2011) plantean que la anulación del fémur está dada por la ubicación del cóndilo femoral en una línea distal a la cabeza femoral, lo cual permite que la línea de soporte del peso atravesase el centro de la articulación de la rodilla.

Otra estructura ósea que participa en la conformación de la rodilla es la epífisis proximal de la tibia, la cual está constituida por dos cóndilos tibiales de forma redondeada y aplanada. El cóndilo lateral tibial presenta una superficie articular fibular, lugar en el cual se articula con la fíbula. Craneal a los dos cóndilos es posible observar la formación de una cresta tibial acompañada de una tuberosidad tibial (Adams, 1988).

Lateral a la tuberosidad tibial se distingue un surco denominado extensor, el cual permite el paso del tendón del músculo extensor digital largo. En su margen caudal entre ambos cóndilos se observa una incisura poplítea permitiendo el paso de los vasos poplíteos. Proximal entre ambos cóndilos se forman dos eminencias intercondilares y dos áreas intercondilares divididas en: craneal, y caudal. El área intercondílea craneal es una pequeña depresión situada en dirección craneal a las eminencias intercondilares, permitiendo el área de inserción del segmento craneal de los meniscos y ligamento cruzado craneal. El área intercondilar caudal ocupa un lugar similar a la anterior, siendo caudal a las eminencias intercondilares, permitiendo la inserción del segmento caudal de los meniscos y ligamento cruzado caudal (Shively., 1993; König y Liebich, 2011).

### **Artrología**

Evans (2002), señala que la artrología de la rodilla se compone de una capsula articular femorotibial, formada por tres sacos, dos entre los cóndilos femoral y tibial (sacos articulares tibiofemorales) y un tercero, que es profundo a la patela (saco articular femoropatelar). Los sacos articulares tibiofemorales se extienden en dirección caudal y proximal. El saco tibiofemoral lateral continua distalmente a través del

surco extensor formando la vaina tendinosa propia del tendón del músculo extensor digital largo, también rodea el tendón del origen del músculo poplíteo.

Entre cada cóndilo femoral y tibial se localizan los meniscos los cuales corresponden a fibrocartílago en forma de C con bordes periféricos gruesos y áreas centrales cóncavas delgadas que compensan la falta de concordancia entre la tibia y fémur Messner., (1998); König y Liebich, (2011) describe que la unión de ambos meniscos insertos en las áreas intercondilares es por medio de los ligamentos meniscos tibiales craneales y caudales.

La porción caudal del menisco lateral se inserta en la fosa intercondílea del fémur por un ligamento menisco femoral. El menisco medial se adhiere al ligamento colateral medial.

Los ligamentos tibiofemorales son los ligamentos colaterales y cruzados. El ligamento colateral medial se extiende desde el epicóndilo medial del fémur hasta el lado medial de la tibia, distal al cóndilo medial. Se fusiona con la cara lateral del menisco medial (Rosster, 2006).

El ligamento colateral lateral se extiende desde el epicóndilo lateral del fémur sobre el tendón de origen del poplíteo hasta la cabeza de la fíbula y el cóndilo lateral de la tibia (Budras, 2005).

El Ligamento cruzado craneal se ubica en línea media a la fosa intercondilar femoral, llegando hacia el área intercondilar craneal de la tibia (Radford, 1996). La funcionalidad de este ligamento radica en impedir que la tibia se deslice craneo distal al fémur cuando el miembro pélvico sostiene el peso, limitando también la rotación medial de la tibia cuando la articulación femorotibial esta flexionada (Evans, 2002).

Ligamento cruzado caudal va desde la fosa intercondilar femoral en dirección distal, se inserta en el borde medial de la escotadura poplíteo de la tibia caudalmente a la inserción caudal del menisco medial (Montgomery, 1995). Este ligamento impide el movimiento caudal de la tibia distalmente al fémur cuando el miembro pélvico sostiene el peso (Adams, 1988).

### **Biomecánica de la rodilla**

La articulación de la rodilla permite generar varios movimientos básicos: flexión, extensión, angulación hacia dentro, angulación hacia fuera, movimiento anteroposterior y rotación axial (Amis *et al* 2003). Estos movimientos o grados de libertad están controlados mediante la restricción primaria y secundaria. Con la flexión y la extensión de la articulación de la rodilla, hay un movimiento de rodamiento y deslizamiento de los cóndilos femorales en relación con la meseta tibial. Al contrario, cuando la articulación está en extensión, hay un movimiento anterior de los cóndilos femorales con relación a la meseta tibial (Piermattei, 2009).

Gran parte de los perros en posición vertical tienen un ángulo normal en la rodilla de 130° a 140° grados. El límite normal de movimiento es de 110°, desde los 40° de flexión hasta los 150° en plena extensión. Para apoyar el peso de forma confortable en una postura de flexión parcial en todo momento, el mecanismo extensor de la articulación de la rodilla está muy bien desarrollado (Piermattei, 2009; König y Liebich, 2011).

Los principales músculos extensores de la rodilla son los cuatro músculos del grupo del cuádriceps. También existe un músculo extensor menor de la rodilla, el cual corresponde al músculo extensor digital largo (Shively., 1993; König y Liebich, 2011).

Continuando con la musculatura extensora de la rodilla Maquet (1976), indica que la tuberosidad tibial tiene un vínculo de importancia en el aumento del mecanismo de eficiencia del cuádriceps, de esta manera la tibia permite generar una rotación de unos 10° en los últimos 20° de extensión de la rodilla, debido a los diferentes tamaños y curvaturas que pueden presentar los cóndilos femorales.

Nisell (1985) señala que existen fuerzas de adherencias variables puntualmente en la articulación femorotibial, la cual está dirigida hacia craneal y caudalmente dependiendo del ángulo de extensión y flexión de la articulación (ángulo del tendón patelar (PTA) y la dirección de la fuerza de la adherencia tibio femoral por el PTA.

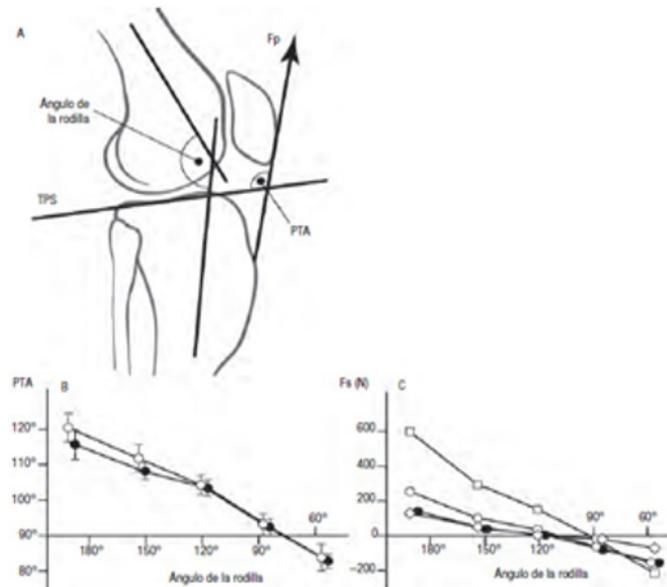
Panneso (2008) y Williams (2001), plantean que la fuerza de flexión y la extensión de la articulación de la rodilla, permite un movimiento de rodamiento y de deslizamiento de los cóndilos femorales en relación con la meseta tibial. Al contrario, cuando la articulación está en extensión, hay un movimiento anterior de los cóndilos femorales con relación a la meseta tibial. La restricción primaria de este grado normal de movimiento son los ligamentos cruzados craneal y caudal (Nokin, 2005).

Las funciones principales del ligamento cruzado craneal es evitar el desplazamiento hacia delante de la tibia en relación con el fémur (movimiento cajón anterior), mientras que el ligamento cruzado caudal evita el movimiento hacia atrás de la tibia en relación con el fémur (cajón posterior) (Voight., 2017; Mage., 2006). La lesión de los ligamentos cruzados anterior y posterior conduce a un movimiento anómalo entre el fémur y la tibia durante la flexión y extensión.

Sin embargo, las limitaciones secundarias no son por lo general eficaces para evitar el movimiento giratorio anómalo y se pueden lesionar ellos mismos cuando acuden a la función como limitaciones primarias en contra de un movimiento anteroposterior excesivo. Un ejemplo podría ser la elevada incidencia de desgarros de menisco asociados con lesiones del ligamento cruzado craneal (Cook, 2007).

El menisco medial actúa como un estabilizador contra un movimiento giratorio anterior excesivo, encajándose entre el cóndilo femoral y la meseta tibial. Esta acción conduce a un desgarramiento en mango de cuchara del menisco medial. Cuando la rodilla está flexionada, el ligamento colateral lateral empieza a relajarse, lo que permite el desplazamiento posterior del cóndilo femoral lateral en la meseta tibial. Este proceso conduce a una rotación interna de la tibia con relación al fémur. El movimiento axial de la tibia se invierte con la extensión cuando el ligamento colateral lateral empieza a estirarse, lo que produce un deslizamiento anterior del cóndilo femoral lateral en la meseta tibial. Las limitaciones primarias contra la rotación axial anómala son los ligamentos colaterales medial y lateral, así como los ligamentos cruzados anterior y posterior (Messner., 1998; Cook., 2007., Panneso, 2008).

Cuando la articulación de la rodilla está en extensión, los ligamentos colaterales limitan el movimiento axial anómalo de la tibia. Con la flexión de la articulación de la rodilla, los ligamentos cruzados limitan a la articulación para el movimiento axial lateral anómalo. Los ligamentos cruzados anterior y posterior son capaces de proporcionar una estabilidad axial a causa de su orientación espacial en la articulación.



**Figura 1.** (A) Referencia anatómica del estudio radiográfico y morfológico de la rodilla. Se muestra la fuerza del tendón patelar (Fp), la cual es aproximadamente de la misma magnitud y dirección que la de la fuerza compresiva femorotibial y resulta en una cantidad variable de fuerza adherencia (cizalladura) tibiofemoral dependiendo del ángulo de flexión de la rodilla y de la pendiente de la meseta tibial (TPS), influyendo ambos en el ángulo del tendón patelar (TPA). (B) Relación entre el PTA (eje y) y el ángulo de flexión de la rodilla (eje x); se aprecia que el TPA= 90° en el ángulo de flexión de la rodilla=100°. (C) Fuerzas de adherencia (cizalladura) tibiofemoral durante la extensión en varios ángulos de flexión de la rodilla al igual que en extensión. Reproducido y modificado por Nisell (1985), publicado por Taylor y Francis, citado por Randyn (2007).

Los ligamentos cruzados se torsionan uno con otro cuando la rodilla está en flexión, lo que limitan la rotación axial medial (Slatter, 2006).

En el caso de una lesión un estabilizador axial primario, a la inspección clínica se observa un reducido movimiento rotacional de la tibia en relación al fémur. Como ejemplo, la lesión del ligamento cruzado craneal, cuando la articulación está en flexión, se encuentra una rotación medial anómala de la tibia (Piermattei, 2009). Los estabilizadores secundarios del movimiento axial anómalo son los meniscos, la cápsula articular fibrosa, las fuerzas musculares dinámicas y la geometría normal de las superficies articulares. Los limitadores secundarios no son capaces de oponerse de forma eficaz a un movimiento axial anómalo cuando los limitadores primarios están lesionados. Sujetos a estas fuerzas anómalas, los limitadores secundarios conducen a menudo a su lesión. Los desgarros de menisco y la desestructuración de las superficies articulares son a menudo secuelas de un movimiento axial anómalo después de la lesión del ligamento cruzado anterior. Los limitadores primarios contra la angulación varo-valgo anómala son los ligamentos colaterales medial y lateral y la cápsula articular fibrosa. La lesión de los limitadores medial y lateral da lugar a una angulación interna o externa excesiva (Bojrab, 2000; Slatter, 2006).

## Materiales y métodos

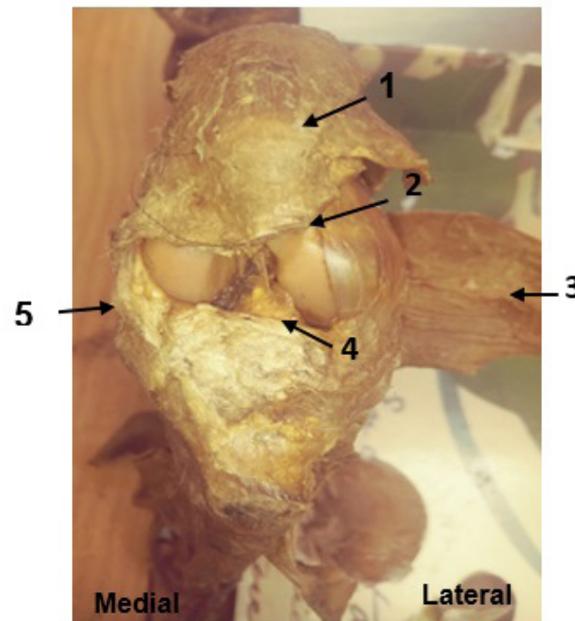
Se realizaron disecciones de 10 rodillas de perros machos (mestizos), de talla mediana, todos con edades entre 5 a 13 años, conservados con solución fijadora conservadora vía carótida común, vena yugular externa y arteria y vena femoral. La composición de esta solución consiste en: alcohol 97%, solución de formaldehído al 37%, cloruro de benzalconio, glicerina, sal, esencia de eucalipto y agua, todo elaborado en dispensador con capacidad de 50 litros. El periodo de conservación de los cuerpos fue por 6 meses previo al trabajo de disección.

Cada muestra cadavérica fue trabajada en mesones de acero inoxidable en el laboratorio de Anatomía Veterinaria, de la Universidad Santo Tomás, sede Puerto Montt.

Se realizó trabajo de disección con los miembros pélvicos derechos, mientras que con los miembros pélvicos izquierdos se realizó técnica de osteotecnia para descripción ósea. Solo se consideraron aquellos miembros que no presentaban algún tipo de lesión: abrasión, laceración, solución de continuidad, hematomas u fracturas.

## Disección extracapsular

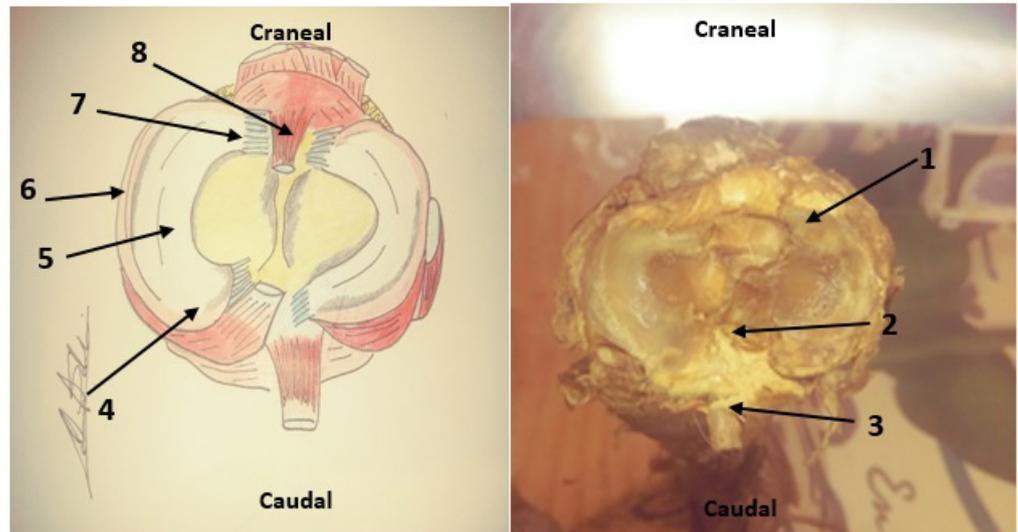
La disección se inició desde el margen medial de la articulación aislando piel, tejido subcutáneo y fascia muscular para la observación extracapsular de la rodilla. Posterior a ello se refleja la musculatura extensora, presentando gran adherencia a nivel de los músculos vastos (lateral y medial) y flexora de ella. El tendón patelar es aislado permitiendo visualizar cranealmente el estrato fibroso de la capsula articular (Figura 2). Al despejar completamente las estructuras tendinosas y musculares de esta articulación, se puede observar desde sus márgenes mediales y laterales la presencia de los ligamentos colaterales (medial y lateral).



**Figura 2.** Vista craneal de la articulación de la rodilla conservada, se observa: (1) Tendón patelar (2) Estrato fibroso de capsula articular (3) Tendón de M. bíceps femoral reflejado (4) Grasa infrapatelar (5) Ligamento colateral medial. Laboratorio de Anatomía Veterinaria, Universidad Santo Tomás, sede Puerto Montt.

### Disección intracapsular

Una vez diseccionado todo lo extracapsular, se realiza una incisión en el margen craneal del estrato fibroso sinovial, permitiendo exponer las estructuras intracapsulares entre las cuales se distingue: meniscos, ligamentos cruzados y estructuras vasculares. Los meniscos se observan como discos semilunares de tonalidad blanquecinas, siendo el menisco medial fino y cóncavo a diferencia del menisco lateral el cual es más grueso y convexo, acompañado de una coloración más oscura lo que se condice a su mayor capacidad de vascularización (Figura 3).



**Figura 3.** Vista proximal de meniscos, se observa: (1) Menisco lateral, (2) Lig. intermeniscal caudal (Posterior), (3) Lig cruzado caudal, (4) Cuerno meniscal caudal (posterior), (5) Zona avascular del menisco medial, (6) Zona vascular del menisco medial, (7) Ligamento intermeniscal craneal (anterior), (8) Lig cruzado craneal. Laboratorio de Anatomía Veterinaria, Universidad Santo Tomás, sede Puerto Montt.

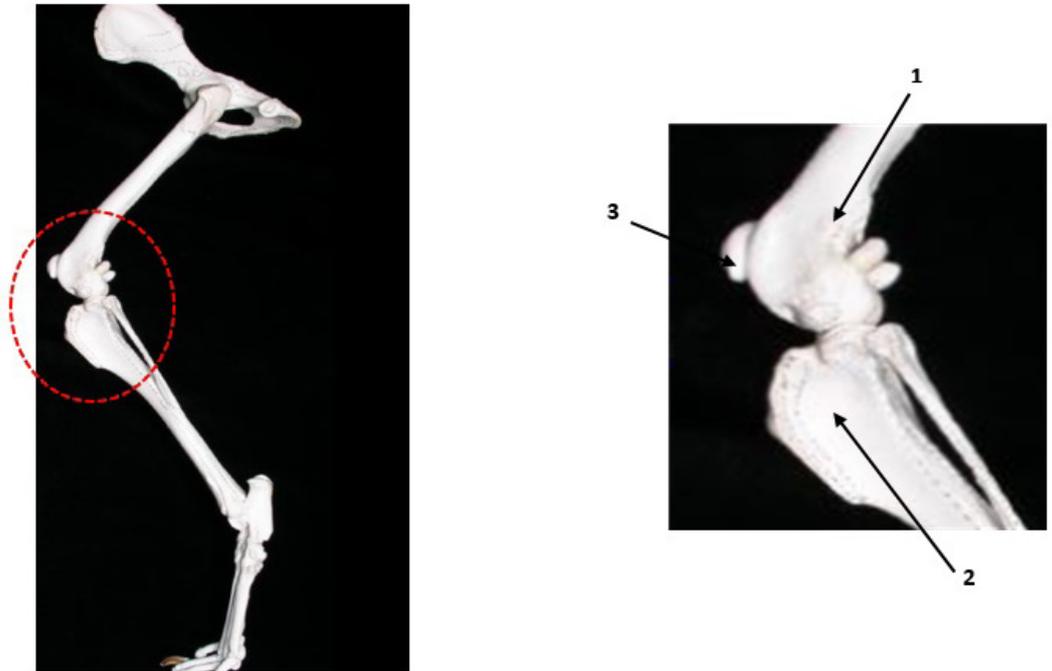
La disposición de los ligamentos cruzados es en línea media a nivel de la fosa intercondilar del fémur. El ligamento menisco femoral es fuerte y grueso.

### Descripción ósea

Se realizó la técnica de osteotécnica química y por cocción forzada de los miembros pélvicos izquierdos. Para ello se realizó la cocción del segmento apendicular por 60 minutos, acompañado de un desengrasante e hidróxido de potasio para acelerar el proceso de degradación de tejido orgánico. Todo precedido por un proceso de descarnado que tuvo una duración de 4 horas.

El secado de las estructuras óseas fue por medio de temperatura ambiente por un periodo de 6 horas diarias en un total de 4 días.

La unión de los huesos se realizó con la utilización de nylon de diámetro 0,60 a través de agujeros realizados con broca de diámetro 3.0 (Figura 4).



**Figura 4.** Maqueta de esqueleto apendicular de canino. (1) Epífisis distal del fémur, (2) Epífisis proximal de la Tibia (3) Patela. Laboratorio de Anatomía Veterinaria, Universidad Santo Tomás, sede Puerto Montt.

### Resultados

En la [tabla 1](#) se muestran los resultados obtenidos en las disecciones de las rodillas de caninos.

**Tabla 1.** observaciones de estructuras anatómicas de rodillas diseccionadas

<b>Rodilla diseccionada</b>	<b>Cápsula articular</b>	<b>Ligamentos cruzados</b>	<b>Meniscos</b>	<b>Estructuras óseas (epífisis distal del fémur y epífisis proximal de la tibia y patela)</b>
<b>1a</b> <b>1b</b>	<b>1a:</b> evidencia anatómica normal de sacos femorotibiales.	<b>1a:</b> el Ligamento cruzado craneal se ubica en línea media a la fosa intercondilar femoral, llegando hacia el área intercondilar craneal de la tibia.  <b>1a:</b> ligamento cruzado caudal va desde la fosa intercondilar femoral en dirección distal, se inserta en el borde medial de la escotadura poplíteica de la tibia.	<b>1a:</b> los meniscos se encontraban insertos en las áreas intercondilares por medio de los ligamentos meniscos tibiales craneales y caudales.  <b>1a:</b> la porción caudal del menisco lateral se inserta en la fosa intercondílea del fémur por un ligamento menisco femoral.	<b>1b:</b> contacto y morfología de ambos cóndilos sin malformación.
<b>2a</b> <b>2b</b>	<b>2a:</b> evidencia anatómica normal de sacos femorotibiales.	<b>2a:</b> ligamento cruzado caudal, unido a ligamento menisco femoral.	<b>2a:</b> mayor desarrollo de ligamento menisco femoral.	<b>2b:</b> contacto y morfología de ambos cóndilos sin malformación.

<i>Rodilla diseccionada</i>	<i>Cápsula articular</i>	<i>Ligamentos cruzados</i>	<i>Meniscos</i>	<i>Estructuras óseas (epífisis distal del fémur y epífisis proximal de la tibia y patela)</i>
<b>3a</b> <b>3b</b>	<b>3a:</b> evidencia anatómica normal de sacos femorotibiales.	<b>3a:</b> el Ligamento cruzado craneal se ubica en línea media a la fosa intercondilar femoral, llegando hacia el área intercondilar craneal de la tibia.  <b>3a:</b> ligamento cruzado caudal va desde la fosa intercondilar femoral en dirección distal, se inserta en el borde medial de la escotadura poplíteica de la tibia.	<b>3a:</b> los meniscos se encontraban insertos en las áreas intercondilares por medio de los ligamentos meniscos tibiales craneales y caudales.  <b>3a:</b> la porción caudal del menisco lateral se inserta en la fosa intercondílea del fémur por un ligamento menisco femoral.	<b>3b:</b> contacto y morfología de ambos cóndilos sin malformación.
<b>4a</b> <b>4b</b>	<b>4a:</b> evidencia anatómica normal de sacos femorotibiales.	<b>4a:</b> el Ligamento cruzado craneal se ubica en línea media a la fosa intercondilar femoral, llegando hacia el área intercondilar craneal de la tibia.  <b>4a:</b> ligamento cruzado caudal va desde la fosa intercondilar femoral en dirección distal, se inserta en el borde medial de la escotadura poplíteica de la tibia.	<b>4a:</b> los meniscos se encontraban insertos en las áreas intercondilares por medio de los ligamentos meniscos tibiales craneales y caudales.  <b>4a:</b> la porción caudal del menisco lateral se inserta en la fosa intercondílea del fémur por un ligamento menisco femoral.	<b>4b:</b> contacto y morfología de ambos cóndilos sin malformación.
<b>5a</b> <b>5b</b>	<b>5a:</b> evidencia anatómica normal de sacos femorotibiales.	<b>5a:</b> el Ligamento cruzado craneal se ubica en línea media a la fosa intercondilar femoral, llegando hacia el área intercondilar craneal de la tibia.  <b>5a:</b> ligamento cruzado caudal va desde la fosa intercondilar femoral en dirección distal, se inserta en el borde medial de la escotadura poplíteica de la tibia.	<b>5a:</b> los meniscos se encontraban insertos en las áreas intercondilares por medio de los ligamentos meniscos tibiales craneales y caudales.  <b>5a:</b> la porción caudal del menisco lateral se inserta en la fosa intercondílea del fémur por un ligamento menisco femoral.	<b>5b:</b> contacto y morfología de ambos cóndilos sin malformación.
<b>6a</b> <b>6b</b>	<b>6a:</b> se observa a nivel sacos femorotibiales, gran presencia de tejido adiposo adherido a la membrana capsular	<b>6a:</b> el Ligamento cruzado craneal se ubica en línea media a la fosa intercondilar femoral, llegando hacia el área intercondilar craneal de la tibia.  <b>6a:</b> ligamento cruzado caudal va desde la fosa intercondilar femoral en dirección distal, se inserta en el borde medial de la escotadura poplíteica de la tibia.	<b>6a:</b> los meniscos se encontraban insertos en las áreas intercondilares por medio de los ligamentos meniscos tibiales craneales y caudales.  <b>6a:</b> la porción caudal del menisco lateral se inserta en la fosa intercondílea del fémur por un ligamento menisco femoral.	<b>6b:</b> contacto y morfología de ambos cóndilos sin malformación

<b>Rodilla disecionada</b>	<b>Cápsula articular</b>	<b>Ligamentos cruzados</b>	<b>Meniscos</b>	<b>Estructuras óseas (epífisis distal del fémur y epífisis proximal de la tibia y patela)</b>
<b>7a</b> <b>7b</b>	<b>7a:</b> se observa a nivel sacos femorotibiales, gran presencia de tejido adiposo adherido a la membrana capsular.	<b>7a:</b> el Ligamento cruzado craneal se ubica en línea media a la fosa intercondilar femoral, llegando hacia el área intercondilar craneal de la tibia.  <b>7a:</b> ligamento cruzado caudal va desde la fosa intercondilar femoral en dirección distal, se inserta en el borde medial de la escotadura poplíteica de la tibia.	<b>7a:</b> los meniscos se encontraban insertos en las áreas intercondilares por medio de los ligamentos meniscos tibiales craneales y caudales.  <b>7a:</b> la porción caudal del menisco lateral se inserta en la fosa intercondílea del fémur por un ligamento menisco femoral.	<b>7b:</b> contacto y morfología de ambos cóndilos sin malformación.  <b>7b:</b> osificación en la unión tibio-fibular.
<b>8a</b> <b>8b</b>	<b>8a:</b> se observa a nivel sacos femorotibiales, gran presencia de tejido adiposo adherido a la membrana capsular	<b>8a:</b> el Ligamento cruzado craneal se ubica en línea media a la fosa intercondilar femoral, llegando hacia el área intercondilar craneal de la tibia.  <b>8a:</b> ligamento cruzado caudal va desde la fosa intercondilar femoral en dirección distal, se inserta en el borde medial de la escotadura poplíteica de la tibia.	<b>8a:</b> los meniscos se encontraban insertos en las áreas intercondilares por medio de los ligamentos meniscos tibiales craneales y caudales.  <b>8a:</b> la porción caudal del menisco lateral se inserta en la fosa intercondílea del fémur por un ligamento menisco femoral.	<b>8b:</b> contacto y morfología de ambos cóndilos sin malformación.
<b>9a</b> <b>9b</b>	<b>9a:</b> se observa a nivel sacos femorotibiales, gran presencia de tejido adiposo adherido a la membrana capsular.	<b>9a:</b> el Ligamento cruzado craneal se ubica en línea media a la fosa intercondilar femoral, llegando hacia el área intercondilar craneal de la tibia.  <b>9a:</b> ligamento cruzado caudal va desde la fosa intercondilar femoral en dirección distal, se inserta en el borde medial de la escotadura poplíteica de la tibia.	<b>9a:</b> los meniscos se encontraban insertos en las áreas intercondilares por medio de los ligamentos meniscos tibiales craneales y caudales.  <b>9a:</b> la porción caudal del menisco lateral se inserta en la fosa intercondílea del fémur por un ligamento menisco femoral.	<b>9b:</b> contacto y morfología de ambos cóndilos sin malformación.
<b>10a</b> <b>10b</b>	<b>10a:</b> se observa a nivel sacos femorotibiales, gran presencia de tejido adiposo adherido a la membrana capsular.	<b>10a:</b> el Ligamento cruzado craneal se ubica en línea media a la fosa intercondilar femoral, llegando hacia el área intercondilar craneal de la tibia.  <b>10a:</b> ligamento cruzado caudal va desde la fosa intercondilar femoral en dirección distal, se inserta en el borde medial de la escotadura poplíteica de la tibia.	<b>10a:</b> los meniscos se encontraban insertos en las áreas intercondilares por medio de los ligamentos meniscos tibiales craneales y caudales.  <b>10a:</b> la porción caudal del menisco lateral se inserta en la fosa intercondílea del fémur por un ligamento menisco femoral.	<b>10b:</b> contacto y morfología de ambos cóndilos sin malformación <b>10b:</b> osificación en la unión tibio-fibular.

**Tabla 2.** Porcentaje de variaciones anatómicas (%)

<i>Capsula articular</i>	<i>Ligamentos cruzados</i>	<i>Meniscos</i>	<i>Estructuras Oseas (epífisis distal del fémur y epífisis proximal de la tibia, patela y fíbula.</i>
30	10	10	20

## Discusiones

Las características morfológicas se condicen con las descritas en la literatura presentándose leves variaciones. Al igual que Evans (2002), el cual señala que la rodilla se compone de una cápsula articular femoro-tibial, formada por tres sacos, dos entre los cóndilos femoral y tibial (sacos articulares femorotibiales) y un tercero, que es profundo a la patela (saco articular femoro-patelar). El 70 % de las muestras diseccionadas presentaron estas características, el 30% restante presentaron una reducida claridad en la consistencia de su capsula articular, debido a la presencia de grasa alrededor del estrato, la cual consistía en una prolongación del tejido adiposo infra patelar.

En relación con la morfología de los ligamentos cruzados, el 90% de las muestras diseccionadas se condicen a lo descrito por Evans (2002) y König y Liebich (2011). Solo una muestra presento la unión del ligamento intermeniscal caudal con el ligamento cruzado caudal (Figura 3).

Con respecto a la morfología ósea, dos muestras presentaron una osificación en la unión tibio- fibular (sinostosis), lo cual no es normal ya que esta unión corresponde una articulación sinovial plana. Una de las explicaciones de ello, se puede deber a una edad avanzada por parte del animal.

En relación con la capacidad de movilidad de esta articulación, fue de un promedio de 130° en hiperextensión y 50° en flexión forzado. Se debe considerar que como corresponden a muestras biológicas conservadas, los rangos de movilidad se pueden ver reducidas o adaptadas por los cambios biológicos de conservación de los cadáveres. Además de no correlacionar estos ROM (rango óptimo de movimientos) con animales vivos, ya que el estudio solo busco una relación anatómica descriptiva de componentes biomecánicos de la rodilla.

Se considerar que a pesar de estas variables de movimientos la flexión y extensión antes de ser diseccionadas se condicen con lo planteado por Piermatte (2009) y König y Liebich (2011) quienes indican que los límites normales de movimiento son de 110°, y pueden estar desde los 40° de flexión hasta los 150° en plena extensión.

## Conclusiones

La articulación de la rodilla constituye uno de los complejos articulares únicos del cuerpo, debido a su diseño y combinación de diversos tejidos y órganos que lo conforman: Músculo, hueso, cartílago, estructuras vasculares, tejido adiposo y tegumento.

La capacidad de movimiento es especial debido a su ROM de flexión y extensión que cumplen un rol esencial en las diferentes actividades de nuestros pacientes caninos.

La cohesión de las estructuras anatómicas que conforman esta articulación, son las que permiten darle una consistencia y movilidad convirtiéndola en una de las articulaciones sinoviales de mayor complejidad.

Por medio del estudio realizado se buscó poder identificar características propias de la rodilla en miembros pélvicos diseccionados, con la finalidad de poder comprender la biomecánica de este complejo articular por medio de la observación y descripción anatómica.

A pesar de las disecciones realizadas se encontraron variaciones que no son significativas para una conclusión puntual.

Con relación a la biomecánica nos permitió verificar los grados de movilidad, los cuales son muy similares a los descritos por los autores, a pesar de solo realizar medición en cadáveres.

El poder realizar una descripción anatómica, por medio de una categorización de tamaños o razas, un mayor tamaño muestral y comparar grados de movilidad articular de rodillas en pacientes vivos, nos permitiría poder tener mayores conclusiones sobre este gran complejo articular.

## Referencias

1. Adams R. Anatomía canina. Edición: 1. Editorial Acribia, S.A,1988.
2. Amis AA, Bull AM, Gupte CM, Hijazi I, Race A, Robinson JR. Biomechanics of the PCL and related structures: posterolateral, posteromedial and meniscofemoral ligaments. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2003; 11: 271–81.
3. Bojrab M.J. Técnicas actuales en cirugía de pequeños animales. 4a edición. Inter-médica editorial, 2000.
4. Budras, K.D.; P.H.; Fricke,W.Anatomy of the dog, 5<sup>th</sup> ed.Frankfurt,S chlüttersche, 2005.
5. Cook C.Orthopedic manual therapy and evidence based approach.1ed.New Jersey: Pearson Prentice Hall;2007.
6. Dietz G, Wilcox D, Montgomery J. Second tibial condyle fracture: lateral capsular ligament avulsion. *Radiology*, 1986; 159: 467-469.
7. Evans,H.E. y de Lahunta,A.Miller´s Anatomy of the dog.4th ed.St.Louis,Elsevier Saunders, 2002.
8. Getty,R.Sisson y Grossman: Anatomía de los animales domesticos. Tomo II.5 ed. Bogotá, Masson,1992.
9. König,H.E. y Liebich,H.G.Anatomia de los animales domesticos.Tomo I:Aparato locomotor.2 ed. Madrid, Médica Panamericana, 2011.
10. Maquet,P.Tibial tuberosity advancement. *Clin Orthop Rel Res*, 1976; 115: 225-230.
11. Magge D.Orthopedic physical assessment. 4 ed.Philadelphia: Saunders,2006.
12. Nisell, R.Mechanics of the Knee.A study of joint and muscle load with clinical applications. *Acta Orthop Scand*; Supp.56: 3-42,1985.

13. Noki C, Levangie P. Joint structure y function. 4ed. Philadelphia.F.A.:Davis: 2005.
14. Messner K. The menisci of the knee joint. Anatomical and functional characteristics, and a rationale for clinical treatment Sports Medicine, Faculty of Health Sciences, Linköping University, Sweden; 1998.
15. Panesso.M. Biomecánico-clínica de la rodilla [Internet]. [Consultado: nov de 2018]. Disponible: [http://www.urosario.edu.co/urosario\\_files/4f/4f59d9d9-1c91-4115-9206-7b2b96342c14.pdf](http://www.urosario.edu.co/urosario_files/4f/4f59d9d9-1c91-4115-9206-7b2b96342c14.pdf)
16. Piermatti. Atlas de abordajes quirúrgicos de huesos y articulaciones Perros y gatos. 3ª edición. México: Mc-Graw- Hill Interamericana; 2009.
17. Randyn J. Avance de la tuberosidad tibial [internet] [consultado: nov 15 de 2018]. Disponible en: [http:// http://media.axon.es/pdf/90139.pdf](http://media.axon.es/pdf/90139.pdf).
18. Radford WJ, Amis AA. Biomechanics of a double prosthetic ligament in the anterior cruciate deficient knee. *J Bone Joint Surg Br*, 1996; 72 (6): 1038-1043.
19. Rooster H, De Bruin T, Van Bree H. Morphologic and Functional Features of the Canine Cruciate Ligaments, *Veterinary Surgery*, 2006; 35 (8): 769-780.
20. S. Done, P Goody, S. Evans, N. Stickland. Atlas en color de anatomía veterinaria. El perro y del gato. 2nd Edition, 2010.
21. Slatter D. Manual de cirugía en pequeñas especies. 1a. ed. McGraw-Hill Interamericana. México, D.F; 1996.
22. Shively, Michael. Anatomía veterinaria: básica, comparativa y clínica. Primera edición, México. Editorial el Manual Moderno; 1993.
23. Voight M. Músculos skeletal interventions techniques for therapeutic exercise. New York: McGraw Hill; 2007.
24. Williams.P. Anatomía de Gray. Bases anatómicas de la medicina y la cirugía. 38 ed. Madrid: Harcourt; 2001.