

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS



Medición del tamaño del tendón patelar por ultrasonido en pacientes con
cirugía de rodilla

Por:

Erika Lizeth Sánchez Hernández

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Junio 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Medición del tamaño del tendón patelar por ultrasonido en pacientes con
cirugía de rodilla

Por:

Erika Lizeth Sánchez Hernández

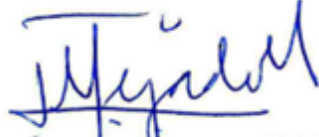
TESIS


Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:


MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

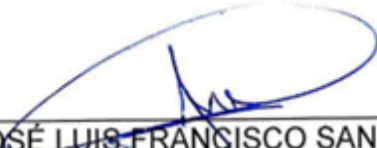
Aprobada por:


M.C. José Luis Francisco Sandoval Elías
Presidente


Dra. Luz María Tejada Ugarte
Vocal


M.C. Carlos Raúl Rascón Díaz
Vocal


M.V.Z. Gerardo Barrera Rayos
Vocal Suplente


M.C. JOSÉ LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Junio 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Medición del tamaño del tendón patelar por ultrasonido en pacientes con
cirugía de rodilla

Por:


Erika Lizeth Sánchez Hernández

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:


MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


M.C. José Luis Francisco Sandoval Elías
Asesor principal


Dra. Luz María Tejada Ugarte
Coasesor


M.C. Carlos Raúl Rascón Díaz
Coasesor


M.C. JOSÉ LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Junio 2023



DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi cariño a mi familia, a mis padres Guadalupe Hernández y Omar Sánchez por su apoyo y esfuerzo, por motivarme en estudiar lo que siempre quise, por su apoyo durante todo el transcurso de mi vida estudiantil, gracias a ellos he llegado a donde estoy en este momento, sin su apoyo no habría logrado ser lo que soy.

A mis hermanas Ana Sánchez y Sandra Sánchez, gracias por tanto apoyo y motivación para realizar este sueño.

A mis hermanos Ismael Sánchez y Cristián Sánchez, por estar para mí cuando lo necesite.

AGRADECIMIENTOS

A los médicos Gerardo Barrera y Ramiro Ramos por ser mis asesores, por ayudarme en la redacción y experimentación de la tesis.

A mi tutor José Luis Sandoval por apoyarme durante toda la carrera y ahora, por ser mi asesor de tesis.

A Kasandra Rivas y Guadalupe Varela por apoyarme en el transcurso de la realización de la tesis.

ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Hipótesis	2
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo general.....	2
1.2.2 Objetivos específicos.....	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Anatomía de la Rodilla del Perro	3
2.1.1 Osteología	3
2.1.2 Artrología o sindesmología	5
2.1.3 Miología	8
2.1.4 Inervación	10
2.1.5 Irrigación	14
2.1.5 Biomecánica	17
2.2 Patologías de la Rodilla del Perro	18
2.2.1 Luxación patelar.....	18
2.2.1.1 Luxación patelar medial	19
2.2.1.2 Luxación patelar lateral.....	19
2.2.2 Rotura del ligamento cruzado anterior	20
2.2.3 Fracturas en parte distal del fémur	22
2.2.4 Fracturas patelares	22
2.2.5 Fracturas en parte proximal de la tibia y fíbula	23
2.3 Estudio Ecográfico	23
2.3.1 Principios físicos	23
2.3.2 Conceptos.....	24
2.3.3 Equipo ecográfico	25

2.3.4 Artefactos.....	26
2.3.5 Planos ecográficos.....	27
2.3.6 Técnica de exploración de la rodilla.....	27
3. MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1 Localización y Clima del Área de Estudio.....	29
3.2 Material Utilizado.....	29
3.3 Método	30
4. RESULTADOS	31
5. DISCUSIÓN.....	42
6. CONCLUSIÓN.....	43
7. BIBLIOGRAFÍA.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1, Fémur, 3, patela; 6, fíbula; 7, tibia; 8, ligamento patelar; 9, tendón extensor digital largo; 11, ligamento colateral medial; 12, ligamento femoropatelar lateral; 13, ligamento colateral lateral; 14, tróclea; 15, ligamento cruzado caudal; 16, ligamento cruzado craneal; 17, menisco lateral; 20, ligamento meniscofemoral (Dyce et al., 2012).....	3
Figura 2. 14) Fémur, 20) patela, 22) peroné, 25) tibia (Popesko, 1998).....	5
Figura 3. 1) Ligamento cruzado anterior, 2) ligamento cruzado posterior, 3) menisco medial, 4) menisco lateral, 5) ligamento meniscofemoral, 6) menisco lateral 6) cuerpo adiposo intrarrotuliano, 7) ligamento colateral lateral, 8) ligamento colateral medial (Adams, 1988).	8
Figura 4. Representación de la musculatura de la cintura pelviana y del miembro pelviano del perro (Ellenberger, et al., 2012).....	9
Figura 5. 1´´, safeno; 6, peroneo; 6´, sural cutáneo lateral; 7, tibial; 7´, sural cutáneo caudal (Dyce, et al., 2012).....	11
Figura 6. 1, femoral; 2, poplítea; 3, craneal al pasar entre la tibia y la fíbula; 4, safena; 5,6, ramas de la arteria safena; 7, piso de la pelvis. (Dyce, et al., 2012).	14
Figura 7. Técnica de nivelación del plato tibial (Santoscoy, 2008).	22
Figura 8. Propiedades de una onda longitudinal. (Barajas, 2019).....	25
Figura 9. Técnica de exploración de la rodilla. Deben usarse planos longitudinales y transversales en todas las regiones (Penninck y D'Anjou, 2020).....	28
Figura 10. Imagen ultrasonográfica paciente Luna, miembro posterior izquierdo, rodilla sana.	31
Figura 11. Imagen ultrasonográfica paciente Luna, miembro posterior derecho, rodilla afectada.	32
Figura 12. Imagen ultrasonográfica paciente Marty, miembro posterior derecho, rodilla sana.	32
Figura 13. Imagen ultrasonográfica paciente Marty, miembro posterior izquierdo, rodilla afectada.	33
Figura 14. Imagen ultrasonográfica paciente Tupi, miembro posterior izquierdo, rodilla sana.	34
Figura 15. Imagen ultrasonográfica paciente Tupi, miembro posterior derecho, rodilla afectada.	35
Figura 16. Imagen ultrasonográfica paciente Nikita, miembro posterior derecho, rodilla sana.	36
Figura 17. Imagen ultrasonográfica paciente Nikita, miembro posterior izquierdo, rodilla afectada.	37
Figura 18. Imagen ultrasonográfica paciente Odín, miembro posterior derecho, rodilla sana.	38
Figura 19. Imagen ultrasonográfica paciente Odín, miembro posterior izquierdo, rodilla afectada.	39

Figura 20. Imagen ultrasonográfica paciente Damián, miembro posterior izquierdo, rodilla sana. 40

Figura 21. Imagen ultrasonográfica paciente Damián, miembro posterior derecho, rodilla afectada. 41

RESUMEN

El engrosamiento del tendón patelar en caninos puede causar dolor en la articulación femorotibiorrotuliana, que en algunos casos puede provocar una rotura parcial o total. La etimología son las cirugías realizadas en esta articulación, como pueden ser las osteosíntesis, estabilizaciones patelares, TTA, imbricación de la cápsula, desmotomía, abrazamiento patelar y la técnica de la hamaca.

El ultrasonido en todos los pacientes utilizados en el estudio mostro cambios a nivel del tendón patelar y solo los pacientes que presentaron alguna patología de la rodilla y fueron intervenidos mostraron cambios en líquido sinovial del miembro afectado.

La ecografía se realizó en 6 pacientes caninos de diferentes razas y tamaños que fueron intervenidos de la articulación de la rodilla, así como en estructuras cercanas, para poder medir el engrosamiento presente en el tendón patelar a causa de las cirugías realizadas.

Los pacientes que fueron intervenidos de la tibia no presentaron disminución de la cantidad del líquido sinovial, pero si ligero engrosamiento de tendón patelar del miembro afectado.

Los pacientes que presentaron ruptura de ligamento craneal cruzado y luxación patelar medial presentaron menor cantidad de líquido sinovial en la articulación afectada sugerente a osteoartritis degenerativa. Presentaron también ligero engrosamiento del tendón patelar de la rodilla afectada sugerente a cambios biodinámicas.

Palabras clave: Rodilla, Tendón, Articulación, Anatomía, Engrosamiento, Biodinámica, Ecografía, Luxación, Ligamento, Femorotibiorrotuliano

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de tesis tiene como objetivo mostrar, a través del uso del ultrasonido, el engrosamiento del tendón patelar en caninos a los cuales se les ha realizado alguna cirugía en la rodilla o próximo a esta.

La articulación de la rodilla (femorotibiorrotuliana) está constituida para realizar extensión y flexión. Es por esta razón que está diseñada por múltiples huesos (fémur, tibia y rotula), músculos (poplíteo, cuádriceps: vasto lateral, vasto intermedio, vasto medio y recto), ligamentos (patelar, cruzado: craneal y caudal, colateral: lateral y medial) en la que actúan todos estos.

Las cirugías de rodilla en pacientes caninos en ocasiones pueden causar un engrosamiento del tendón patelar en comparación al de caninos sanos.

Algunas de las patologías más frecuentes en la articulación femorotibiorrotuliana rodilla en perros son luxación patelar medial y lateral, ruptura del ligamento cruzado anterior, así como fracturas en la zona distal del fémur, de rótula y la zona proximal de tibia y fíbula. Al realizar cirugías para corregir estas patologías es probable que el tendón patelar sea comprometido, de forma que haya un engrosamiento, causando dolor en la articulación femorotibiorrotuliana pudiendo provocar roturas parciales o en dado caso, una rotura total.

El uso del equipo de ultrasonido en medicina veterinaria se ha ido empleando más en los últimos años, ha sido utilizado para diversas funciones, en este caso, para explorar el sistema musculo-esquelético en caninos, más específicamente, la rodilla de estos.

Las imágenes mostradas en el ultrasonido pueden ayudar a observar diferentes patologías en múltiples sistemas del cuerpo, dando así un diagnóstico más específico para el tratamiento de los pacientes.

1.1 Hipótesis

- Cualquier cirugía de rodilla, ya sea en la porción articular del fémur o de la tibia, va a generar una sobrecarga en el tendón de la patela y por consecuencia un engrosamiento del mismo que puede llegar a provocar dolor, ruptura parcial o en algunos casos con tensión excesiva una ruptura.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Determinar el tamaño del tendón patelar de la articulación operada a comparación de la sana.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar si alguna cirugía en específico ocasiona un aumento de tamaño del tendón patelar.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Anatomía de la Rodilla del Perro

2.1.1 Osteología

La articulación de la rodilla (femorotibiarrotuliana) está constituida por el fémur, patela, tibia y peroné:

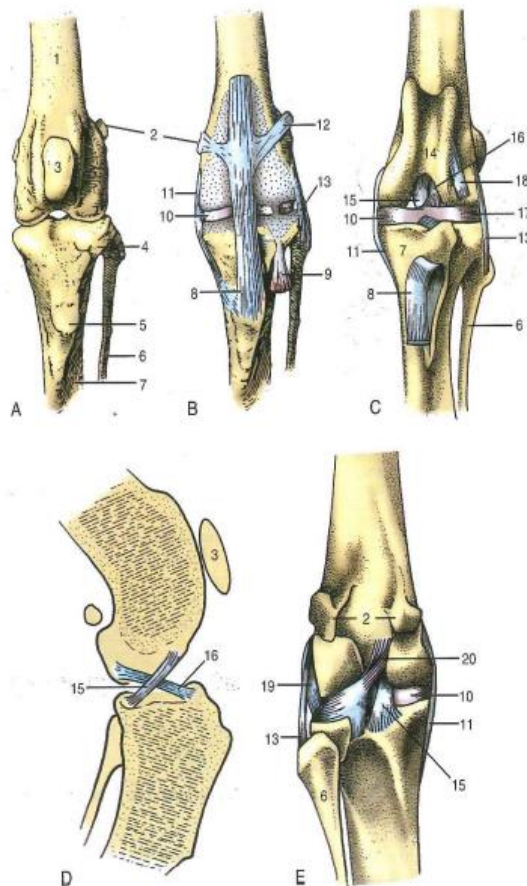


Figura 1. 1, Fémur, 3, patela; 6, fíbula; 7, tibia; 8, ligamento patelar; 9, tendón extensor digital largo; 11, ligamento colateral medial; 12, ligamento femoropatelar lateral; 13, ligamento colateral lateral; 14, tróclea; 15, ligamento cruzado caudal; 16, ligamento cruzado craneal; 17, menisco lateral; 20, ligamento meniscofemoral (Dyce *et al.*, 2012).

Fémur: El fémur, el esqueleto del muslo, es el más fuerte de los huesos largos (Dyce *et al.*, 2012). La parte proximal del fémur está compuesta por la cabeza articular,

dirigida hacia medial, en la superficie se encuentra una pequeña fovea. El cuello del fémur se puede observar como una constricción entre la cabeza y la extremidad proximal (Adams, 1988).

La extremidad distal del fémur tiene una tróclea y cóndilos que están dirigidos hacia caudal. El surco se encuentra delimitado por los labios lateral y medial. La tróclea del fémur continua hacia distal, junto a la fosa intercondílea, entre los dos cóndilos (Adams, 1988).

Patela: La patela (patella: cazuela), o rótula, es un hueso sesamoideo desarrollado dentro de la inserción del tendón de los músculos que forman el cuádriceps femoral, el principal musculo extensor de la babilla. Es ovoide en el perro. Se extiende medial y lateralmente con cartílagos tibiopatelaes (tibiorrotulianos) en estado fresco (Dyce, *et al.*, 2012).

Tibia: La parte proximal de la tibia tiene tres prominencias, 1) cóndilo medial, 2) cóndilo lateral, 3) cresta tibial. La parte proximal de la cresta tibial sirve para la fijación de los músculos que cumplen la función de extensión de la rodilla. Se destacan dos pequeños salientes en la parte proximal de la tibia que forman la eminencia intercondílea. En la cara caudal de la epífisis tibial se halla la incisura poplítea, distal al área intercondílea (Adams, 1988).

El maléolo medial se prolonga desde el extremo medial de la tibia. La parte superficial de la tibia es la cóclea (Adams, 1988).

Peroné: Tiene una cabeza proximal, un largo y delgado cuerpo, el cual se ensancha a distal. (Adams, 1988). No se articula al fémur y es más delgado que la tibia (Grossman y Sisson, 1982).

Entre la tibia y el peroné se puede observar un espacio interóseo, que a distal está aplanado, es más grueso y forma el maléolo lateral (Grossman y Sisson, 1982).

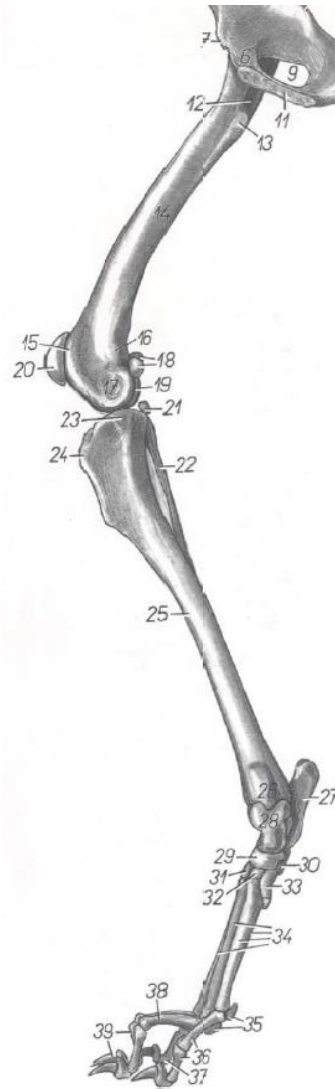


Figura 2. 14) Fémur, 20) patela, 22) peroné, 25) tibia (Popesko, 1998).

2.1.2 Artrología o sindesmología

La articulación femorotibiorrotuliana o de la rodilla está formada por la superficie distal del fémur, la superficie proximal de la tibia y patela, y está flexionada naturalmente en la postura erecta (cuadripedestación normal) (Dyce, *et al.*, 2012). La articulación de la rodilla es una articulación alternativa, compuesta e incompleta con las siguientes dos secciones:

- Articulación femorotibial (Articulatio femorotibialis), fémur y la tibia.
- Articulación femorrotuliana (Articulatio femoropatellaris), fémur y la rótula (König y Liebich, 2012).

La palpación de la articulación femoro-tibio-patelar revela las siguientes características del esqueleto: la pátela, los bordes de la tróclea y las caras externas de los cóndilos del fémur; los huesos sesamoideos dentro del origen del gastrocnemio; la cabeza de la fíbula; el borde del cóndilo lateral adyacente a la fíbula, la tuberosidad, el surco del músculo extensor, la superficie medial de la tibia (Dyce, *et al.*, 2012).

La articulación femorotibial es una articulación en la que se encuentran los cóndilos del fémur con en extremo proximal de la tibia. La incongruencia que muestra esta articulación es compensada por un menisco por cóndilo. El menisco propicia los movimientos de extensión y flexión, además de movimientos de rotación (articulación alternativa incompleta) (König y Liebich, 2012).

La articulación femorrotuliana es una articulación deslizante (Articulatio delabens) en la que la rótula se articula sobre una amplia superficie de la tróclea del fémur y se desliza sincronizadamente con cada movimiento de la articulación femorotibial sobre esta última. La cápsula articular es amplia y proximalmente en ambos lados se introduce debajo del tendón terminal del músculo cuádriceps femoral. Distalmente limita con la cavidad de la articulación femorotibial, con la que está comunicada (König y Liebich, 2012).

La articulación femorotibial tiene dos bolsas sinoviales; una está bajo el tendón del músculo extensor digital y su origen a partir de la fosa del extensor, y la otra invierte el tendón de origen del músculo poplíteo, que tiene un hueso sesamoideo cerca del cóndilo tibial (Dyce, *et al.*, 2012).

La bolsa articular lateral presenta dos fondos de saco. Una de estas excavaciones se dirige hacia el surco de extensor y rodea al tendón del músculo extensor digital largo del pie, con función de bolsa sinovial; la otra rodea el tendón del músculo poplíteo (König y Liebich, 2012).

La bolsa articular medial está comunicada dorsalmente con la cavidad de la articulación femorrotuliana (König y Liebich, 2012).

Capsula articular: Cuenta con una capa fibrosa que se une al hueso en los límites del cartílago articular excepto en tres puntos: primero, en la cara craneal del fémur, donde se fija proximalmente a la tróclea; segundo, en su cara craneal se fija en la rótula, por último, en la zona intercondilar se refleja y se dirige en sentido craneal para confundirse con los ligamentos cruzados que son intracapsulares y extraarticulares (Vérez, *et al.*, 2016).

Meniscos: Facilita, además de los movimientos de extensión y flexión, la acción de rotación de la rodilla (König y Liebich, 2012).

Menisco lateral: Es un fibrocartílago situado entre los cóndilos laterales del fémur y de la tibia. Se puede observar después de desinsertar el ligamento colateral y el tendón del musculo poplíteo (Gil, *et al.*, 2005).

Menisco medial: Tiene forma semilunar, de C. su cuerpo craneal se fija en el área intercondilar craneal mediante el ligamento meniscal craneal medial. Su borde periférico se une a la cápsula articular por medio del ligamento colateral (Vérez, *et al.*, 2016).

Ligamentos: En la articulación femorotibiorrotuliana se observan:

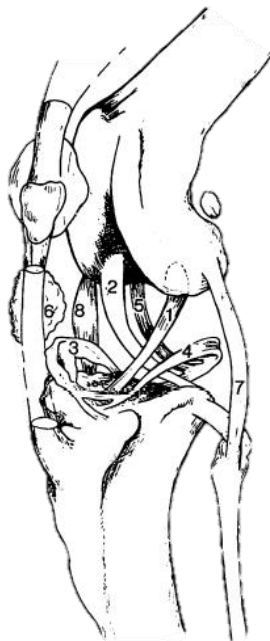


Figura 3. 1) Ligamento cruzado anterior, 2) ligamento cruzado posterior, 3) menisco medial, 4) menisco lateral, 5) ligamento meniscefemoral, 6) menisco lateral 6) cuerpo adiposo intrarrotuliano, 7) ligamento colateral lateral, 8) ligamento colateral medial (Adams, 1988).

Ligamento rotuliano: Son los tendones terminales del músculo cuádriceps femoral, cubren la articulación femorotibial y se insertan proximalmente en la tuberosidad de la tibia, presentan importantes diferencias entre las especies (König y Liebich, 2012).

El ligamento colateral medial: tiene origen en el epicondilo femoral e incide en la porción caudal de la articulación. Mientras que el ligamento lateral se fija en la cabeza del peroné (Dyce, *et al.*, 2012).

Ligamento meniscefemoral: Une el menisco lateral desde caudal a la fosa del fémur (Adams, 1988).

Los ligamentos cruzados de la rodilla, que se sitúan entre ambas cavidades sinoviales centralmente dentro de la articulación (König y Liebich, 2012).

Ligamento cruzado craneal: Surge del área craneal de la tibia y se inserta en la fosa intercondílea del fémur (Gil, *et al.*, 2005).

Ligamento cruzado caudal: Se origina en la incisura poplítea de la tibia. Puede verse su inserción en la cara medial de la fosa intercondílea del fémur (Gil, *et al.*, 2005).

Ligamento transverso de la rodilla: Une por craneal ambos meniscos (König y Liebich, 2012).

Ligamento colateral lateral: Se une al epicondilo lateral del fémur y a la cabeza del peroné y al cóndilo lateral de la tibia (Adams, 1988).

Ligamento colateral medial: Entra en contacto con el menisco medial y se inserta en el cóndilo medial de la tibia (König y Liebich, 2012).

2.1.3 Miología

Los músculos que actúan como extensores y flexores de la rodilla son solo dos:

- Músculo cuádriceps femoral (M. *quariceps femoris*).
- Músculo poplíteo (M. *popliteus*) (König y Liebich, 2012).

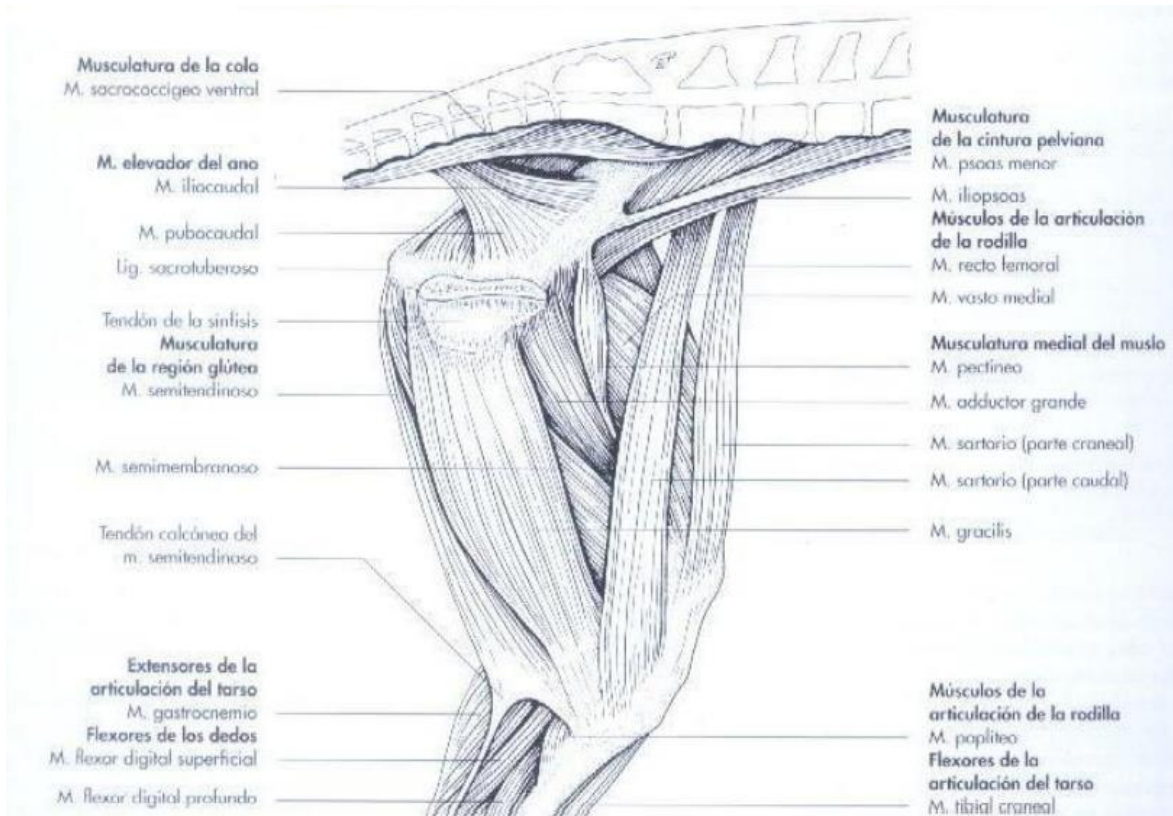


Figura 4. Representación de la musculatura de la cintura pelviana y del miembro pelviano del perro (Ellenberger, *et al.*, 2012).

El músculo cuádriceps femoral se compone de cuatro puntos de origen, 1) vasto lateral, 2) vasto medial, 3) vasto intermedio, los cuales se originan proximal a la diáfisis y 4) recto femoral, originado en el ilion (Adams, 1988). Este último es el único que surge del coxis, es redondo y está hacia craneal en relación a los otros componentes del cuádriceps. Se origina desde un tendón de la tuberosidad del acetábulo (Grossman y Sisson, 1982).

Se origina en el acetábulo, se inserta en la rótula, su función es la flexión de la cadera y la extensión de la rodilla. La inervación es por medio del nervio femoral (Gil, *et al.*, 2005).

Musculo vasto lateral: Se origina en la cara lateral del fémur, se inserta en la rótula, tiene la función de extensión de la rodilla y es inervado por el nervio femoral (Gil, *et al.*, 2005).

Musculo vasto medial: Se origina en la cara medial del fémur, se inserta en la rótula, su función es la extensión de la rodilla y su inervación es por medio del nervio femoral (Gil, *et al.*, 2005).

Musculo vasto intermedio: Se origina en la cara craneal del fémur, se inserta en la rótula, su función es la extensión de la rodilla y es inervado por el nervio femoral (Gil, *et al.*, 2005).

Músculo poplíteo: Asienta caudal a la capsula de la articulación femorotibial y se inserta en la mitad medial del tercio proximal de la tibia. Surge mediante un tendón largo a partir de la superficie caudal del cóndilo lateral del fémur. El tendón va oblicua y medialmente bajo el ligamento peroneo colateral y cruza la capsula articular y el cóndilo lateral de la tibia, donde se encuentra un pequeño hueso sesamoideo. (Grossman y Sisson, 1982).

Se origina en la fosa del músculo poplíteo, lateral del fémur, se inserta en la cara caudal de la tibia, su función es la flexión y rotación interna de la pierna (Gil, *et al.*, 2005).

2.1.4 Inervación

El origen de los nervios que inervan al miembro pelviano se encuentra en los ramos ventrales de los cinco últimos nervios espinales lumbares y los tres nervios espinales sacros. (Adams, 1988). Es la suma de los nercas externas y, al entrar al muslo, corre en una posición preservada entre el músculo sartorio y el músculo pectíneo (Dyce, *et al.*, 2012).

Los nervios que nacen den el plexo lumbosacro e inervan estructuras del miembro pelviano son el cutáneo femoral lateral, el femoral, el obturador, el tronco lumbosacro y el cutáneo femoral caudal (Adams, 1988).

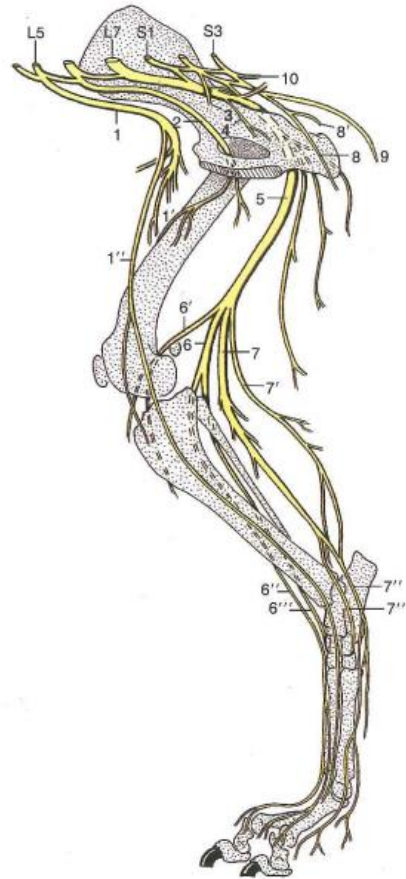


Figura 5. 1'', safeno; 6, peroneo; 6', sural cutáneo lateral; 7, tibial; 7', sural cutáneo caudal (Dyce, et al., 2012).

Nervio cutáneo femoral lateral: Se origina en el ramo de lumbar 4. Pasa por la pared abdominal y llega a la fascia superficial. Inerva la piel de la zona glútea craneal, femoral y lateral de la rodilla (Gil, *et al.*, 2005).

Nervio femoral: Se originan fundamentalmente en el quinto segmento lumbar. Procede del plexo lumbosacro y acompaña al músculo psoas ilíaco a través de la laguna muscular para alcanzar el miembro pelviano. El nervio femoral inerva a los músculos psoas ilíaco (y al sartorio en algunos perros) y a los músculos extensores de la rodilla (craneales al músculo). (Adams, 1988).

Nervio safeno: Rama del nervio femoral, pasa por la cavidad pélvica. Proporciona sensibilidad a la piel de la zona medial del miembro pelviano (Gil, *et al.*, 2005).

Nervio obturador: Se origina en los nervios lumbares 4, 5 y 6. Atraviesa el agujero obturador. Inerva los músculos de la cara medial del muslo: pectíneo, obturador, aductor y gracilis (Gil, *et al.*, 2005).

Tronco lumbosacro: El mayor nervio del miembro pélvico es el Tronco Lumbosacro, cuyo origen se encuentra fundamentalmente en los ramos ventrales de los dos últimos nervios espinales lumbares y el primero sacro (L6, L7 y S1) (Adams, 1988). El tronco lumbosacro atraviesa la pelvis por el agujero ciático mayor y casi en ese momento emite tres ramos (Dyce, *et al.*, 2012).

Nervio glúteo craneal: Surge en lumbar 6, 7 y sacro. Está cubierto por el músculo glúteo medio, perfora el glúteo profundo. Inerva los músculos: glúteo medio, profundo y tensor de la fascia lata (Gil, *et al.*, 2005).

Nervio glúteo caudal: Surge del nervio lumbar 7. Atraviesa por el muslo glúteo profundo, junto a los vasos glúteos. Inerva el músculo glúteo superficial (Gil, *et al.*, 2005).

Nervio femoral cutáneo: Encargado de la inervación de la piel del muslo caudal (Dyce, *et al.*, 2012).

Nervio ciático: Formado por los nervios lumbares 6, 7 y sacros 1 y 2. Nacen de la cavidad pélvica. Pasa e inerva el trocánter mayor, tuberosidad isquiática, obturador interno y cuádriceps femoral. Además de inervar la zona proximal del musculo bíceps femoral, semimembranoso y semitendinoso (Gil, *et al.*, 1988). Otros ramos musculares que pueden parecer que se originan directamente del nervio ciático suelen referirse a sus divisiones fibulares común y distal (Dyce, *et al.*, 2012).

Nervio fibular (peroneo) común: Externo a la cabeza lateral del gastrocnemio y profundo a la porción distal del bíceps femoral, inerva al músculo peroneo largo y se divide en dos ramos: los nervios peroneos superficial y profundo (Adams, 1988).

Nervio fibular (peroneo) superficial: Discurre caudal al m. peroneo largo y superficial, al m. flexor digital profundo, y en el tercio proximal de la pierna inerva los mm. extensor digital lateral y peroneo corto. Luego se coloca en profundidad al m. peroneo lardo y finalmente se hace superficial al tendón del m. extensor digital largo

y al retináculo extensor de la pierna. A la altura de la cara flexora del tarso se ramifica en los nervios digitales dorsales comunes para los dedos II, III y IV. En el tercio distal de la pierna desprende el nervio digital dorsal abaxial V (Gil, *et al.*, 2005).

Nervio fibular (peroneo) profundo: En el tercio proximal de la pierna desprende ramos para los musculos Peroneo largo, extensor digital largo, tibial craneal y extensor lardo del dedo I. En la cara flexora del tarso inerva el m. extensor digital corto. En la pierna camina acompañado a la a. tibial craneal y ambos discurren en profundidad a los mm. extensor digital largo y tibial craneal, pasando por dentro del retináculo extensor de la pierna. A la altura de la cara flexora del tarso el n. peroneo profundo se ramifica en los nn. Metatarsianos II, III y IV, que se unen con los nn. Digitales dorsales comunes II, III y IV (Gil, *et al.*, 2005).

Nervio tibial: Se origina del tronco lumbosacro. Genera ramos musculares proximales hacía las cabezas pélvicas de los tendones del corvejón, se separa del tronco y entra a la pierna, pasa por las cabezas del gastrocnemio (Dyce, *et al.*, 2012).

2.1.5 Irrigación

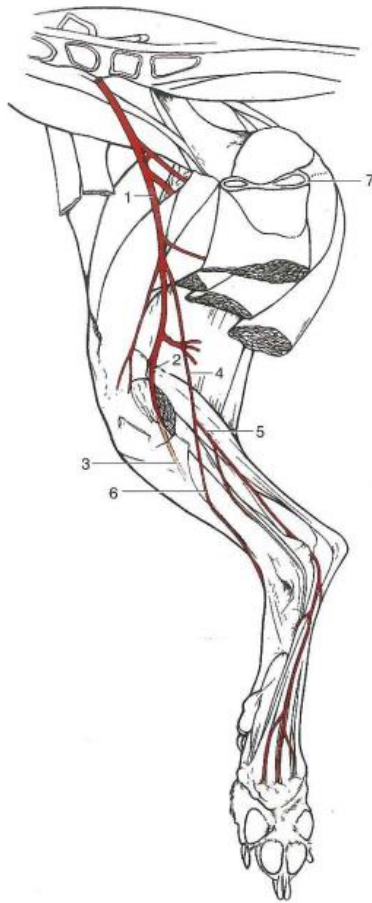


Figura 6. 1, femoral; 2, poplítea; 3, craneal al pasar entre la tibia y la fíbula; 4, safena; 5,6, ramas de la arteria safena; 7, piso de la pelvis. (Dyce, et al., 2012).

A. Arteria iliaca externa

Se origina en la cara lateral de la aorta abdominal, normalmente entre las vértebras LII y LII. Sin embargo, las iliacas externas, derecha e izquierda, abandonan frecuentemente la aorta al mismo nivel; la izquierda es algo más craneal que la derecha. La principal rama de la iliaca externa es: (Sisson y Grossman, 1982).

1. Arteria femoral profunda

Es la única rama de la iliaca externa y nace en el abdomen cerca de la laguna vascular donde toma dirección caudal. Emite dos vasos a partir de su superficie ventral por medio de un tronco común muy corto llamado pudiendo epigástrico (Evans y de'Lahunta, 1991).

a) Tronco pudendo epigástrico

Es muy corto y cerca del anillo inguinal profundo abandona la arteria epigástrica caudal (profunda) y desciende a través del canal inguinal como arteria pudenda externa (Sisson y Grossman, 1982).

Arteria epigástrica caudal

Nace en el tronco pudendo epigástrico, se dirige cranealmente sobre la superficie dorsal del músculo recto del abdomen, riega la mitad caudal de dicho musculo y las partes ventrales de los músculos transversos y oblicuo (Evans y de'Lahunta, 1991).

b) Arteria circunfleja femoral medial

Continúa luego de la arteria femoral profunda, después del origen del tronco pudendo epigástrico. Recorre la cara medial del muslo y genera varias ramas musculares (Sisson y Grossman, 1982).

B. Arteria femoral

Es el segmento más proximal del conducto principal que abastece al miembro pelviano. Continúa después de la arteria iliaca externa y comienza en el punto donde ese vaso pasa a través de la pared abdominal (laguna vascular) (Shively, 1993).

2. Arteria circunfleja iliaca superficial

Un vaso pequeño que surge de la superficie lateral de la femoral, o junto con la femoral circunfleja lateral mediante un tronco corto. Cursa distocranealmente, al principio sobre la superficie medial del recto femoral y luego entre el sartorio y tensor de la fascia lata, donde se divide variablemente e irriga los músculos precedentes (Sisson y Grossman, 1982).

3. Arteria circunfleja femoral lateral

Este vaso es la contraparte de la arteria circunfleja femoral medial. Cursa a través de los músculos recto femoral y vasto medial para abastecer a la musculatura del muslo (Shively, 1993).

4. Arteria femoral caudal proximal

Tiene un tamaño considerable y emerge de la cara caudal de la femoral. Pasa por algo distocaudalmente, al principio, sobre el pectíneo y aductor y luego por la cara profunda del gracilis. Envía ramas a estos músculos (Sisson y Grossman, 1982).

5. Arteria safena

Emerge por la zona proximal de la articulación femorotibiorrotuliana, por superficial y atraviesa a distal para el suministro vascular de las falanges. Se divide en dos: 1) rama craneal y 2) rama caudal (Shively, 1993).

6. Arteria genicular descendente

Nace de la femoral en sentido distal al origen de la safena y se distribuye por la superficie medial de la articulación femorotibial (Evans y de'Lahunta, 1991).

7. Arteria femoral caudal mediana

Surge de la cara caudal de la femoral, normalmente distal de la arteria genicular descendente. Algunas veces surge mediante un tronco común con la arteria safena. Cursa distocaudalmente sobre el adductor y luego desaparece bajo el músculo semimembranoso, no sin antes proporcionar ramas a esos dos músculos (Sisson y Grossman, 1982).

8. Arteria femoral caudal distal

Es un vaso grande que nace de la superficie caudal del último centímetro de la femoral, la cual continúa su trayecto con el nombre de arteria poplítea cuando llega al músculo gastrocnemio (Evans y de'Lahunta, 1991).

C. Arteria poplítea

Continúa después de la arteria femoral y cursa entre las cabezas del músculo gastrocnemio. La arteria poplítea da origen a varias ramas pequeñas con nombre a las estructuras próximas a la rodilla, sin embargo, estas ramas no son de significado clínico (Shively, 1993).

9. Arteria tibial caudal

Es la terminación más pequeña de la poplítea. Está muy pobremente desarrollada y se ramifica en el interior del flexor digital profundo (Sisson y Grossman, 1982).

10. Arteria tibial craneal

Es más grande que la arteria tibial caudal y es el principal canal vascular de la pierna (Shively, 1993).

2.1.5 Biomecánica

Se divide en dos 1) biocinemática y 2) biocinética. La primera analiza el movimiento, sin contar las fuerzas producidas. La segunda estudia los cambios que son ocasionados por los movimientos, sin contar las fuerzas producidas (Sisson y Grossman, 1982).

La articulación femorotibiorrotuliana es una de las más grandes y complejas, debido a su biomecánica y constitución. Su morfología consiste en múltiples estructuras óseas, ligamentos, vasos, cartílago, las cuales permiten la funcionalidad y sus movimientos de extensión, flexión y rotación (Saldivia, 2018).

La rodilla tiene múltiples movimientos básicos: 1) flexión, 2) extensión, 3) angulación hacia dentro, 4) hacia fuera, 5) rotación y 6) movimientos anteroposteriores (Amis *et al.*, 2003).

En la articulación femorotibiorrotuliana, la rótula se desliza durante la extensión y la flexión sobre la tróclea del fémur. Cuando, durante una extensión fuerte, la rótula es desplazada por encima del borde proximal de la superficie articular y simultáneamente es traccionada desde el lado medial, se produce la fijación de la rótula en el borde medial de la tróclea del fémur. Este movimiento medial de la rótula es ocasionado por la contracción de los músculos sartorio, gracilis y semimembranoso, que se insertan juntos en el ligamento rotuliano medial (König y Liebich, 2012).

Con la flexión de la articulación femorotibiorrotuliana bajo el peso corporal se tensan los ligamentos rotulianos rectos y la rótula se engancha sobre el saliente borde medial de la tróclea (König y Liebich, 2012).

2.2 Patologías de la Rodilla del Perro

2.2.1 Luxación patelar

Luxaciones patelares ocurren con frecuencia en perros y de vez en cuando en gatos y se ven a menudo en la mayoría de las prácticas de animales pequeños. Estas luxaciones se clasifican en las siguientes clases: (Piermattei, *et al.*, 2006).

- Medial
- Lateral
- Bilateral
- Traumática (Climent, *et al.*, 2014).

Clasificación

La luxación medial en perros de razas pequeñas existe 4 grados:

Grado I: La rótula se luxa con facilidad con la rodilla en extensión, cuando se suelta regresa a su lugar de inicio. La cojera puede ser intermitente y habitual. A la flexión la rodilla se queda alineada y la tibia tiene una rotación mínima (Climent, *et al.*, 2014).

Grado II: las deformaciones angulares y torsionales del fémur se pueden presentar en grado leve. La patela puede ser desplazada con presión lateral o con la flexión de la articulación de la rodilla. La patela se mantiene luxada hasta que es reducida por el examinador o en forma espontánea cuando el animal extiende y desrota su tibia (Fossum, 2019).

Grado III: Existe una luxación permanente y existe 30° a 60° de rotación tibial. La rodilla permanece flexionada y es posible el apoyo del miembro (Climent, *et al.*, 2014).

Grado IV: Existe una luxación permanente y no se puede colocar en su lugar. Rotación de la tibia proximal de 80° a 90°. La tróclea femoral es muy superficial y los músculos cuádriceps tienen desplazamiento medial. Se encuentran anomalías y deformaciones femorales y tibiales muy marcadas (Fossum, 2019).

2.2.1.1 Luxación patelar medial

La luxación patelar medial es una causa corriente de claudicación en los pacientes caninos de razas enanas (Fossum, 2019). Impide el correcto funcionamiento del miembro pelviano. Puede ser congénita o adquirida; cuando es congénita puede ser uni o bilateral. Esta luxación es más frecuente en caninos de talla reducida, como son los French Poodle, Toy y Miniatura, Pug, Pomerania, Schawzer Miniatura y tallas similares (Alexander, 1981).

Cuando un paciente tiene luxación patelar es común encontrar alguna de estas anomalías: 1) torsión lateral del fémur, 2) displasia epifisiaria femoral, 3) deformación de la tibia, 4) desplazamiento del cuádriceps, 5) inestabilidad de la rodilla (Fossum, 2019).

Síntomas

En la luxación de la rótula el miembro pierde su alineamiento normal llevándolo en semiflexión, con la articulación vuelta hacia afuera. Lo que establece una claudicación parcial del miembro (Alexander, 1981).

Etiología

En las luxaciones congénitas hay desde el nacimiento una deformación del fémur y de la tibia: generalmente no existe la tróclea o está mal definida, la rótula se encuentra reducida de tamaño y desplazada hacia el cóndilo interno o hacia el externo (Alexander, 1981).

En las luxaciones adquiridas operan dos factores, los padecimientos carenciales, como el raquitismo, generalmente en los seis primeros meses del desarrollo, y la acción traumática indirecta (Alexander, 1981).

2.2.1.2 Luxación patelar lateral

Es el desplazamiento de la patela fuera de la tróclea femoral. La anteversión se describe como la rotación excesiva hacia lateral de la parte distal del fémur. La coxa valga es un aumento en el ángulo del cuello y diáfisis femorales (Fossum, 2019).

Síntomas

La edad en que los animales pueden ser afectados es de los 5 a los 6 meses. El hallazgo más notable es una postura "knock-knee" (coxa valga). La rótula puede reducirse y la distensión de los ligamentos es evidente. Los tejidos retinaculares mediales de la articulación femorotibiorrotuliana son comúnmente engrosados, y el pie a menudo se puede ver a torcer lateralmente cuando el peso se coloca en la extremidad (Piermattei, *et al.*, 2006).

2.2.2 Rotura del ligamento cruzado anterior

Es una de las patologías de la articulación femorotibiorrotuliana más común y puede ser la causa más habitual de la enfermedad articular degenerativa. No existe una edad predisponente en perros. Los animales con actividad física dinámica tienen predisposición a sufrir la rotura del ligamento cruzado anterior (Santoscoy, 2008).

Síntomas

- Cojera aguda o crónica
- Artritis
- Dolor durante la hiperextensión
- Prueba de cajón positiva
- Salto de Finochietto positivo
- Hipertrofia de la capsula articular
- Derrame de líquido sinovial (Climent, *et al.*, 2014).

Fisiopatología

La lesión es asociada a la rotación violenta del miembro posterior hacia medial, (Fossum, 2019) sobre todo cuando existe una flexión de 20° a 50° (Santoscoy, 2008). Los ligamentos se tuercen y enrollan en sí mismos de forma ceñida, el ligamento se daña desde el borde caudomedial del cóndilo femoral cuando este se rota contra el mismo ligamento (Fossum, 2019).

La hipersextensión de la articulación femorotibiorrotuliana puede ser otra causa de daño al ligamento cruzado anterior, ocasionado cuando el cuerpo mantiene el desplazamiento hacia craneal con la rodilla fija, la parte superior de la fosa intercondilar incide sobre el ligamento cruzado anterior. Así mismo, puede incidir en

ambos ligamentos cruzados, dependiendo de la dirección, la fuerza traumática y la posición en que se encuentre la rodilla cuando la fuerza es ejercida (Santoscoy, 2008).

Tratamiento quirúrgico

La reparación quirúrgica busca restaurar la función del ligamento cruzado anterior, mientras que las técnicas de modificación de la biomecánica buscan eliminar el empuje de la tibia hacia craneal. Existen dos técnicas: 1) nivelación del plato tibial, 2) avance de la tuberosidad tibial (Santoscoy, 2008).

TPLO (Osteotomía de nivelación de la meseta tibial): Esto implica cortar la tibia proximal, rotar la meseta caudalmente y distalmente, y colocar placas para estabilizar la osteotomía. La teoría es que el ángulo de meseta correcto contrarrestará el empuje tibial craneal durante el soporte de peso (Piermattei, *et al.*, 2006).

En un ensayo clínico prospectivo que comparó la TPLO con las técnicas de imbricación, se consideró que la evaluación subjetiva de parámetros como el tiempo hasta la recuperación, el rango de movimiento (ROM), la satisfacción del propietario y la voluntad de recomendar el procedimiento, la capacidad de sentarse normalmente y las complicaciones posoperatorias fueron mejores para la TPLO que para las técnicas de imbricación (Piermattei, *et al.*, 2006).

TTA (Avance de la tuberosidad tibial): La técnica tiene como meta osteotomizar la tuberosidad tibial y desplazarla hacia medial. En la figura 7, el plato tibial (línea 1) interseca el plano del tendón patelar (línea 2) formando un ángulo entre 90° y 180°. Si la tuberosidad tibial es desplazada a craneal (línea 3) hasta que el ángulo con la línea 1 sea de 90°, se elimina el empuje de la tibia hacia craneal, lo que es buscado con la técnica de la TTA (Santoscoy, 2008).

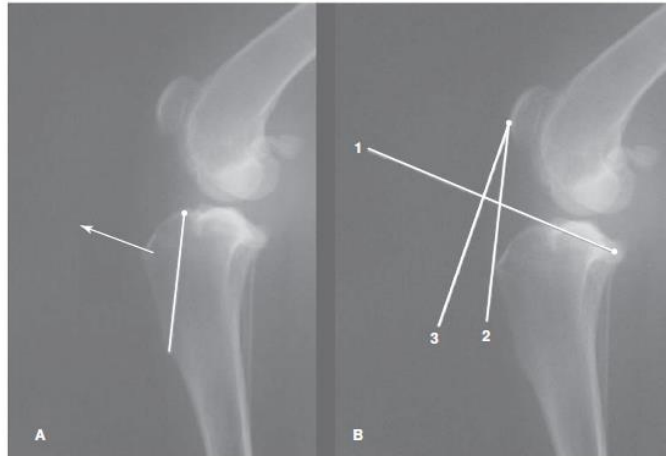


Figura 7. Técnica de nivelación del plato tibial (Santoscoy, 2008).

2.2.3 Fracturas en parte distal del fémur

Las fracturas de la zona distal del fémur son un 25% de las fracturas que podemos encontrar en el fémur y 11% de las diafisiarias en general. Es frecuente encontrar este tipo de fracturas en animales jóvenes entre 4 y 11 meses, sobre todo las fracturas Salter Harris tipo I y II (Santoscoy, 2008).

Síntomas

A la inspección, tanto en estación como en marcha, no hay apoyo del miembro traumatizado, provocando claudicación total del mismo. Generalmente se aprecia inflamación en la región de la fractura, y acortamiento de dicho miembro (Alexander, 1981).

Anamnesis

Estas fracturas son más comunes después de accidentes con automotores. Sin embargo, un traumatismo menor, como una caída, puede ser suficiente para separar la placa de crecimiento (Fossum, 2019).

2.2.4 Fracturas patelares

Las fracturas patelares se originan cuando existe pérdida de la continuidad ósea articular entre los polos superior e inferior de la patela (Fossum, 2019).

Las fracturas patelares pueden ser secundarias a traumatismos directos o indirectos, pero son poco comunes. El trauma directo se debe a un golpe externo sobre la superficie craneal de la patela. El trauma indirecto se debe a la contracción enérgica del grupo muscular cuádriceps, que ocasiona fuerzas de tracción excesivas aplicadas a través del cuerpo patelar (Fossum, 2019).

Al ser un hueso sesamoideo situado entre el tendón del músculo cuádriceps femoral y el ligamento patelar, los fragmentos de hueso están sujetos a fuertes fuerzas de distracción (Piermattei, *et al.*, 2006).

2.2.5 Fracturas en parte proximal de la tibia y fíbula

En perros es común este tipo de fracturas. Alrededor de 20% de fracturas de la zona proximal de la tibia tienen lugar en esta especie y se producen en el tercio medio (Santoscoy, 2008).

Las fracturas de tibia pueden ocurrir sin que se lesione el peroné; sin embargo, con traumatismos de esta región casi siempre se fracturan los dos huesos (Alexander, 1981).

Fracturas del tercio proximal

Poco frecuente, limitado a pacientes jóvenes con líneas de crecimiento óseas. Ocasionado por la hiperflexión de la articulación femorotibiorrotuliana, causando la separación del tubérculo por la tracción ejercida por el tendón patelar (Santoscoy, 2008).

Síntomas

Tanto en estación como en marcha, se aprecia angulación de la zona de fractura; no hay apoyo del miembro traumatizado, provocando claudicación total y retracción del mismo (Alexander, 1981).

2.3 Estudio Ecográfico

2.3.1 Principios físicos

Para poder comprender el estudio de ultrasonido es necesario aprender los conocimientos y principios básicos utilizados en este método de diagnóstico. El

ultrasonido se basa en recepción de ondas de sonido, las imágenes producidas son causadas por el procesamiento de ecos que se reflejan por las estructuras corporales y las interfaces tisulares (Ventura, 2010).

Los ultrasonidos son ondas de sonido con una frecuencia superior que el oído humano no es capaz de escuchar, alrededor de 20.000 por segundo (20 kHz). En los estudios ecográficos se utilizan frecuencias de 2 a 10 MHz (Nyland, *et al.*, 2000).

2.3.2 Conceptos

Los ultrasonidos son una serie de ecos longitudinales, causadas por la vibración de cristales piezoeléctricos, que se propagan a través de un tejido corporal a una frecuencia superior al sonido que puede ser audible por el humano (20 KHz) (Ventura, 2010).

Sonido: Sensación percibida por el oído, causada por una onda mecánica que se origina por la vibración de un medio material y un cuerpo elástico. (Ventura, 2010). Tienen algunas propiedades básicas: (García *et al.*, 2015).

Ciclo: Es el fragmento de una onda que se encuentra entre puntos idénticos en su trayectoria (García *et al.*, 2015)

Frecuencia (f): Definido como número de veces en las que una onda se repite en un segundo. Las frecuencias son las longitudes de onda necesarias para generar una imagen (Álvarez, *et al.*, 2007).

Longitud de onda (L): Es la distancia recorrida por la onda en un periodo, mientras más corta sea la longitud de la onda, será mayor la resolución (Álvarez, *et al.*, 2007).

Amplitud (A): Es la altura máxima que puede alcanzar una onda. Se relaciona con el sonido y su intensidad, se mide en decibelios (García *et al.*, 2015).

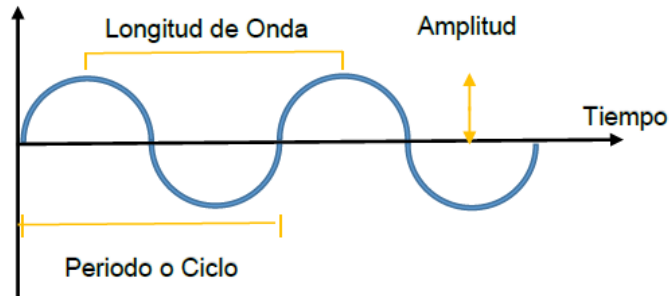


Figura 8. Propiedades de una onda longitudinal. (Barajas, 2019).

Velocidad de propagación: Varía según el material. Corresponde a la compresibilidad, si las moléculas están más separadas, será transmitido más lentamente (Ventura, 2010).

2.3.3 Equipo ecográfico

El aparato de ultrasonido tiene dos partes muy importantes: 1) transductor y 2) procesador. El primero tiene dos funciones básicas 1) generar la onda de sonido y 2) recibir la onda reflejada. El segundo se encuentra dentro del ordenador central, este capta las señales y las refleja en una imagen (Mattoon y Nyland, 2002).

Transductores

Su interior tiene cristales piezoeléctricos que producen el cambio de energía eléctrica a mecánica (Mattoon y Nyland, 2002). La resonancia de los transductores es fijada por los fabricantes y está relacionado al grosor del transductor. Los transductores contienen de 64 a 256 cristales alineados en el eje de la sonda, además tiene una capa amortiguante que reduce la duración del pulso (Goddard, 2000).

Tipos de transductores

Lineal: Tiene una alta frecuencia, aproximadamente entre 5 a 10 MHz. Utilizado para visualizar estructuras de superficie (García *et al.*, 2015). Se emplean con más frecuencia en los ultrasonidos del sistema musculoesquelético. Normalmente tienen de 64-256 cristales piezoeléctricos, que se sitúan de forma rectangular, uno en frente del otro (Ventura, 2010).

Convexo: Tiene una baja frecuencia, aproximadamente entre 2 a 5 MHz. Utilizado para observar órganos internos de la cavidad abdominal (García *et al.*, 2015).

Sectorial: Tiene una baja frecuencia, aproximadamente entre 2 a 5 Hz. Utilizado para estructuras profundas como el corazón, el cual se limita a una ventana intercostal (Nyland, *et al.*, 2000).

Monitor

El humano tiene la capacidad de diferenciar de 10 a 12 matices de gris observados en un monitor. Con los aparatos de ultrasonido es posible alcanzar una escala más amplia de tonos, entre 32 y más de 128. Además de que son capaces de ajustar estos tonos para mejorar la comprensión y ampliación de las imágenes creadas (Mattoon y Nyland, 2002).

2.3.4 Artefactos

Sombra acústica: El eco creado en la ecografía choca con las superficies reflectantes, lo que ocasiona los rebotes. En superficies como el hueso, metal o calcio se observa como hiperecoica, por lo que detrás de estos materiales se produce una sombra (García *et al.*, 2015).

Sombra lateral: En ocasiones se puede llegar a observar sombras distales laterales a las estructuras. Se ha descrito que es causado por la velocidad baja que pasa a través de las estructuras que contienen líquido, lo que produce reflejos del haz ultrasónico entre el fluido y el tejido (Nyland, *et al.*, 2000).

Refuerzo posterior: Cuando el sonido pasa a través del líquido, debido a su baja atenuación, causa que los tejidos más profundos reciban más sonido, lo que los hace más visible (Álvarez, *et al.*, 2007).

Reverberación o eco de repetición: Los ecos falsos pueden ser ocasionados por reflectores que se encuentren en el trayecto del haz. El primer reflector que podemos encontrar es la piel. Las reverberaciones encontradas dependerán del poder de penetración y cuan sensible sea el transductor (Nyland, *et al.*, 2000)

Cola de cometa: Puede originarse cuando los sonidos chocan con materiales muy ecogénicos, como la pleura y el peritoneo. Cuando estas reverberaciones se crean pueden producir imágenes que simulan la cola de una cometa (García y Torres, 2015).

Imagen en espejo: Son causados por materiales reflectores y redondeados como el diafragma (Nyland, *et al.*, 2000).

Refracción: Aparece cuando el sonido se desvía al atravesar una interface no perpendicular, lo que puede mostrar estructuras que no están en el lugar correcto. Por esta razón es necesario evitar exploraciones oblicuas (Álvarez *et al.*, 2007).

Anisotropía: Depende de la propiedad que tengan los materiales de variar la ecogenicidad, además del ángulo en que incida el eco (Frank *et al.*, 1997).

2.3.5 Planos ecográficos

Plano transversal: La sonda se coloca perpendicular al eje mayor, en este caso la marca de la sonda debe estar a la derecha del paciente (García *et al.*, 2015).

Plano longitudinal o sagital: La sonda se coloca paralelo al eje mayor, en este caso la marca de la sonda debe apuntar a la cabeza del paciente (García *et al.*, 2015).

Plano coronal: La sonda se coloca a lateral del eje mayor, en este caso la marca de la sonda debe apuntar a la cabeza del paciente, mientras que los pies del paciente estarán a la derecha de la pantalla (García *et al.*, 2015).

2.3.6 Técnica de exploración de la rodilla

Generalmente es preferible utilizar sondas lineales de alta frecuencia (>10 MHz) para explorar todas las estructuras de la rodilla. Debe rasurarse el pelo desde la zona distal del fémur hasta justo por debajo de la tuberosidad tibial. Al principio se coloca el perro en decúbito lateral, con la rodilla de interés arriba (Figura. 9) (Engelke *et al.*, 1997; Kramer *et al.*, 1997).

La articulación de la rodilla se explora de proximal a distal. Después de estudiar las caras craneal, caudal y lateral de la articulación, el perro se gira para que la rodilla afectada mire hacia abajo, lo que permite explorar la región medial (Figura. 9). La

rodilla puede dividirse en cinco regiones: suprapatelar, infrapatelar, lateral, caudal y medial (Kramer *et al.*, 1997).

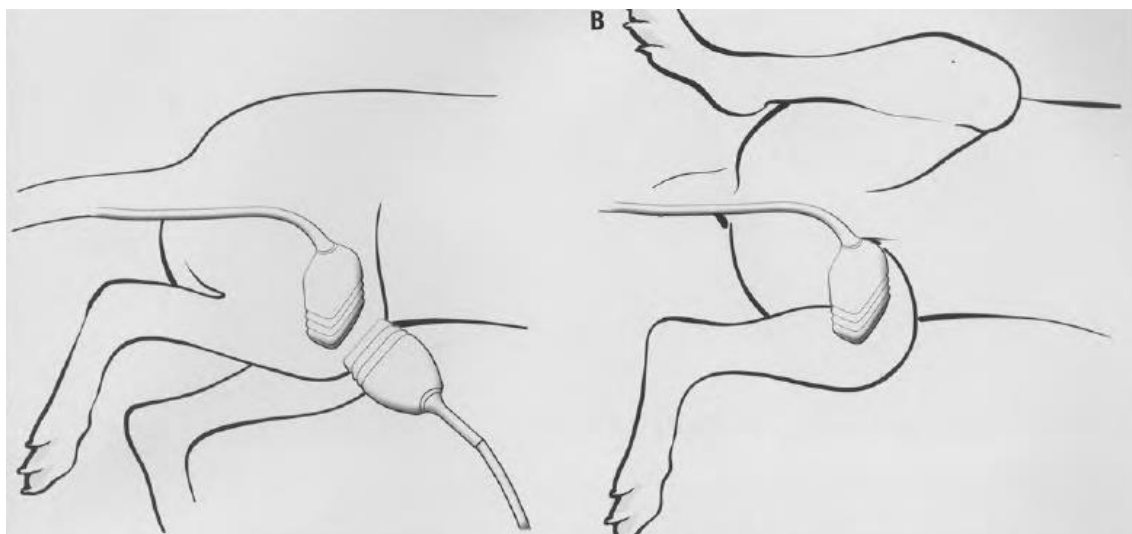


Figura 9. Técnica de exploración de la rodilla. Deben usarse planos longitudinales y transversales en todas las regiones (Penninck y D'Anjou, 2020).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización y Clima del Área de Estudio

El trabajo se desarrolló del 16 de noviembre del año 2022 al 30 de marzo del año 2023, en la clínica veterinaria Ortocan, localizada en la ciudad de Torreón, en el estado de Coahuila, el cual se encuentra en la zona norte de México a una altura de 1120 msnm, con temperatura promedio de 35°C en verano y 22°C en invierno.

3.2 Material Utilizado

- Ultrasonido Chison Eco 1
- Ultrasonido DP-10 Mindray
- Sonda microconvexa
- Gel para ultrasonido Ultra Sonic

En la siguiente tabla se enlistan los datos de los pacientes:

Nombre	Datos generales	Fecha de cirugía	Patología	Procedimiento
Nikita	Canino, hembra, criolla, 5 años 21.2 kg	29-09-2022	Ruptura de ligamento cruzado anterior de rodilla izquierda	Osteotomía tibial en cuña
Luna	Canino, hembra, bóxer, 3 años 18.9 kg	10-09-2022	Luxación patelar	Desmotomía medial e imbricación de la cápsula lateral. Ostectomía de cabeza femoral derecha
Marty	Canino, macho, pastor sheltie, 1	28-07-2022	Luxación patelar	Desmotomía media e

	año 4 meses, 10.1 kg			imbricación de capsula articular, abrazamiento patelar de miembro izquierdo y PRP
Tupi	Canino, macho, criollo, 12 años 6.3 kg	02-06-2022	Ruptura de ligamento cruzado anterior de rodilla derecha	Técnica de la hamaca en miembro posterior derecho
Odín	Canino, macho, shih-tzu, 2 meses y medio 2 kg	03-03-2022	Fractura tibia proximal	AFEE de tibia proximal izquierda
Damián	Canino, macho, Bulldog Francés, 5 meses 6.7 kg	24-11-2021	Fractura de tibia proximal	Fx Salter Harris T3 derecha

3.3 Método

El paciente fue rasurado desde la porción media del fémur hasta la porción media de la tibia y se le colocó gel para ultrasonido Ultra Sonic.

El paciente fue colocado en decúbito lateral, de forma que la porción craneal del fémur este apuntando hacia el monitor.

Se revisó la rodilla con un corte longitudinal, con la marca hacia el monitor.

4. RESULTADOS

Luna



Figura 10. Imagen ultrasonográfica paciente Luna, miembro posterior izquierdo, rodilla sana.

Se aprecia una línea hiperecoica con su porción media hipoecoica y un refuerzo posterior ese vendría siendo el tendón con una medida de grosor de 0.18 cm. La articulación presenta un contenido anecoico (líquido sinovial) en la porción craneal se aprecia una línea hiperecoica que genera sombra acústica correspondiente al fémur, de la misma forma en la porción caudal se observa una línea hiperecoica que genera sombra acústica correspondiente a la tibia.

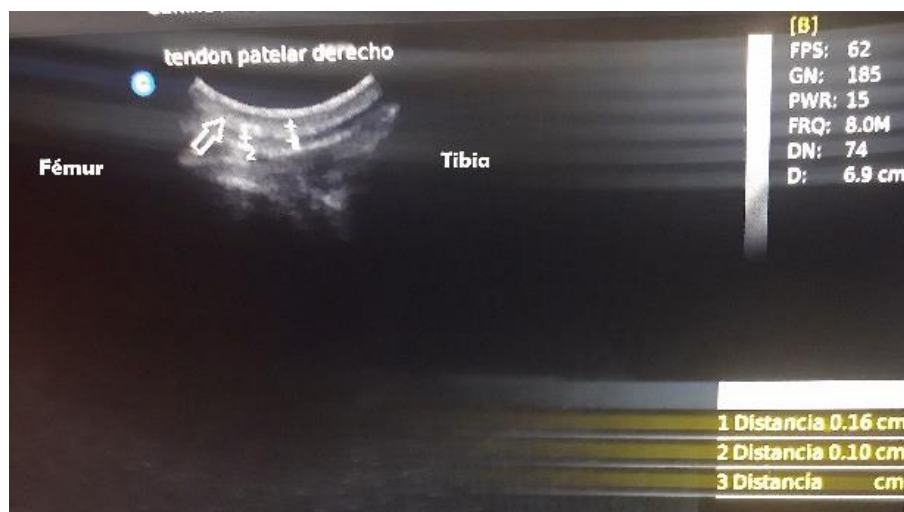


Figura 11. Imagen ultrasonográfica paciente Luna, miembro posterior derecho, rodilla afectada.

Se aprecia una línea hiperecoica con su porción media hipoecoica y un refuerzo posterior ese vendría siendo el tendón con una medida de grosor de 0.16 cm. La articulación presenta un contenido anecoico (líquido sinovial) en la porción craneal de aprecia una línea hiperecoica que genera sombra acústica correspondiente al fémur, de la misma forma en la porción caudal se observa una línea hiperecoica que genera sombra acústica correspondiente a la tibia.

Marty

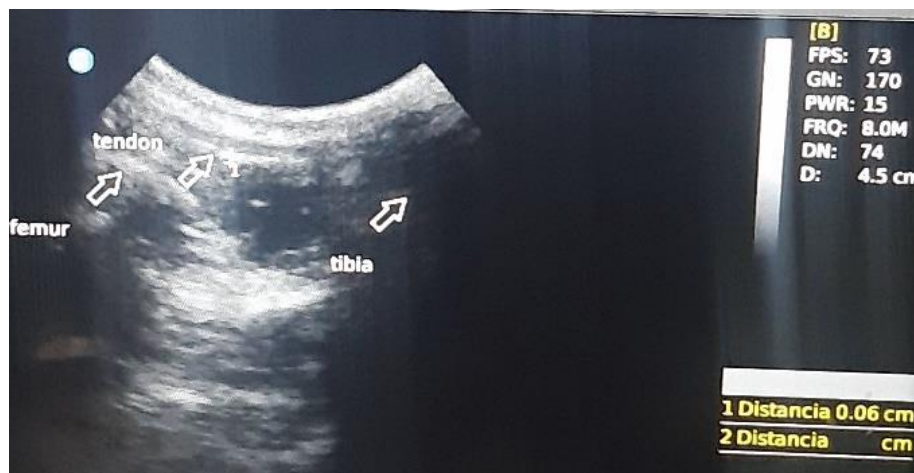


Figura 12. Imagen ultrasonográfica paciente Marty, miembro posterior derecho, rodilla sana.

Se aprecia una línea hiperecoica con su porción media hipoecoica y un refuerzo posterior ese vendría siendo el tendón con una medida de grosor de 0.06 cm. La articulación presenta un contenido anecoico (líquido sinovial) en la porción craneal se aprecia una línea hiperecoica que genera sombra acústica correspondiente al fémur, de la misma forma en la porción caudal se observa una línea hiperecoica que genera sombra acústica correspondiente a la tibia.

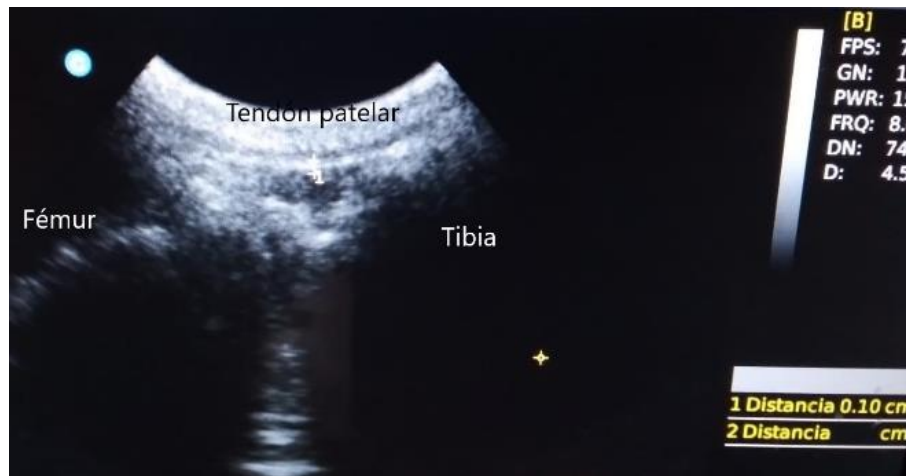


Figura 13. Imagen ultrasonográfica paciente Marty, miembro posterior izquierdo, rodilla afectada.

Se aprecia una línea hiperecoica con su porción media hipoecoica y un refuerzo posterior ese vendría siendo el tendón con una medida de grosor de 0.10 cm. La articulación presenta un contenido anecoico (líquido sinovial) en la porción craneal se aprecia una línea hiperecoica que genera sombra acústica correspondiente al fémur, de la misma forma en la porción caudal se observa una línea hiperecoica que genera sombra acústica correspondiente a la tibia.

Disminución de contenido anecoico que corresponde al líquido sinovial a comparación del miembro contralateral. Presencia de fragmentos hiperecoicos que generan sombra acústica, sugerentes a osteofitos. Se aprecia el grosor del tendón ligeramente aumentado a diferencia del contralateral.

Tupi

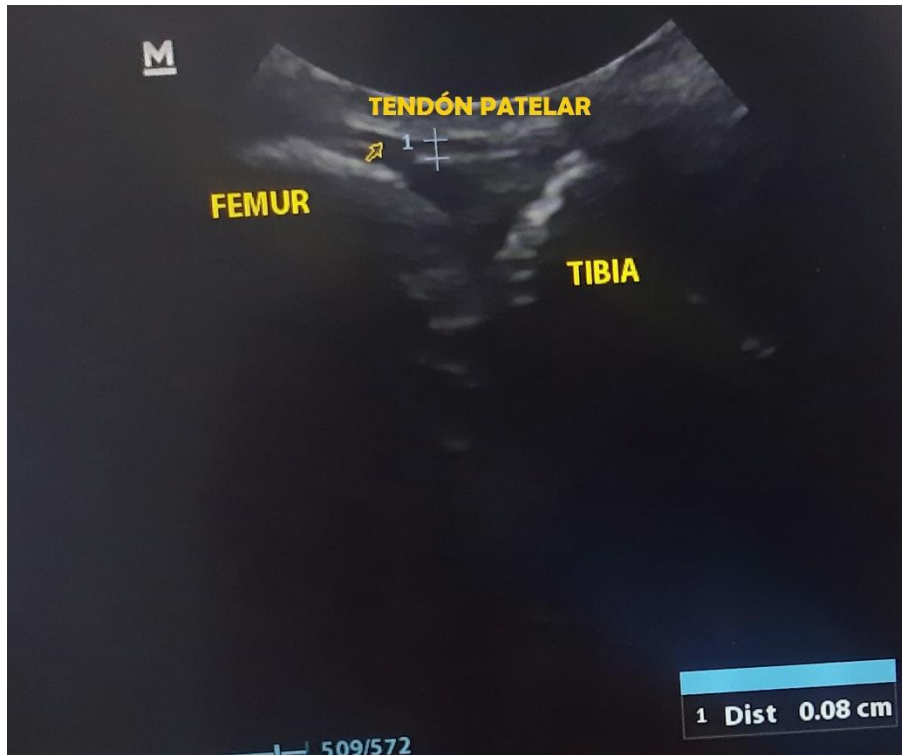


Figura 14. Imagen ultrasonográfica paciente Tupi, miembro posterior izquierdo, rodilla sana.

Se aprecia una línea hiperecoica con su porción media hipoecoica y un refuerzo posterior ese vendría siendo el tendón con una medida de grosor de 0.08 cm. La articulación presenta un contenido anecoico (líquido sinovial) en la porción craneal se aprecia una línea hiperecoica que genera sombra acústica correspondiente al fémur, de la misma forma en la porción caudal se observa una línea hiperecoica que genera sombra acústica correspondiente a la tibia.

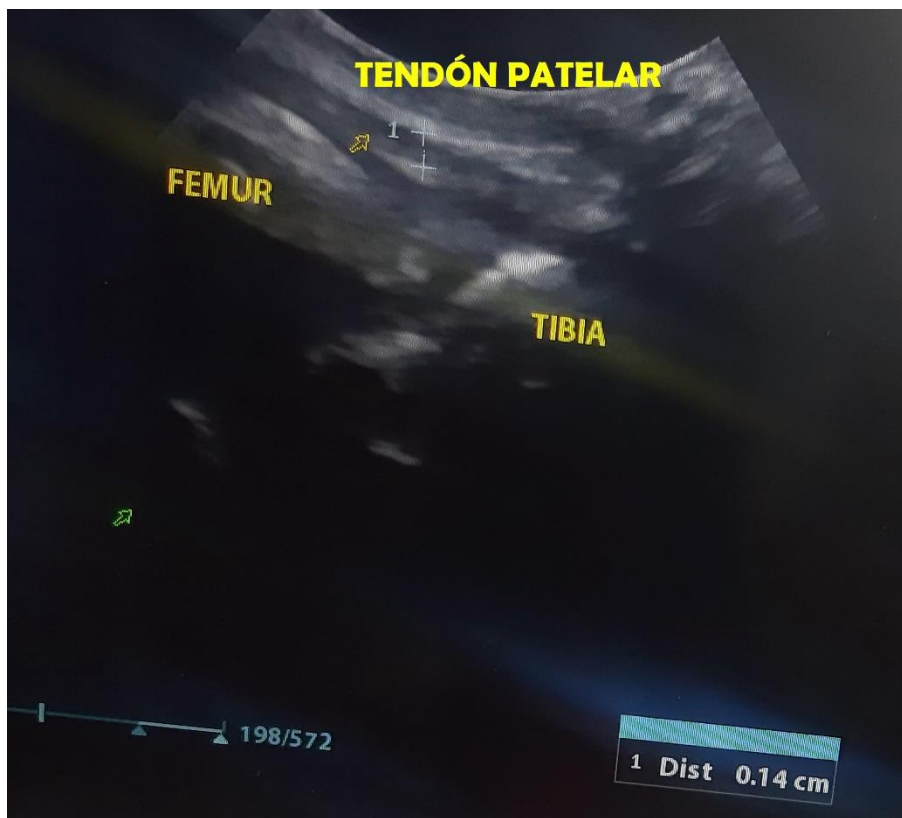


Figura 15. Imagen ultrasonográfica paciente Tupi, miembro posterior derecho, rodilla afectada.

Se aprecia una línea hiperecoica con su porción media hipoecoica y un refuerzo posterior ese vendría siendo el tendón con una medida de grosor de 0.14 cm. La articulación presenta un contenido anecoico (líquido sinovial) en la porción craneal se aprecia una línea hiperecoica que genera sombra acústica correspondiente al fémur, de la misma forma en la porción caudal se observa una línea hiperecoica que genera sombra acústica correspondiente a la tibia. Se aprecia el engrosamiento del tendón patelar en comparación en con su contralateral.

Nikita



Figura 16. Imagen ultrasonográfica paciente Nikita, miembro posterior derecho, rodilla sana.

Se aprecia una línea hiperecoica con su porción media hipoecoica y un refuerzo posterior ese vendría siendo el tendón con una medida de grosor de 0.17 cm. La articulación presenta un contenido anecoico (líquido sinovial) en la porción craneal se aprecia una línea hiperecoica que genera sombra acústica correspondiente al fémur, de la misma forma en la porción caudal se observa una línea hiperecoica que genera sombra acústica correspondiente a la tibia.

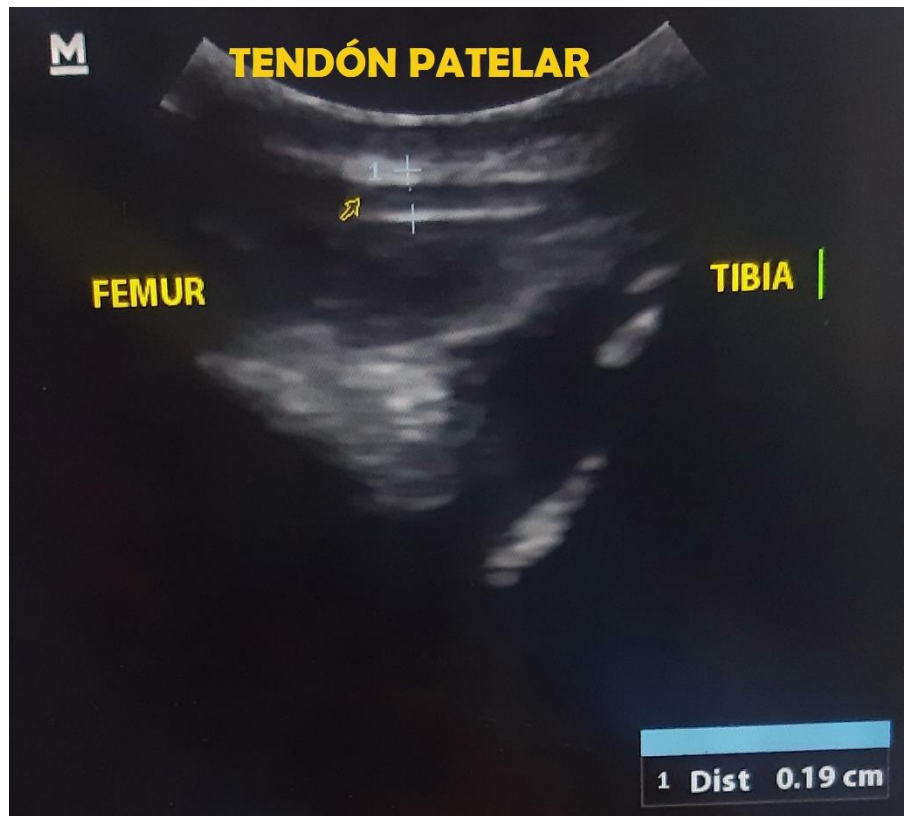


Figura 17. Imagen ultrasonográfica paciente Nikita, miembro posterior izquierdo, rodilla afectada.

Se aprecia una línea hiperecoica con su porción media hipoecoica y un refuerzo posterior ese vendría siendo el tendón con una medida de grosor de 0.19 cm. La articulación presenta un contenido anecoico (líquido sinovial) en la porción craneal se aprecia una línea hiperecoica que genera sombra acústica correspondiente al fémur, de la misma forma en la porción caudal se observa una línea hiperecoica que genera sombra acústica correspondiente a la tibia. Se aprecia ligero engrosamiento en comparación con su contralateral.

Odín



Figura 18. Imagen ultrasonográfica paciente Odín, miembro posterior derecho, rodilla sana.

Se aprecia una línea hiperecoica con su porción media hipoecoica y un refuerzo posterior ese vendría siendo el tendón con una medida de grosor de 0.06 cm. La articulación presenta un contenido anecoico (líquido sinovial) en la porción craneal se aprecia una línea hiperecoica que genera sombra acústica correspondiente al fémur, de la misma forma en la porción caudal se observa una línea hiperecoica que genera sombra acústica correspondiente a la tibia.

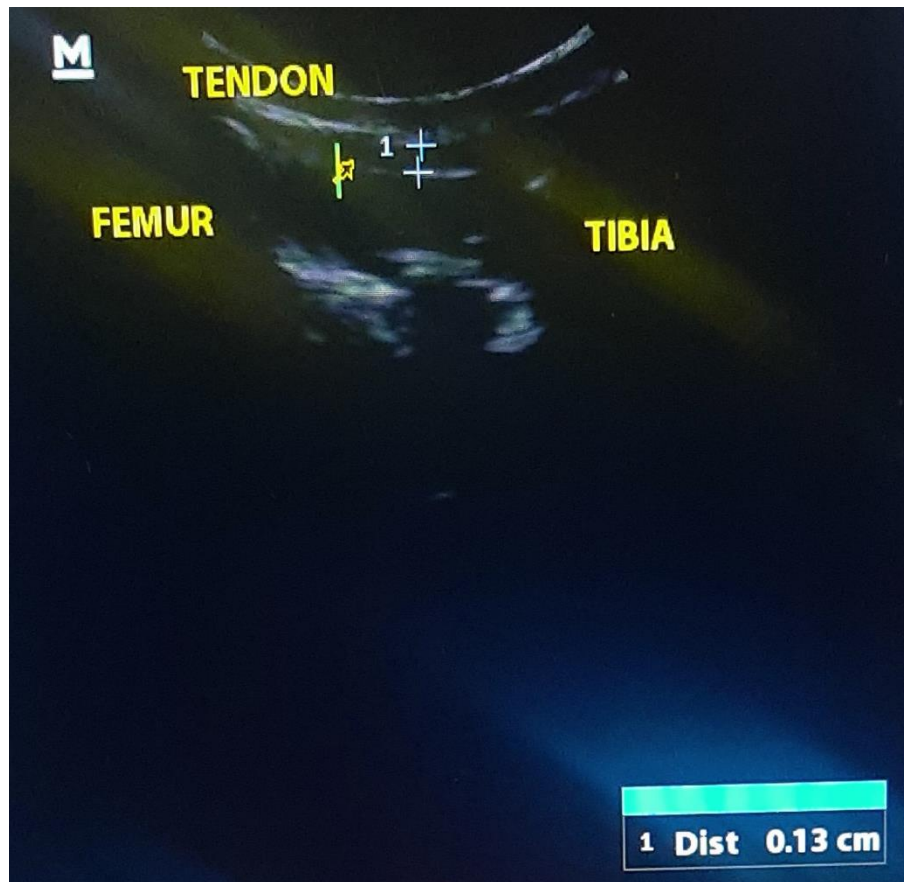


Figura 19. Imagen ultrasonográfica paciente Odín, miembro posterior izquierdo, rodilla afectada.

Se aprecia una línea hiperecoica con su porción media hipoecoica y un refuerzo posterior ese vendría siendo el tendón con una medida de grosor de 0.13 cm. La articulación presenta un contenido anecoico (líquido sinovial) en la porción craneal se aprecia una línea hiperecoica que genera sombra acústica correspondiente al fémur, de la misma forma en la porción caudal se observa una línea hiperecoica que genera sombra acústica correspondiente a la tibia. Se aprecia un notable engrosamiento en comparación con su contralateral.

Damián

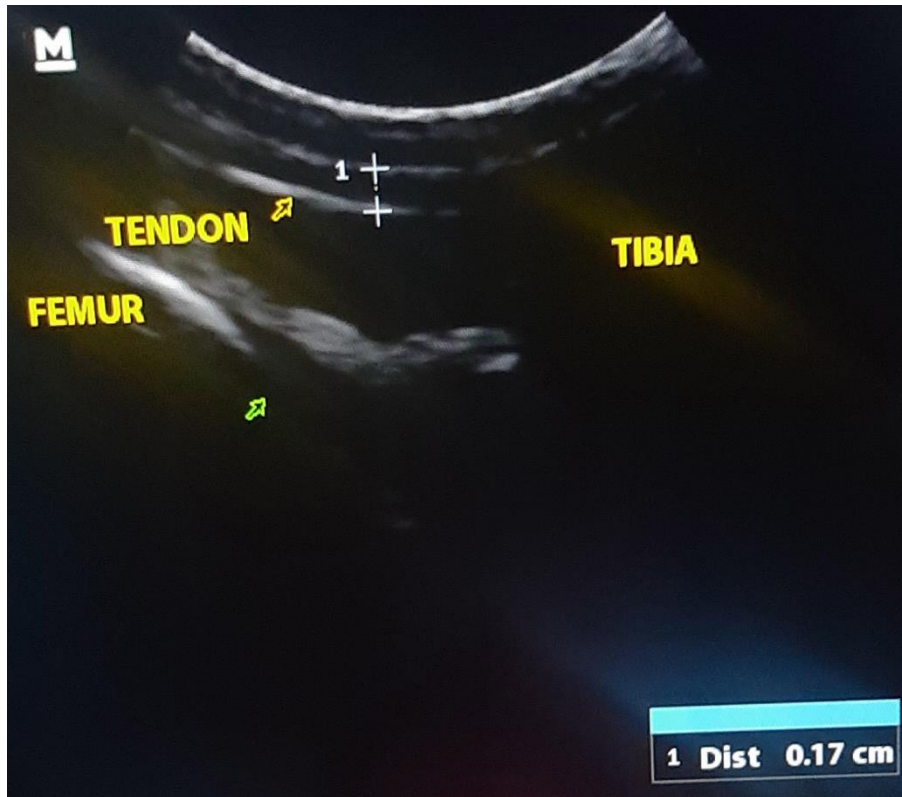


Figura 20. Imagen ultrasonográfica paciente Damián, miembro posterior izquierdo, rodilla sana.

Se aprecia una línea hiperecoica con su porción media hipoecoica y un refuerzo posterior ese vendría siendo el tendón con una medida de grosor de 0.17 cm. La articulación presenta un contenido anecoico (líquido sinovial) en la porción craneal se aprecia una línea hiperecoica que genera sombra acústica correspondiente al fémur, de la misma forma en la porción caudal se observa una línea hiperecoica que genera sombra acústica correspondiente a la tibia.

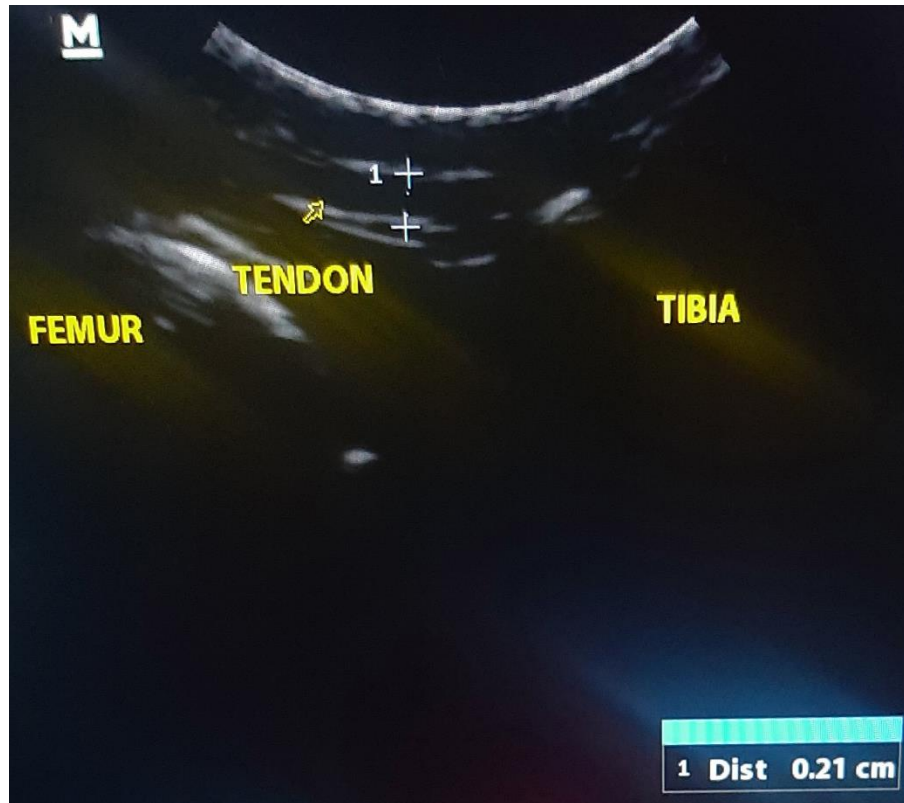


Figura 21. Imagen ultrasonográfica paciente Damián, miembro posterior derecho, rodilla afectada.

Se aprecia una línea hiperecoica con su porción media hipoecoica y un refuerzo posterior ese vendría siendo el tendón con una medida de grosor de 0.21 cm. La articulación presenta un contenido anecoico (líquido sinovial) en la porción craneal se aprecia una línea hiperecoica que genera sombra acústica correspondiente al fémur, de la misma forma en la porción caudal se observa una línea hiperecoica que genera sombra acústica correspondiente a la tibia. Se aprecia un ligero engrosamiento del tendón patelar a comparación con su contraparte.

5. DISCUSIÓN

En las ecografías realizadas en los 6 pacientes caninos podemos observar las mismas estructuras anatómicas, difiriendo un poco en la medida del grosor del tendón patelar, ya sea por el tamaño del paciente o por el engrosamiento presentado a partir de la cirugía realizada, además podemos observar diferencias en la cantidad de contenido anecoico que se puede observar en la porción craneal y la desemejanza en la ubicación de las sombras acústicas que corresponden al fémur y a la tibia.

En los pacientes a los cuales se les realizó cirugía de osteosíntesis de tibia se pudo observar que el engrosamiento del tendón patelar estuvo presente, pero de forma ligera y el líquido sinovial no presentaba disminución en cantidad.

En cambio, los pacientes que fueron sometidos a cirugía por rotura de ligamento cruzado craneal y/o luxación patelar presentaron una menor cantidad de líquido sinovial en la articulación, lo que es sugerente a osteoartritis. Además de presentar el ligero engrosamiento del tendón patelar.

6. CONCLUSIÓN

- Los pacientes que fueron intervenidos de la tibia no presentaron disminución de la cantidad del líquido sinovial, pero si ligero engrosamiento de tendón patelar del miembro afectado.
- Los pacientes que presentaron ruptura de ligamento craneal cruzado y luxación patelar medial presentaron menor cantidad de líquido sinovial en la articulación afectada sugerente a osteoartritis degenerativa. Presentaron también ligero engrosamiento del tendón patelar de la rodilla afectada sugerente a cambios biodinámicas.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Alexander, A. 1981. Técnica quirúrgica en animales y temas de terapéutica quirúrgica. Editorial Interamericana. 4ta. Ed. Distrito Federal, México. 315-399.
2. Álvarez, G. Balias, R. Jiménez, F. Sala, X. 2007. Ecografía musculoesquelética. Editorial Paidotribo. 1ª. Ed. Barcelona, España. 13-115.
3. Amis, A.A. Bull, A.M. Gupte, C.M. Hijazi, I. Race, A. Robinson, J.R. 2003. Biomechanics of the PCL and related structures: posterolateral, posteromedial and meniscofemoral ligaments. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 11(5):271-81.
4. Barajas, V.R. 2019. Manual de procedimientos de manejo y diagnóstico del área de imagenología (ecografía, endoscopia y radiografía) en pequeños animales de la clínica veterinaria vetermedicas. Universidad Cooperativa de Colombia. Bucaramanga. Tesis Licenciatura. 75-84.
5. Climent, S. Latorre, R. Kostlin, R. Vérez, J.L. Sánchez, F.M. Sánchez, J. Celdrán, D. 2014. Artrología canina en 3D. Principales patologías ortopédicas y abordajes quirúrgicos. Editorial Servet. 1ra. Ed. Zaragoza, España. 02-22.
6. Adams, D.R. 1988. Anatomía canina Estudio Sistemico. Editorial Acribia, S. A. Primera edición. Zaragoza, España. 83-443.
7. Dyce, K.M. Sack, W.O. Wensing, C.J.G. 2012. Anatomía Veterinaria. Editorial Manual Moderno. 4ta. Ed. 88-490.
8. Nyland, T.G. Mattoon, J. Heltrgresell, E.J. Wisner, E.R. 2000. Ecografía en pequeños animales. 01-24
<http://www.untumbes.edu.pe/bmedicina/libros/Libros%20de%20Ecograf%C3%ADa/libro95.pdf> Fecha de consulta: 05/05/2023
9. Ellenberger, W. Baum, H. Zietzschmann, O. Ackerknecht, E. Grau, H. 2012. Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. Editorial Springer. 18va Ed. Alemania. 118-328.

10. Engelke, A. Meyer-Lindenberg, A. Nolte, I. 1997. Ultrasonography of the canine stifle joint. *Berliner und Munchener Tierarztliche Wochenschrift*. 110(1):24-29.
11. Evans, H.E. DeLahunta, A. 1991. Miller: *Dissección del perro*. Editorial McGraw Hill. 3ra. Ed. España. .
12. Fossum, T. 2019. *Cirugía en pequeños animales*. Editorial Elsevier España. 5ta. Ed. España. 764-989.
13. Frank, M. Lorient, N. Martinot, S. 1997. *Ecografía Abdominal del Perro y el Gato*. Masson. 1ra. Ed. Madrid, España. 01-16.
14. García, G. Torres, J. Conthe, P. Canora, J. 2015. *Manual de Ecografía Clínica*. Sociedad Española de Medicina Interna. Madrid, España. 06-19
<https://www.untumbes.edu.pe/bmedicina/libros/Libros%20de%20Ecograf%C3%ADa/libro100.pdf>. Fecha de consulta: 10/02/2023
15. Goddard, P.J. 2000. *Ecografía Veterinaria*. Editorial Acribia. 1ra. Ed. 01-180.
16. Grossman, J.D. Sisson, S. 1982. *Anatomía de los animales domésticos*. Editorial Elsevier Masson. 5ª. Ed. Barcelona, España. 35-1887.
17. Gil, J. Gimeno, M. Laborda, J. Nuviola, J. 2005. *Anatomía del perro Protocolos de disección*. Editorial Masson. 2da. Ed. Barcelona, España. 199-210.
18. König, H.E. Liebich, H.G. 2012. *Anatomía de los animales domésticos Aparato locomotor*. Editorial Médica Panamericana. 2da Ed. Madrid, España. 203-269.
19. Kramer, M. Gerwing, M. Hach, V. Schimke, E. 1997. Sonography of the musculoskeletal system in dogs and cats. *Vet Radiol Ultrasound*. 38(2):139-149.
20. Mattoon, J.S. Nyland. T.G. 2002. *Small Animal Diagnostic Ultrasound*. Editorial Saunders. 2da Ed. California, United States. 10-538.
21. Penninck, D. D'Anjou, M.A. 2020. *Atlas de Ecografía en Pequeños Animales*. Editorial Multimédica Ediciones Veterinarias. 2da. Ed. 445- 485.

22. Piermattei, D.L Flo, G.L. DeCamp C.E. 2006. Handbook of Small Animal Orthopedics and Fracure Repair. Editorial Saunders. 4ta. Ed. Misuri, United States. 552-629.
23. Popesko, P. 1998. Atlas de anatomía topográfica de los animales domésticos. Editorial Masson. 2da. Ed. Barcelona, España. 168-169.
24. Saldivia, M. 2018. Descripción morfológica y biomecánica de la articulación de la rodilla del canino (*Canis lupus familiaris*). CES Medicina Veterinaria Y Zootecnia. 13(3):294-307.
25. Santoscoy, E.C. 2008. Ortopedia, Neurología y Rehabilitación en pequeñas especies. Perros y gatos. Editorial Manual Moderno. 1ra. Ed. Madrid, España. 123-198.
26. Shively, M.J. 1993. Anatomía Veterinaria. Básica Comparativa y Clínica. Editorial Manual Moderno. 1ra Ed. México. 87-156.
27. Ventura, L. 2010. Manual de ecografía musculoesquelética. Editorial Médica Panamericana. 1a Ed. México. 01-84.