



Facultad de Veterinaria  
Universidad Zaragoza



# Trabajo Fin de Grado en Veterinaria

Estudio comparativo de las principales opciones de tratamiento quirúrgico para la rotura del ligamento cruzado craneal en perros.

Comparative study of the main surgical treatment options for cranial cruciate ligament rupture in dogs.

Autor/es

Francisco Iniesta Medina

Director/es

José Ramón Sever Bermejo

Facultad de Veterinaria

2020

---

# ÍNDICE

	Página
1. RESUMEN	1
2. ABSTRACT	1
3. INTRODUCCIÓN	2
3.1. ANATOMÍA DE LA RODILLA	2
3.2. BIOMECÁNICA DE LA RODILLA	7
3.3. ROTURA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR DE LA RODILLA	9
3.3.1. SIGNOS CLÍNICOS	11
3.3.2. DIAGNÓSTICO	12
4. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	14
5. METODOLOGÍA	14
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
6.1. TRATAMIENTO DE LA ROTURA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR	15
6.1.1. TÉCNICAS INTRACAPSULARES	15
6.1.2. TÉCNICAS EXTRACAPSULARES	17
6.1.3. TÉCNICAS MODIFICADORAS DE LA BIOMECÁNICA	19
6.2. COMPARACIÓN DE LAS TÉCNICAS	21
7. CONCLUSIONES	24
8. CONCLUSSIONS	25
9. VALORACIÓN PERSONAL	26
10. BIBLIOGRAFÍA	27

## 1. RESUMEN

La rotura del Ligamento Cruzado Anterior (LCA), o Ligamento Cruzado Craneal (LCC/LCCr), es una de las principales causas de cojera en el perro. Ésta puede producirse por trauma o por degeneración del tejido, aunque la mayoría de las veces actúan estos dos factores al mismo tiempo.

La anatomía y la biomecánica de esta articulación en el perro permite plantearnos diferentes opciones terapéuticas quirúrgicas, que se clasifican en intraarticulares, extraarticulares y modificadoras de la biomecánica; sin existir una sola técnica que destaque de forma absoluta sobre las otras. La elección de la técnica dependerá de una serie de factores como son edad, tamaño y peso del paciente, así como opinión formada y pericia del veterinario cirujano.

## 2. ABSTRACT

The rupture of the Cranial Cruciate Ligament (CCL) is one of the main causes of limp in dogs. This can be caused by trauma or tissue degeneration, although most of the time these two factors act at the same time.

The anatomy and biomechanics of this joint in the dog allow us to consider different surgical therapeutic options, which are classified as intra-articular, extra-articular and modifying biomechanics; without existing a single technique that absolutely stands out from the others. The choice of technique will depend on a series of factors such as the patient's age, size and weight, as well as the opinion and the expertise of the veterinary surgeon.

### 3. INTRODUCCIÓN

#### 3.1. ANATOMÍA DE LA RODILLA.

La rodilla es una articulación condilar sinovial compuesta, formada por dos articulaciones diferentes conectadas entre sí; la parte femorotibial o condilar de la articulación, formada por los cóndilos del fémur articulados con los cóndilos de la tibia, y la articulación femorrotuliana, que se encuentra localizada entre la rótula y la tróclea del fémur (Evans y de Lahunta, 2013).

Ambas partes de la articulación se encuentran conectadas, aunque son asimismo independientes. Esto se explica debido a que la rótula está firmemente unida a la tibia por ligamentos, de tal forma que cualquier movimiento entre el fémur y la tibia se traduce en un movimiento entre la rótula y el fémur. La incongruencia que existe entre la tibia y el fémur se supera gracias a dos fibrocartílagos, también denominados meniscos (Evans y de Lahunta, 2013).

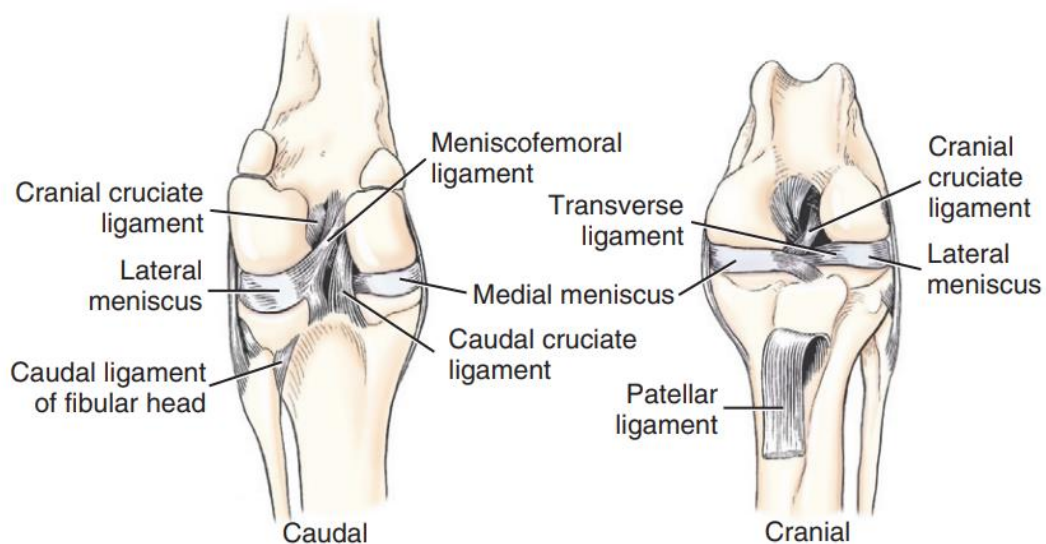


Figura 1. Visión craneal y caudal de la rodilla. Extraída de Miller's Anatomy of the Dog, 4th Edition (Evans y de Lahunta, 2013)

#### Meniscos

Los meniscos son dos fibrocartílagos encargados de estabilizar la articulación y limitar los movimientos exagerados de la articulación de la rodilla, así como de absorber los impactos de las superficies articulares, aumentando la superficie de contacto (Goble, Verdonk y Kohn, 1999).

El menisco lateral es más abierto y móvil que el medial y está sujeto por su extremo craneal al área intercondílea craneal de la tibia por el ligamento transverso de la rodilla. Su extremo

caudal está unido por el ligamento meniscofemoral a la fosa intercondílea del fémur y a la incisura poplíteica de la tibia. (Climent et al., 2013).

Asimismo, el menisco medial es más delgado y está más cerrado por sus extremos. Su parte craneal está sujeta a la tibia por medio del ligamento transverso de la rodilla, que lo une a la parte anterior del menisco lateral y al tubérculo medial. Su borde lateral está firmemente unido al ligamento colateral medial. Su menor espesor y menor movilidad, que resulta de sus fijaciones, tiene como consecuencia que es el menisco más frecuentemente afectado por las lesiones traumáticas de la rodilla (Climent et al., 2013)

### Cápsula articular

La cápsula articular de la rodilla es la más larga del cuerpo y forma tres sacos intercomunicados entre sí. Dos de ellos se encuentran entre los cóndilos femorales y tibiales, y el tercero se sitúa debajo de la rótula (Evans y de Lahunta, 2013; Climent et al., 2013).

Los sacos femorotibiales son considerablemente más pequeños que los femororrotulianos y están parcialmente divididos por el menisco en partes femoromeniscales y tibiomeniscales. El menisco se desarrolla en la capa fibrosa de la cápsula, y las dos partes comunican principalmente alrededor de sus bordes axiales cóncavos, donde los cóndilos tibiales y femorales contactan entre sí (Evans y de Lahunta, 2013).

Existe una comunicación también entre las partes condíleas, lateral y medial, de la articulación. Ambas partes se extienden entre las partes proximales caudales de los cóndilos femorales y las fabelas que se articulan con ellos (Evans y de Lahunta, 2013).

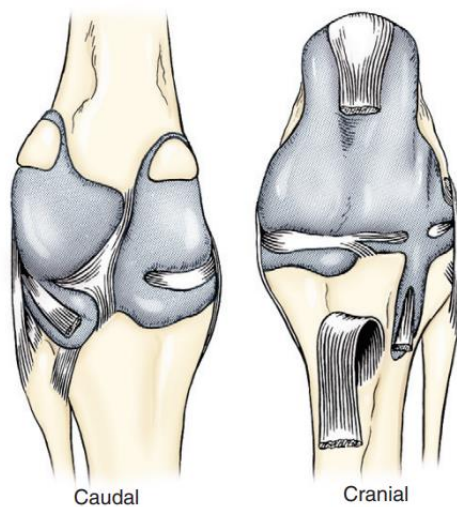


Figura 2. Vista de las cápsulas articulares de la rodilla del

perro. Extraída de Miller's Anatomy of the Dog, 4th Edition (Evans y de Lahunta, 2013)

### Ligamentos de la articulación de la rodilla.

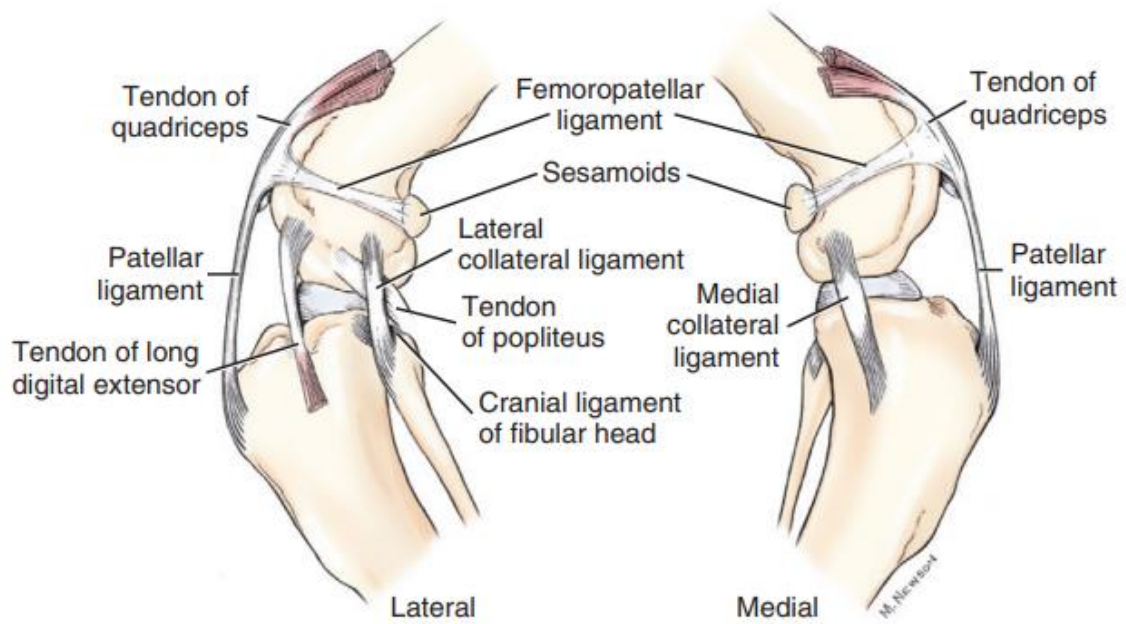
De cara al estudio de los distintos tratamientos de la rotura del LCA es importante tener en cuenta la localización de los distintos ligamentos. Diferenciaremos entre los ligamentos meniscales y los femorotibiales (Evans y de Lahunta, 2013).

Los ligamentos meniscales son los que unen el menisco a la tibia y al fémur, estos son (Evans y de Lahunta, 2013):

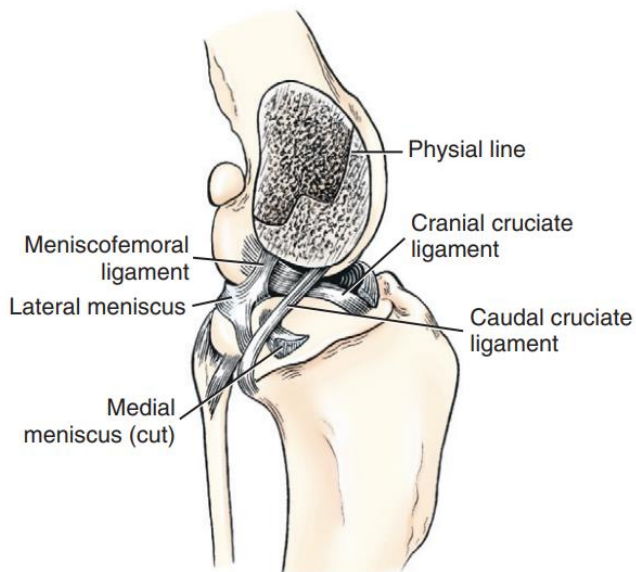
- El ligamento tibial craneal del menisco medial.
- El ligamento tibial caudal del menisco.
- El ligamento tibial craneal del menisco lateral.
- El ligamento tibial caudal del menisco lateral.
- El ligamento femoral del menisco lateral (siendo la única unión femoral del menisco).

Los ligamentos femorotibiales los conforman los ligamentos colaterales, que se desarrollan en la capa fibrosa de la cápsula articular en cada lado de la rodilla, y los cruzados, localizados en la cavidad articular (Evans y de Lahunta, 2013):

- El ligamento colateral medial es un ligamento grueso que se extiende entre el epicóndilo medial del fémur y el borde medial de la tibia, aproximadamente 2cm distal al cóndilo tibial medial en razas grandes. Tras pasar obre el borde de este cóndilo, una bursa se interpone entre el ligamento y el hueso. La longitud total del ligamento es de más de 4cm en perros medianos. Se fusiona con el menisco medial.
- El ligamento colateral lateral es similar a su compañero en tamaño y longitud. Así como atraviesa la cavidad articular, pasa sobre el tendón de origen del músculo poplíteo. Termina distalmente en la cabeza del peroné, con algunas fibras yendo al cóndilo adyacente lateral de la tibia.
- **El ligamento cruzado anterior (o craneal)** se extiende desde la parte caudomedial del cóndilo lateral del fémur diagonalmente a través de la fosa intercondílea hasta el área intercondílea craneal de la tibia.
- El ligamento cruzado posterior (o caudal) se extiende desde la superficie lateral del cóndilo femoral medial, caudodistalmente al extremo lateral del surco poplíteo de la tibia.



Figuras 3 y 4. Vista de los ligamentos de la rodilla del perro. Extraídas de Miller's Anatomy of the Dog, 4th Edition (Evans y de Lahunta, 2013).



El ligamento cruzado caudal es ligeramente más grueso y bastante más largo que el craneal. Ambos se cruzan en sus terminaciones proximales en la fosa intercondílea, encontrándose el cruzado caudal de forma más medial al craneal.

El trabajo publicado por Vasseur, Pool, Arnoczky y Lau (1985) investiga las características y funciones anatómicas de los ligamentos colaterales. En él se realizaron mediciones de tensión en flexión y extensión, descubriendo que los ligamentos colaterales trabajaban junto a los cruzados para limitar la rotación medial de la tibia sobre el fémur. En extensión, los ligamentos colaterales eran la principal resistencia contra la rotación medial y lateral. **En flexión, el ligamento colateral lateral estaba menos tenso y los cruzados constituían la principal resistencia contra el movimiento de rotación medial de la tibia (tabla 1).** La rotación lateral estaba limitada solamente por los ligamentos colaterales en ambos casos de flexión y extensión.

	EXTENSIÓN	FLEXIÓN
LIGAMENTO CRUZADO CRANEAL		
P. craneomedial	Tensa	Tensa
P. caudolateral	Tensa	Relajada
LIGAMENTO CRUZADO CAUDAL		
P. craneomedial	Tensa	Relajada
P. caudal	Relajada	Tensa

Tabla 1. Tensión de los ligamentos en función de la posición de la rodilla, basada en el trabajo de Vasseur et. al., 1985.

**Un movimiento craneal excesivo de la tibia con la articulación en extensión es evidencia de una rotura del ligamento cruzado craneal.** El ligamento cruzado craneal es el que, de forma más habitual, sufre lesiones, ya sean desgarros o roturas, como resultado de traumatismos, fuerzas excesivas aplicadas a articulaciones normales, o fuerzas normales aplicadas a articulaciones en las que hay degeneración de los ligamentos. La hiperextensión o la rotación medial excesiva con la rodilla flexionada son los movimientos que mayor probabilidad tienen de causar una rotura del ligamento cruzado craneal (Buitrago, 2010; Castañón 2015).



### 3.2. BIOMECÁNICA DE LA RODILLA

Como comentábamos anteriormente, la articulación de la rodilla permite realizar dos movimientos principales, flexión y extensión, y un movimiento accesorio de rotación, siendo este más reducido (McDermott et al., 2003; Castañón, 2015).

La mayoría de los perros en posición de estación tienen un ángulo normal en la rodilla de entre 130 y 140°, pudiendo llegar la misma a una extensión máxima de aproximadamente 150° (variable según el autor) y una flexión de unos 40° (Piermattei, Flo y DeCamp, 2006).

El movimiento de flexión-extensión sucede por una combinación de ondulación y desplazamiento del fémur sobre la tibia (Muir, 2011). Los cóndilos femorales giran sobre los meniscos y éstos a su vez se deslizan sobre la meseta tibial, cranealmente en extensión y caudalmente en flexión (Dyce, Sack y Wensing, 2015).

En la flexión, el LCL se relaja y permite el desplazamiento caudal del cóndilo lateral femoral, permitiendo la rotación interna de la tibia. En extensión, el LCL se tensa y permite el movimiento craneal del cóndilo lateral femoral, en rotación externa de la tibia (Vasseur et al., 1985).

El LCA limita la rotación interna de la tibia sobre el fémur a 19 grados cuando la tibia y el fémur forman un ángulo de 90 grados. Después de su rotura, la rotación interna de la tibia puede llegar hasta los 45 grados (Bonastre, 2012).

La principal función del ligamento cruzado anterior es evitar el desplazamiento hacia delante de la tibia en relación con el fémur (movimiento de cajón anterior). Por otro lado, el ligamento cruzado posterior evita el movimiento hacia atrás de la tibia en relación con el fémur. (Magge, 2006; Voight, 2017).

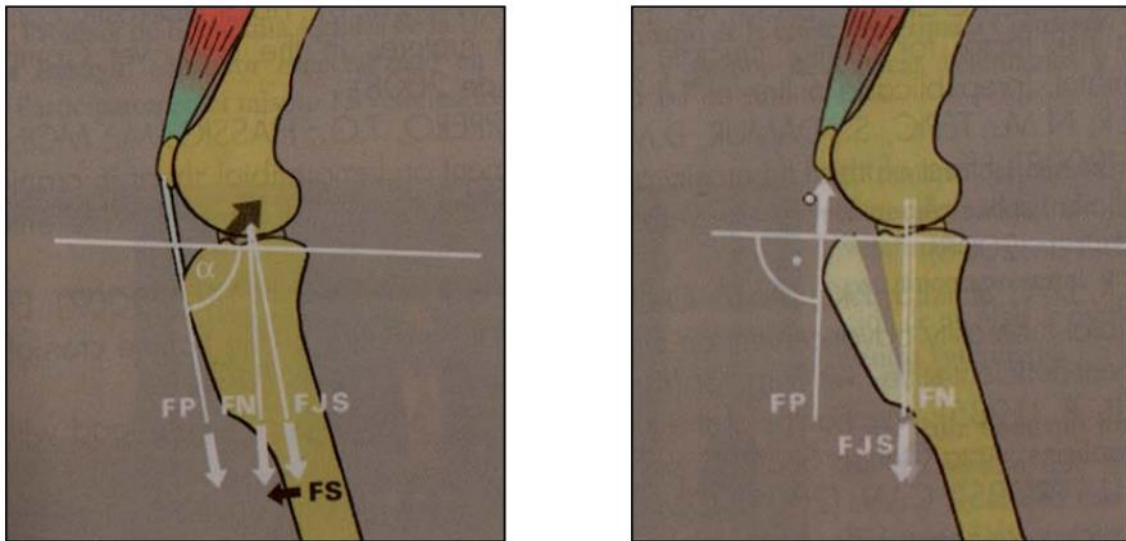
El ligamento cruzado anterior (LCA) se divide en las bandas craneomedial y caudolateral, las cuales tienen diferentes puntos de inserción sobre la meseta tibial. La banda craneomedial está tensa durante todas las fases de la flexión y extensión, mientras la banda caudolateral está tensa en la extensión, pero se vuelve laxa en flexión. (Fossum et al., 2009)

Con la articulación femorotibial en extensión, los ligamentos colaterales impiden la abducción y rotación de la articulación. Cuando está flexionada, el ligamento colateral lateral se relaja, por acercamiento de sus inserciones femoral y fibular, posibilitando el desplazamiento caudal del cóndilo femoral lateral sobre el plato tibial, lo que resulta en una rotación interna de la tibia sobre el fémur. Durante la extensión, el ligamento colateral lateral se tensiona, lo que provoca el desplazamiento craneal del cóndilo lateral del fémur con respecto a la tibia. Este

desplazamiento produce una rotación externa de la tibia sobre el fémur (Vasseur et al., 1985; Castañón, 2015).

Los ligamentos colaterales y los cruzados restringen la rotación axial anormal. Los ligamentos cruzados restringen la rotación axial interna anormal cuando la articulación está flexionada, retorciéndose uno sobre otro. Esta función es reforzada por el ligamento colateral lateral. Durante la extensión, los ligamentos cruzados vuelven a su posición inicial, por lo que no pueden prevenir la rotación interna. Esta función la cumple el ligamento colateral medial (Magge, 2006; Voight, 2017).

Las limitaciones secundarias no suelen ser eficaces para evitar el movimiento anómalo y se pueden producir otras lesiones en el intento de actuar como limitaciones primarias en el caso de un movimiento excesivo (Luther, Cook y Constantinescu, 2007). Concluimos destacando la importancia del LCA en la estabilización de la rodilla en todo su rango de movimiento debido a que la rotura de éste produce inestabilidad y daño en los estabilizadores más débiles, dentro y alrededor de la articulación.



Figuras 5 y 6. Comparación de la dirección de fuerzas entre la rodilla normal y la rodilla intervenida con la técnica TTA en el perro. Extraída de Gerrero, Montavón y Rodríguez, 2010

### 3.3. ROTURA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR DE LA RODILLA.

No está definida la etiopatogenia exacta de la enfermedad, pero se han identificado varios factores de riesgo como la raza, el peso, el sexo y la conformación (Muir, 2011).

La rotura del LCA puede producirse por trauma (aguda) o por degeneración (crónica). Estas dos causas están interrelacionadas debido a que el ligamento debilitado por degeneración tiene más facilidad para romperse que un ligamento normal (Fossum et al., 2009)

La rotura del LCA por trauma supone aproximadamente el 20% de las roturas totales y se produce principalmente por hiperextensión con rotación interna excesiva. Otro de los motivos, puede ser la rotación excesiva de la rodilla cuando la articulación tiene una flexión entre 20º-50º, posición en la que los ligamentos cruzados anterior y posterior se enrollan entre sí, limitando el grado de rotación interna de la tibia respecto al fémur. (Vasseur, Pool y Anorczyk, 1985; Fossum et al., 2009). En perros jóvenes con el esqueleto inmaduro, se puede producir un desgarro del LCA en lugar de rotura (Ezquerro y Jiménez, 1998).

Diversos estudios han demostrado que la mayoría de las roturas del LCA son el resultado de cambios degenerativos crónicos por modificaciones producidas en las células y en el colágeno de la matriz extracelular, como resultado de efectos acumulativos de la remodelación y adaptación a la carga mecánica y a las microrroturas (Comerford, Smith y Hayashy, 2011; Castañón, 2015) Estas causas degenerativas afectan a perros de mediana y avanzada edad, de razas de talla mediana y grande y frecuentemente obesos. (Ezquerro y Jiménez, 1998).

Un porcentaje significativo de los casos de cojera por problemas en la rodilla, que se atribuyen a deficiencia del LCA, se debe a roturas parciales del ligamento. Sin embargo, la rotura total suele ocurrir rápidamente después de la rotura parcial (Castañón, 2015).

Otro factor que puede favorecer la degeneración son las alteraciones en la conformación de la rodilla en valgus y varus, esfuerzos o microtraumas repetidos u otras patologías como la luxación rotuliana. Estas roturas secundarias a cambios degenerativos se denominan roturas espontáneas. (Doom et al. 2008). En muchos casos el trastorno patológico subyacente se presenta en ambas rodillas y en un alto porcentaje de perros se producen roturas bilaterales (Fossum et al., 2009).

En el trabajo realizado por Tamayo Arango (2004) se menciona que diferentes análisis histológicos a perros mayores de 5 años y con un peso mayor a 15 kg, indican que el LCA muestra una pérdida global de fibroblastos, metaplasia de los fibroblastos sobrevivientes a condrocitos y pérdida de la organización estructural de las fibras de colágeno. Sin embargo, en perros de

menos de 15 kg de peso estos cambios degenerativos son menos severos y comienzan de forma más tardía. Comerford, Smith y Hayashi (2003) demostraron alteraciones histológicas en ligamentos cruzados caninos rotos de forma espontánea, observando pérdida de fibroblastos en la región central del ligamento con aumento de células esferoides y disrupción de la matriz amorfa extracelular.

En relación con los cambios degenerativos existen diversidad de opiniones. Por ejemplo, en el trabajo publicado por Paatsama (1952) se demostró que la zona media del LCA es la zona más común de rotura del ligamento en perros, lo que podría deberse al menor suministro sanguíneo y a la función disminuida de los fibroblastos infraligamentosos, que no permite la reparación de lesiones menores repetidas.

También la conformación del LCA de cada perro y sus anomalías conformacionales pueden causar una rotación interna extra de la tibia sobre el fémur, un desplazamiento craneal de la tibia o una hiperextensión de la rodilla, produciendo una tensión adicional al LCA. La mayoría de estas anomalías son bilaterales. (Tamayo Arango, 2004)

Otra de las causas de roturas bilaterales, pueden ser las artropatías inmunomediadas. Entre ellas, se ha reconocido como causa la sinovitis linfocítica plasmocítica, ya que la rotura parcial puede llevar a la formación de anticuerpos anticógeno que pueden destruir la estructura del LCA. (Tamayo Arango, 2004)

Las consecuencias derivadas de las roturas, tanto parciales como completas, son el daño meniscal y la osteoartritis secundaria. Ambas son menos severas cuando se presenta una rotura parcial que una rotura completa, debido a que, en los primeros casos, la inestabilidad es menos severa (Castañón, 2015).

#### Osteoartritis.

La inestabilidad de la rodilla produce capsulitis y sinovitis, degeneración del cartílago articular, formación de osteofitos periarticulares, cambios en el hueso subcondral y daño meniscal. La lesión del cartílago articular induce una serie de cambios bioquímicos dentro de la articulación, con cambios en el metabolismo de los condrocitos, que lleva a la pérdida o cambio en el colágeno y a la pérdida de proteoglicanos. La red de colágeno y proteoglicanos en el hueso subcondral actúa como un absorbente del choque en la articulación. La pérdida de este componente disminuye la habilidad del cartílago articular para sostener y transmitir las fuerzas eficientemente, llevando a un daño adicional del cartílago y creando un círculo vicioso de degeneración. (Martí, 2014; Castañón, 2015)

### Daño meniscal.

Se produce cuando la articulación es sometida a una combinación de flexión-rotación o extensión-rotación. El menisco lateral tiene unas inserciones menos rígidas que el menisco medial. Al ser más móvil, la lesión del menisco lateral es poco común. El daño del menisco medial ocurre durante la rotación interna de la tibia sobre el fémur. El cóndilo femoral medial produce una fuerza excesiva sobre el relativamente inmóvil menisco medial. Como resultado se produce un desgarramiento transversal o longitudinal al borde cóncavo del menisco. El ligamento meniscotibial caudal también se estira, lo que provoca que el cuerno caudal se mueva libremente y se doble sobre sí mismo durante el movimiento de la articulación, produciendo un sonido chasqueante característico. (Martínez, Rubio y Mínguez, 1998; Ralphs y Whitney, 2002)

#### 3.3.1. SIGNOS CLÍNICOS

El síndrome agudo se observa en perros activos, generalmente jóvenes y sanos, como el inicio repentino de una debilidad sin apoyo de peso durante un ejercicio intenso. La rodilla puede presentar derrame. Generalmente el perro permanece sin apoyar la extremidad durante una semana y luego comienza a apoyarla y a utilizarla de forma normal. La cojera tiende a reaparecer durante el ejercicio o con la edad, pudiéndose desarrollar una osteoartritis crónica. La inestabilidad de la rodilla puede originar una lesión de menisco secundaria, en la que se puede oír un sonido de chasquido durante el movimiento de la rodilla (Apuntes del Profesor JL Morales López, 2019).

El síndrome crónico se observa generalmente en perros viejos con exceso de peso o en perros con deformaciones de la rodilla. Estos animales no apoyan el peso, o lo hacen de forma parcial, durante periodos mucho más prolongados que los que sufren un síndrome agudo. Es frecuente que aparezca una cojera bilateral, afectándose también la otra extremidad. Como en el caso anterior, se puede producir una lesión secundaria de menisco debido a la inestabilidad de la articulación y el derrame articular se presenta de forma habitual (Morales López, 2019).

Los perros afectados por una rotura del LCA presentan una rotación interna excesiva, provocando posición en el perro de “pies hacia dentro, rodilla hacia fuera”. Existe una tensión muscular de protección en los perros afectados por esta enfermedad (Morales López, 2019).

La inestabilidad articular suele dar lugar al desarrollo de un tejido fibroso crónico que tiende a corregirla. Esto junto con la tensión muscular en el momento del examen físico puede provocar diagnósticos erróneos en la prueba del cajón anterior (Morales López, 2019).

### 3.3.2. DIAGNÓSTICO

Existen dos pruebas específicas para el diagnóstico de la rotura del LCA en el perro: el signo de cajón anterior y la prueba de compresión tibial.

De los métodos de diagnóstico anteriores, el más utilizado es la técnica de movimiento de cajón. Según el estudio realizado por Fischer (2014), en el que se realizaba una encuesta a 21 médicos veterinarios, los 21 indicaron utilizar la técnica del signo del cajón anterior como principal método diagnóstico. En ese mismo estudio se indicaba que catorce de los veterinarios encuestados (66,6%) realizaban como complemento la prueba específica de compresión tibial. También catorce de ellos (66,6%) realizaban toma de radiografías como método de diagnóstico complementario y solamente dos (9,5%) veterinarios declararon utilizar la ecografía y uno (4,7%) la artroscopia como métodos de diagnóstico complementarios.

1. El signo del cajón anterior es una manipulación de la rodilla en la que se fuerza un movimiento de traslación craneal de la tibia con respecto al fémur. El movimiento positivo se considera patognomónico de rotura del LCA. El signo de cajón anterior puede demostrar solo 1 a 2 mm de traslación craneal en los pacientes con rotura parcial del ligamento. Este signo rara vez es palpado con el miembro en extensión y requiere la flexión de la rodilla de al menos 60°.



Figura 7. Evaluación del miembro en flexión y en extensión para diagnóstico de ruptura de ligamento cruzado anterior en caninos.

Extraído de Fossum et al., 1999. Cirugía en pequeños animales, p

1036.

2. La prueba de la compresión tibial se realiza observando si hay rotación de la cresta tibial con respecto a la rótula y al ligamento tibio-rotuliano al flexionar la articulación del tarso (Morales López, 2019).

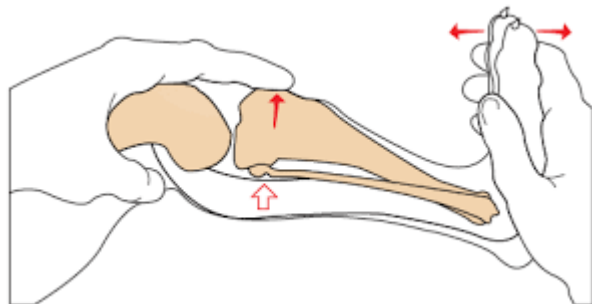


Figura 8. Prueba de compresión tibial para diagnóstico de rotura del LCA en caninos. Extraído del trabajo de

Berrio Betancur y Ochoa Vélez (2009).

El diagnóstico de la rotura de LCA consiste, principalmente, en un examen clínico. La radiografía podría servirnos para observar la artrosis secundaria en casos crónicos, así como efusión de líquido sinovial en casos recientes. Otras técnicas de imagen como resonancia magnética podrían ser útiles, pero no suelen utilizarse debido a su alto coste (Galindo-Zamora et. al., 2013; Fischer, 2014).

## 4. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Actualmente existen una gran cantidad de opciones quirúrgicas para la resolución de la rotura del LCA en el perro, sin existir una que se encuentre absolutamente por encima del resto. La elección de la técnica a elegir dependerá de diversos factores como edad, peso, tamaño y morfología del paciente.

Este trabajo se ha realizado con el objetivo de aportar nociones básicas sobre las principales técnicas para la resolución de esta patología, así como las de nueva incorporación, proporcionando de forma concisa las principales características de cada técnica, que nos llevan a la elección de ésta en función del paciente y del cirujano.

Cabe remarcar que no se intenta aportar información adicional a la previamente existente debido a que se trata de una revisión bibliográfica.

Además, la realización de este trabajo ha servido al estudiante por un lado para repasar la anatomía de la rodilla del perro y su biomecánica y por otro lado para conocer la etiología, patogenia, sintomatología y diagnóstico de la rotura del LCA.

## 5. METODOLOGÍA

Este trabajo se ha realizado siguiendo las pautas propias de una revisión bibliográfica, sin aportar información adicional a la previamente existente, y las conclusiones obtenidas se basan en la opinión y hallazgos de los diferentes trabajos y estudios realizados por parte de los citados en la bibliografía.

Para la realización del trabajo se han realizado búsquedas a través de PubMed, Web of Science, Scopus, Science direct, Google Scholar, Alcorze y ProQuest; siendo las palabras clave a buscar las siguientes: “Stifle joint in dog”, “Anatomy of the stifle in dog”, “Craneal cruciate ligament rupture in dog” “LCC Surgery in dog”, “Biomechanical of the stifle in dog”, “Intraarticular techniques for the LCC rupture in dog”, “Extraarticular techniques for the LCC rupture in dog”, “Biomechanical modifying techniques for the LCC rupture in dog”, etc. y sus homólogos en lengua española.

Además, se ha llevado a cabo una búsqueda de la bibliografía presente en los artículos que se han considerado más relevantes, para después incluirla en este trabajo.



## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. TRATAMIENTO DE LA ROTURA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR

El tratamiento de la rotura del LCA es principalmente quirúrgico y tiene como objetivo estabilizar la rodilla, impidiendo el desplazamiento craneal de la tibia (Martí, 2014).

A veces se puede intentar realizar un tratamiento conservador en el que se restringe el ejercicio físico y se estimula la pérdida de peso, recurriendo a analgésicos en caso necesario. (Vasseur, 2006; Edge-Hughes y Nicholson, 2007). Se restringe el ejercicio físico durante 6 a 8 semanas, limitándose a paseos con correa corta. Hasta los 5 o 6 meses se permite un ejercicio controlado, aumentando de forma progresiva hasta que el animal deja de cojear. (Ezquerria y Jiménez, 1998).

Las técnicas quirúrgicas que intentan sustituir las funciones del LCA se dividen en tres grupos:

- Técnicas intracapsulares (sustitución del ligamento por fascia lata o ligamento rotuliano).
- Técnicas extracapsulares (Técnica de Flo, Thight Rope).
- Técnicas modificadoras de la biomecánica (TPLO, TTA).

#### 6.1.1. TÉCNICAS INTRACAPSULARES

Su objetivo es la restitución del LCA mediante un tejido o implante a través de la articulación en la misma dirección que ocupaba el ligamento original, reestableciendo la estabilidad normal de la rodilla (Guerrero y Rodríguez, 2008). Son las técnicas utilizadas en cirugía humana (Martí, 2014).

Vamos a dar una breve explicación sobre los procedimientos más relevantes:

##### Técnica de tunelización de Paatsma

Se basa en la disección de fascia lata del muslo de unos 2 cm de ancho, dejándola unida distalmente. Se perforan agujeros en fémur y tibia en el origen anatómico y de inserción del LCA. El extremo de la cinta de la fascia lata se pasa por cada uno de estos túneles mediante un alambre anudado. Después se tira del injerto y se fija con suturas a lo largo del ligamento rotuliano (Slatter, 2006; Piermattei, Flo y DeCamp, 2006).

### Técnica de la horquilla modificando su anclaje distal

Utiliza como implante sustitutivo del ligamento una poliamida 6/6 de 1,5 mm de diámetro. En el anclaje proximal se utiliza la horquilla fabricada con agujas de Kirschner de 1,2 mm de diámetro. El premoldeado de la horquilla se realiza previamente a la cirugía, ajustando su longitud a la del túnel a realizar en el cóndilo femoral, para lo que se hace previamente un estudio radiográfico de mediciones. Para el anclaje distal se utiliza un tornillo de cortical de 3,5 mm de diámetro, dependiendo del tamaño del animal, asociado a una arandela dentada de teflón. El implante se pasa por este tornillo con una lazada, apretando posteriormente el tornillo (Trilla, 2002).

### Técnica quirúrgica Viart de Evolig

Se trata de una técnica reciente, novedosa, que pretende dar otra oportunidad a las técnicas intraarticulares, últimamente dejadas de lado en el tratamiento de esta enfermedad.

Ha sido desarrollada por el doctor JP Laboureau, quien ha creado un ligamento sintético, llamado ligamento Evolig, que gracias a su estructura de fibras libres aumenta la resistencia a la fatiga, convirtiéndolo, según sus propios estudios, en “el primer implante que mejor reproduce la función del ligamento natural” y de gran biocompatibilidad. Este implante se fija en fémur y tibia a través de túneles óseos y tornillos como vemos en la figura.

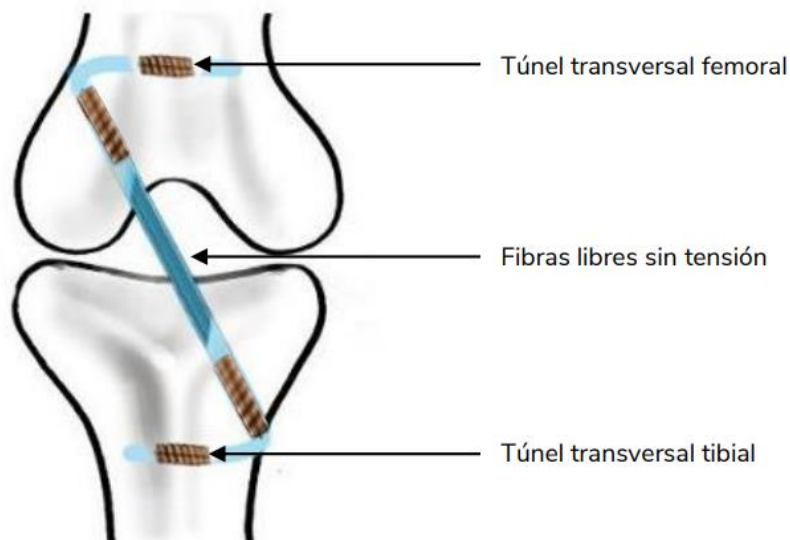


Figura 9. Fundamento de la técnica Viart de Evolig. Extraída de Técnica quirúrgica Viart de Evolig, by Dr. JP Laboureau

Para el uso de esta técnica se puede recurrir a la técnica abierta o a la técnica artroscópica. Las técnicas artroscópicas han supuesto un gran avance para este tipo de intervenciones ya que

son mínimamente invasivas y se observa una disminución de los cambios inflamatorios en el líquido sinovial (Beale et al., 2003; Hoelzler et al., 2004).

Existen una serie de puntos fundamentales para el éxito de la intervención (Sopena Juncosa, Carrillo Poveda y Argibay Fraga, 2020):

- Restos rasgados del LCA: deben mantenerse, debido a que contienen las bases para el crecimiento de fibroblastos dentro de las fibras libres de Evolig.
- Punto isométrico: la inserción femoral debe realizarse en el punto ideal donde la tensión sobre el ligamento protésico será igual en cualquier posición de la rodilla.
- Fibras libres: El ligamento debe posicionarse de manera que las fibras libres queden situadas en la zona intraarticular.

### 6.1.2. TÉCNICAS EXTRACAPSULARES

El objetivo principal de estos métodos quirúrgicos es estabilizar la articulación temporalmente, hasta la formación de una fibrosis periarticular, la que con el paso del tiempo aporta la estabilidad en la rodilla afectada (DeAngelis y Lau, 1970; Vasseur et al., 1985). Es probablemente el método más utilizado para el tratamiento de lesiones del LCA (Leighton, 1999; Lampman, Lund y Lipowitz, 2003; Fischer, 2014) por ser una técnica de fácil y rápida aplicación.

Existen gran cantidad de técnicas extracapsulares descritas donde se utiliza material autólogo o sintético (Tonks, Lewis y Pozzi, 2011) o bien se realiza imbricación de la cápsula articular o fascia (Fischer, 2014).

Dentro de este grupo de métodos quirúrgicos, la estabilización a través de suturas ancladas en el sesamoideo lateral y la tibia proximal es la técnica más utilizada (Conzemius et al., 2005). Existen diferentes modificaciones de esta técnica, principalmente relacionadas con el material y la zona de anclaje de la sutura (Harper et al., 2004). Para una mayor estabilización de la articulación, se debe anclar el implante en puntos “isométricos”, tanto a nivel femoral como tibial. Aun así, diversos estudios han demostrado que no existe un anclaje 100% isométrico (Fischer et al., 2010). Punto isométrico: la inserción femoral debe realizarse en el punto ideal donde la tensión sobre el ligamento protésico será igual en cualquier posición de la rodilla (Sopena, Carrillo y Argibay, 2020).

Estas técnicas han estado vigentes bastantes décadas, presentando mejores resultados en los perros de razas pequeñas (Castañón 2015).

A continuación, se exponen dos de las técnicas extracapsulares más importantes:

#### Técnica de imbricación retinacular modificada (TIRM) o Técnica de Flo

Se basa en dos técnicas utilizadas con anterioridad, que son la técnica de imbricación y la técnica retinacular, y fue descrita por Flo en el año 1975 (Castañón, 2015).

El objetivo global es colocar suturas estabilizantes desde la fabela medial y lateral hasta un túnel en la tuberosidad tibial. Estas suturas estabilizan la rodilla a corto plazo, pero el tejido fibroso depositado sobre el recorrido de la sutura mantiene la estabilidad a largo plazo (Flo, 1975; J. Harari, 2002).

El material utilizado para esta técnica es monofilamento de nylon y se ha demostrado que la inmersión durante unos cinco minutos de este material en clorhexidina antes de su implantación reduce el número de infecciones y fístulas exudativas (Flo, 1975; Piermattei, Flo y DeCamp, 2006).

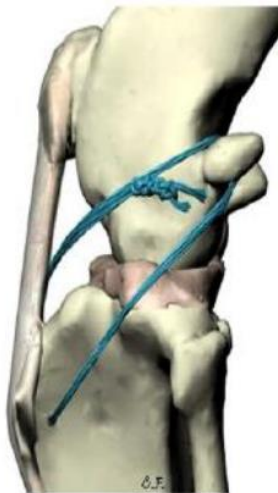


Figura 10. Método extraarticular descrito por Flo en 1975. “Utilización de una sutura, la cual es dirigida caudal al sesamoideo lateral, dirigida a través de un túnel óseo a través de la tibia para finalmente suturarla a nivel lateral de la rodilla”. Extraído del trabajo de Fischer (2014).

#### Técnica del TightRope o técnica de puntos isométricos

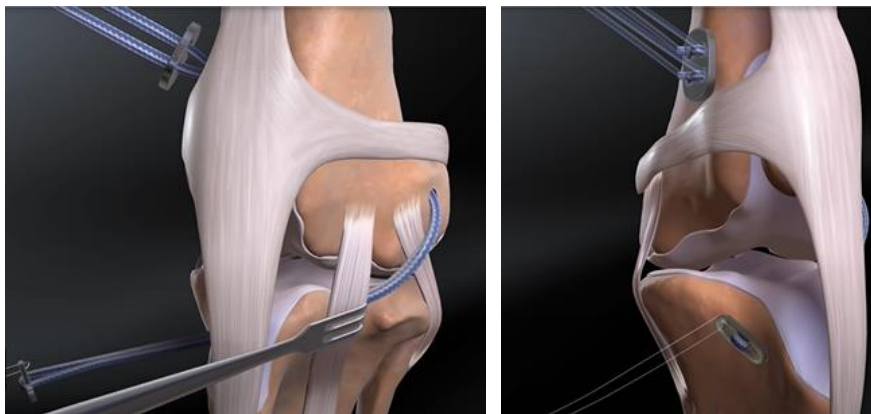
Es una de las técnicas extracapsulares más recientes y de mayor aceptación, desarrollada por el Dr. James Cook (Harasen, 2010; Méndez et. al., 2020). Las ventajas que tiene sobre cualquier otra técnica de este grupo es que utiliza un implante registrado como FiberTape, más resistente que el nylon o alambre quirúrgico.

Fue desarrollada en el año 2010 con el objetivo de lograr una mayor estabilidad y mejores resultados de las técnicas extraarticulares, sobre todo en perros de mayor tamaño (Méndez et al. 2020).

La fijación del implante es de hueso-hueso, fijándose una parte en el fémur y la otra en la tibia a través de túneles óseos y anclando el material protésico mediante arandelas (Martí, 2014; Méndez et al., 2020).

El resultado de esta técnica es una mejor estabilización de la articulación y lo principal es que cumple con la teoría de los puntos isométricos. Pero existen ciertas limitaciones a tener en cuenta a la hora de elegir esta técnica (Méndez et al., 2020):

- Deformidad de fémur o tibia (principalmente tibia sigmoidea).
- Inclínación del plato tibial (no mayor a 32°).
- Cóndilo femoral lateral mayor de 12 mm en su vista medio-lateral (evitar fracturas en la tunelización).



Figuras 11 y 12.  
Fundamento de  
técnica TightRope.  
Extraídas del vídeo de  
YouTube: TightRope  
Cruciate Ligament  
Surgery using Arthrex

### 6.1.3. TÉCNICAS MODIFICADORAS DE LA BIOMECÁNICA

Son técnicas encaminadas a la modificación mecánica de las fuerzas de carga en la articulación femorotibial (Castañón 2015).

#### Técnica de la osteotomía tibial en cuña

Consiste en una retirada de cuña ósea en la metáfisis tibial proximal de la tibia, cuyo objetivo es reducir el empuje craneal de la tibia en apoyo a medida que el ángulo de la meseta tibial se convierte en perpendicular al eje longitudinal de la tibia (Slocum y Devine, 1984). Estudios biomecánicos sugieren lograr un TPA de 5° y con ello neutralizar el empuje tibial craneal. El ángulo de la cuña debe ser igual al TPA medido en el preoperatorio (Castañón, 2015).

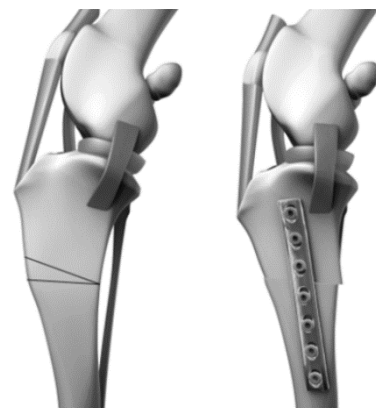


Figura 13. Osteotomía en cuña. Imagen extraída del trabajo de Kim et al., 2010

### Técnica de la osteotomía niveladora de la meseta tibial (TPLO)

Esta nivelación convierte el empuje tibial craneal en empuje tibial caudal, prescindiendo del LCA (Méndez et al., 2020).

Se realiza una osteotomía radial de la metáfisis tibial proximal. Se produce una rotación del fragmento tibial proximal, con los grados necesarios para modificar la inclinación de la meseta tibial. Al no ser una cuña, no se pierde longitud de la tibia (Slocum B y Slocum TD, 1993). Convierte la traslación tibial craneal en una traslación tibial caudal muy moderada, limitando el estrés mecánico en apoyo por la presencia del LCP, por lo que la técnica no puede utilizarse si el LCP está dañado ya que provocaría una subluxación tibial caudal (Castañón, 2015).

La TPLO presenta ventajas como la preservación de la articulación femoropatelar y la tuberosidad tibial, posible rotación y corrección del eje y potencialmente un efecto de protección del LCA en roturas parciales (Talaat, Kowaleski y Boudrieau, 2006).

Las desventajas principales de la TPLO son la dificultad del procedimiento, con instrumentos y equipos especiales (Boudrieau, 2009) y los cambios en la biomecánica de la rodilla que, aunque logran mejorar la inestabilidad, no la eliminan completamente (Kim et. al., 2010).

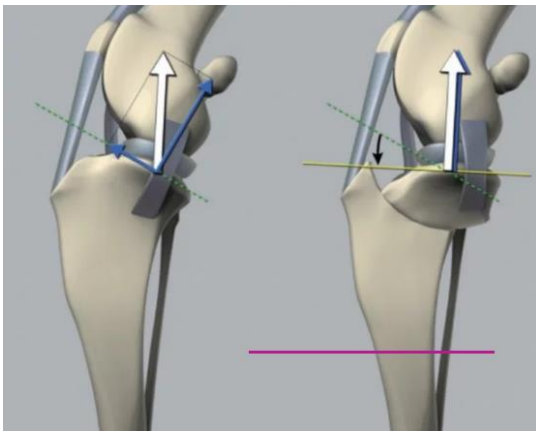


Figura 14. Técnica TPLO. Imagen extraída de Méndez et. al., 2020

### Técnica del avance de la tuberosidad tibial (TTA)

Esta técnica pretende estabilizar dinámicamente la deficiencia de LCA adelantando la tuberosidad tibial, logrando una relación perpendicular entre el plato tibial y el ligamento patelar (Méndez et al., 2020). Al obtener un ángulo de unos 90° con el ligamento patelar se logra estabilizar la articulación (Montavon, Damur y Tepic, 2002).

Se realiza una osteotomía de la tuberosidad tibial y se desplaza el fragmento óseo (unido al ligamento patelar) hacia craneal. Entre ambos fragmentos se inserta un implante especial denominado “cage” de tamaño variable según los grados angulares a cambiar y se fijan los fragmentos con una placa ósea especial para la TTA (Montavon, Damur y Tepic, 2002).

A diferencia de la TPLO y otras osteotomías, la TTA se describe como menos invasiva y más sencilla de realizar (Fischer, 2014), con unos tiempos de cirugía menores; Mientras que las principales complicaciones asociadas a la TTA son el fallo de los implantes y daños secundarios en los meniscos (Talaat, Kowaleski y Boudrieau, 2006; Comerford, Smith y Hayashi, 2011).

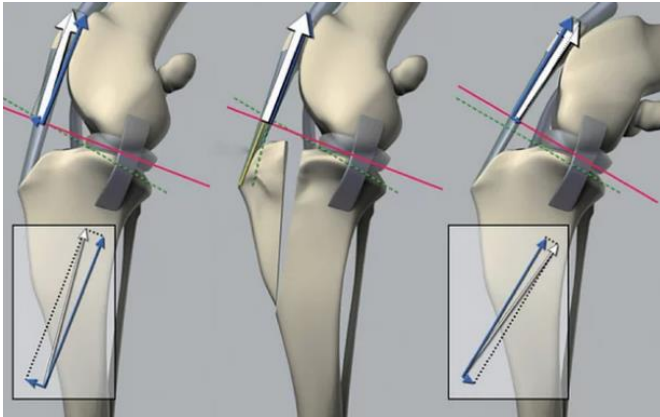


Figura 15. Técnica TTA. Imagen extraída del trabajo de Méndez et al., 2020

## 6.2. COMPARACIÓN DE LAS TÉCNICAS

Como ya hemos visto, existen diferencias fundamentales entre humanos y perros en relación con la biomecánica funcional de los ligamentos cruzados y la patogenia de su lesión. Estas diferencias permiten que en seres humanos el principal tratamiento de esta patología se realice mediante técnicas intraarticulares mientras en veterinaria, como demostró un estudio realizado por Conzemius et al. (2005), las técnicas intraarticulares cuentan con cierta inferioridad en comparación con otros procedimientos quirúrgicos.

El estudio realizado por Comerford et al. (2013) demostró un alto porcentaje de mejora en perros de menos de 15 kg de peso con rotura del LCA que recibieron un tratamiento conservador.

Otro estudio publicado por Chauvet et al. (1996), en perros de más de 22,7 kg de peso, demostró que el tratamiento conservador en estos perros no producía mejora e incluso empeoraban, resultando el único tratamiento viable la intervención quirúrgica.

El estudio mencionado en un apartado anterior, realizado por Fischer (2014) a 21 veterinarios en el año 2014, indicó que los 21 (100%) realizaban tratamiento quirúrgico en la rotura del LCA y que 7 (33,33%) de ellos realizaban tratamiento conservador en casos especiales. Del total de 21 encuestas realizadas, el 90,47% indicó la preferencia de técnica quirúrgica extraarticular.

Según el mismo estudio, las técnicas quirúrgicas a través de osteotomías correctivas eran utilizadas por 7 (33,33%) de los cirujanos veterinarios encuestados, cuatro (19%) realizaban la

TPLO y 3 (14%) la TTA. Finalmente, las encuestas indicaron que 6 (28,57%) de estos veterinarios utilizaban la técnica intraarticular.

Las principales razones por lo que se limitó el uso en veterinaria de los procedimientos intraarticulares son la morbilidad del sitio del donante, la agresividad del procedimiento, la debilidad del injerto con respecto al LCA nativo (Cornel y Schuszler, 2018), mayor complejidad durante la cirugía y la frecuencia de complicaciones en el período postoperatorio, incluidos los retrasos en la cicatrización y la pérdida de propiedades mecánicas del injerto (Kowaleski, Boudrieau y Pozzi, 2012).

Según el artículo de Sopena, Carrillo y Argibay (2020), “Nuevas técnicas de reparación de la rotura del ligamento cruzado craneal en el perro. La reconstrucción intraarticular fisiológica” publicado en la revista “*Selecciones Veterinarias*”, el desarrollo de los nuevos implantes sintéticos, concretamente el “*Evolig*”, nos permite volver a plantear las técnicas intraarticulares como de elección para la resolución de la rotura del LCA en el perro. Esto permitiría ofrecer una resolución que corregiría la funcionalidad articular manteniendo las características biomecánicas de la rodilla, evitando cambios estructurales en el cartílago articular.

Es importante saber que todas las técnicas descritas en este trabajo cuentan con cierta incidencia de complicaciones, como vemos en la siguiente tabla, y es necesario conocerlas a la hora de elegir el tratamiento a realizar. Las técnicas modificadoras de la biomecánica se consideran más invasivas y complicadas, por lo que requieren cirujanos más experimentados (Méndez et al., 2020).

Técnica	Rango de complicaciones
FLO	17-15 %
TIGHT ROPE	9,1-12,5 %
TTA	20-59 %
TPLO	18-28 %

Tabla 2. Rango de complicaciones según la técnica quirúrgica utilizada en la rotura de LCA. Extraída de “*Criterios de selección de técnicas quirúrgicas para la ruptura de ligamento cruzado craneal*” (Méndez et al., 2020).

Como vemos en la tabla, según ese estudio, la técnica de TightRope sería la que daría un menor rango de complicaciones en la reparación del LCA.

En cuanto a la edad del paciente a intervenir, debemos tener en cuenta que en perros mayores los tiempos de consolidación ósea son más largos y sufren mayores complicaciones con las técnicas que requieren osteotomías, por lo que es preferible evitar las técnicas modificadoras



de la biomecánica. En estos casos la técnica de TightRope podría aportar una estabilidad similar a las técnicas modificadoras de la biomecánica, pero con un menor riesgo (Méndez et al., 2020).

Otro factor a tener en cuenta es el tamaño y peso del paciente. Según el artículo publicado por Méndez et al. (2020), "*Criterios de selección de técnicas quirúrgicas para la ruptura de ligamento cruzado craneal*", en perros pequeños (menores de 15 kg) se obtienen buenos resultados con técnicas extracapsulares (como la técnica de Flo), mientras que en el caso de pacientes de talla grande es necesario recurrir a técnicas modificadoras de la biomecánica o TightRope. Este mismo artículo menciona un estudio que afirma que no existe diferencia significativa en relación con la edad, peso, desarrollo de enfermedad articular degenerativa y patologías meniscales entre la técnica TPLO o TightRope.

Según esta publicación TightRope es una técnica adecuada para perros de cualquier edad, con diferentes grados de osteoartritis e incluso en perros pesados.

El ángulo de inclinación del plato tibial puede ser otro factor a tener en cuenta, a pesar de no existir criterios únicos de cuál es el mejor ángulo para cada técnica. De forma general se puede considerar que (Méndez et al., 2020):

- Las angulaciones menores a 15° no justifican la realización de TPLO
- En los pacientes con ángulos cercanos a la normalidad (20-25°), las técnicas extracapsulares serían la primera opción
- En los pacientes con ángulos mayores pero inferiores a 35° las técnicas modificadoras de la biomecánica serían una muy buena opción.
- En los pacientes con ángulos mayores a 35° se incrementaría la posibilidad de complicaciones al utilizar las técnicas de TTA y TPLO.

## 7. CONCLUSIONES

Como hemos visto, existe un gran número de opciones quirúrgicas para tratar la rotura del LCA en el perro sin que exista una técnica que se encuentre absolutamente por encima del resto. Aun así, podemos afirmar que actualmente las más utilizadas y con resultados más satisfactorios son la TPLO, TightRope y TTA, aunque en perros de pequeño tamaño y poco peso la técnica de Flo podría considerarse una de las técnicas de elección.

En perros de poco peso (menos de 15 kg), también tenemos la opción de realizar un tratamiento conservador, sin intervención quirúrgica, de entre 6 y 8 semanas, en el que la rodilla puede llegar a estabilizarse por sí misma.

Según la bibliografía consultada, podría llegarse a la conclusión de que las técnicas modificadoras de la biomecánica conllevan una mayor complejidad y un mayor riesgo de complicaciones en la operación, mientras que la técnica de TightRope parece ser una técnica más sencilla que obtiene resultados de estabilidad similares a las técnicas anteriores, incluso en animales de gran tamaño. Sin embargo, tras una consulta realizada, he percibido que la opinión de veterinarios traumatólogos localizados en diferentes puntos del país, difiere en la práctica de lo que se afirma en algunos de los estudios analizados en este trabajo, sosteniendo que, por su propia experiencia y la de otros profesionales del campo, la sencillez de la técnica podría ser relativa y el riesgo de infección bastante más alto del afirmado.

La técnica Viart de Evolig es una técnica reciente muy interesante que deberemos tener en cuenta y estar atentos a su evolución y resultados ya que, de ser eficaz, sería la técnica que más se asemejaría a la función anatómica del LCA original.

La elección final de la técnica a utilizar deberá ser por parte del veterinario que vaya a realizar la cirugía, teniendo en cuenta no sólo las características del perro, sino también su propia experiencia y capacidad.

## 8. CONCLUSIONS

As we have seen, there are a large number of surgical options to treat the rupture of the Cranial Cruciate Ligament (CCL) in dogs, without a technique that is absolutely above the rest. Even so, we can affirm that currently the ones which are more used and with more satisfactory results are the TPLO, TightRope and TTA, although in small and light weight dogs, the Flo technique could be considered one of the techniques of choice.

In light weight dogs (less than 15 kg), we also have the option of carrying out a conservative treatment, without surgical intervention, for between 6 and 8 weeks, in which the knee can stabilize itself.

According to the bibliography consulted, it could be concluded that biomechanical modifying techniques entail greater complexity and a higher risk of complications in the operation, while the TightRope technique seems to be a simpler technique that obtains similar stability results to the previous techniques, even in large animals. However, after a consultation carried out, I have perceived that the opinion of trauma veterinarians located in different parts of the country differs in practice from what is stated in some of the studies analyzed in this work, maintaining that, due to their own experience and that of other professionals in the field, the simplicity of the technique could be relative and the risk of infection much higher than stated.

The Evolig Viart technique is a very interesting recent technique that we must take into account and pay attention to its evolution and results since, if effective, it would be the technique that would most closely resemble the anatomical function of the original CCL.

The final choice of the technique to be used should be made by the veterinarian who is going to perform the surgery, taking into account not only the characteristics of the dog, but also his own experience and ability.

## 9. VALORACIÓN PERSONAL

El trabajo me ha servido para realizar una revisión en profundidad de la anatomía de la rodilla, así como de las características de la patología de la rotura del LCA, centrándome en la etiopatogenia, diagnóstico y tratamiento.

A partir del estudio de los puntos anteriormente nombrados he podido entender el porqué de cada tratamiento y los objetivos de cada una de las técnicas quirúrgicas.

A través de la realización de este trabajo también me he dado cuenta de que los tratamientos evolucionan día a día y de la importancia de estar actualizado y ser innovador, ya que constantemente aparecen nuevos tratamientos, para ésta y otras patologías.

## 10. Bibliografía

1. Beale BS, Hulse DA, Schulz KS, Whitney WO. (2003). ***Small animal arthroscopy*** (1ª edición). Philadelphia: Saunders.
2. Bonastre C. (2012). ***Estudio clínico de los cambios osteoartrósicos de la rodilla inestable del perro por rotura del ligamento cruzado anterior (LCA) tras el tratamiento por osteotomía niveladora del platillo tibial (TPLO) con y sin condroprotectores***. Memoria presentada para optar al grado de Doctora en Veterinaria. Universidad de Extremadura.
3. Boudrieau RJ. (2009). "Tibial plateau leveling osteotomy or tibial tuberosity advancement?" ***Veterinary Surgery***, 38, pp. 1-12.
4. Carrillo JM, Sopena JJ, Rubio M, Redondo JI. (2003). "Técnica de la horquilla modificando su anclaje distal". ***Consulta de difusión veterinaria***, 11 (103), pp. 69-74.
5. Castañón F. (2015). ***Estudio comparativo de las técnicas quirúrgicas, TTA clásica Securos, TTA Porous y TTA Porous con PRP, para el tratamiento de la rotura del ligamento cruzado anterior en el perro***. Memoria presentada para optar al grado de Doctor en Veterinaria. Universidad de León.
6. Chauvet AE, Johnson AL, Pijanowski GJ, Homco L, Smith RD. (1996). "Evaluation of fibular head transposition, lateral fabellar suture, and conservative treatment of cranial cruciate ligament rupture in large dogs: a retrospective study". ***Journal of the American Animal Hospital Association***, 32, pp. 247-255.
7. Climent S, Sarasa M, Muniesa P, Terrado J, Climent M. (2013). ***Embriología y anatomía veterinaria***, volumen 1, Editorial Acribia, S.A.
8. Comerford E, Forster K, Gorton K, Maddox T. (2013). "Management of cranial cruciate ligament rupture in small dogs: a questionnaire study". ***Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology***, 26 (6) pp. 493-497.
9. Comerford EJ, Smith K, Hayashi K. (2011). "Update on the aetiopathogenesis of canine cranial cruciate ligament disease". ***Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology***, 24, pp. 91-98.
10. Conzemius MG, Evans RB, Besancon MF, Gordon WJ, Horstman CL, Hoefle WD, et al. (2005). "Effect of surgical technique on limb function after surgery for rupture of the cranial cruciate ligament in dogs ***Journal of the American Animal Hospital Association***, 226 (2), pp. 232-236.
11. Cornel I, Schuszler L. (2018). "Treatment Options for Cranial Cruciate Ligament Rupture in Dog-A Literature Review". ***Biomedical Journal of Scientific & Technical Research***, 3 (1).

12. DeAngelis M, Lau RE. (1970) "A lateral retinacular imbrication technique for the surgical correction of anterior cruciate ligament rupture in the dog". *Journal of the American Animal Hospital Association*, 157(1), pp. 79-84.
13. Doom M, De Bruin T, De Rooster H, Van Bree H, Cox E. (2008). "Immunopathological mechanisms in dogs with rupture of the cranial cruciate ligament". *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 125, pp. 143-161.
14. Dyce KM, Sack WO, Wensing CJG. (2015). *Anatomía Veterinaria* (4ª edición). Editorial El Manual Moderno.
15. Evans HE, de Lahunta A. (2013). *Miller's Anatomy of the Dog* (4ª edición) Elsevier, Saunders.
16. Ezquerro J, Jiménez J. (1998). "Ruptura del ligamento cruzado anterior: diagnóstico y tratamiento". *Consulta de Difusión Veterinaria*, 55, pp. 81-94.
17. Fischer C, Cherres M, Grevel V, Oechtering G, Böttcher P. (2010). "Effects of attachment sites and joint angle at the time of lateral suture fixation on tension in the suture for stabilization of the cranial cruciate ligament deficient stifle in dogs". *Veterinary Surgery*, 39 (3), pp. 334-342.
18. Fischer C. (2014). "Ruptura del ligamento cruzado craneal en perros". *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 9 (2): 324-337.
19. Flo GL. (1975) "Modification of the lateral retinacular imbrication technique for stabilizing cruciate ligament injuries". *Journal of the American Animal Hospital Association*, 11, pp. 570-576.
20. Fossum TW, Hedlund CS, Johnson AL, Schulz KS, Seim HB, Willard MD, Barh A, Carroll GL. (2009). *Cirugía en pequeños animales* (3ª edición). Barcelona: Elsevier España S.L.
21. Galindo-Zamora V, Dziallas P, Ludwig DC, Nolte I, Wefstaedt P. (2013). "Diagnostic accuracy of short-duration 3 Tesla magnetic resonance protocol for diagnosing stifle joint lesions in dogs with non-traumatic cranial cruciate ligament rupture". *BMC Veterinary Research*, 9, pp. 40.
22. Goble EM, Verdonk R, Kohn D. (1999). "Arthroscopic and open surgical techniques for meniscus replacement, allograft transplantation and tendon autograft transplantation". *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 9 (3), pp. 168-176.
23. Guerrero T, Rodríguez J. (2008). "Biomecánica de la rodilla". *Canis et Felis*, 95, pp. 42-50.
24. Guerrero TG, Montavon PM, Rodríguez Quirós J. (2010). "Avance de la tuberosidad tibial (TTA) para el tratamiento de la insuficiencia del ligamento cruzado anterior". *Selecciones Veterinarias*.

25. Harasen G. (2010). "Walking the tightrope". *Canadian Veterinary Journal*, 51 (10), pp. 1167-1168.
26. Harper TA, Martin RA, Ward DL, Grant JW. (2004). "An in vitro study to determine the effectiveness of a patellar ligament/fascia lata graft and new tibial suture anchor points for extracapsular stabilization of the cranial cruciate ligament deficient stifle in the dog". *Veterinary Surgery*, 33 (5), pp. 531-541.
27. Hoelzler MG, Millis DL, Francis DA, Weigel JP. (2004). "Results of arthroscopic versus open arthrotomy for surgical management of cranial cruciate ligament deficiency in dogs". *Veterinary Surgery*, 33(2), pp. 146-153.
28. Kim SE, Pozzi A, Banks SA, Conrad BP, Lewis DD. (2010) "Effect of cranial cruciate ligament deficiency, tibial plateau leveling osteotomy, and tibial tuberosity advancement on contact mechanics and alignment of the stifle in flexion". *Veterinary Surgery*, 39, pp. 363-370.
29. Kowaleski MO, Boudrieau RJ, Pozzi A. Stifle Joint. En: Tobias MK, Spencer AJ. (2012). *Veterinary surgery small animal* (1ª edición). Canada: Elsevier.
30. Laboureau JP. (2020) "Técnica quirúrgica VIART (Vetlig Intra Articular Reconstruction Technique) de Evolig para la reconstrucción del Ligamento Cruzado Craneal (LCC)." *Evolig synthetic ligaments*. Web. 04 Nov. 2020. <https://www.evolig.com/>
31. Lampman TJ, Lund EM, Lipowitz AJ. (2003). "Cranial cruciate disease: current status of diagnosis, surgery and risk for disease". *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 3, pp. 122-126.
32. Leighton RL. (1999). "Preferred method of repair of cranial cruciate ligament rupture in dogs: a survey of ACVS diplomates specializing in canine orthopedics". *Veterinary Surgery*, 28 (3), pp. 194.
33. Luther JK, Cook CR, Constantinescu IA. (2007) "Clinical and anatomical correlations of the canine meniscus". *Journal of Experimental Medicine Surgery Research*, 14, pp. 5-14.
34. Magge D. (2006). *Orthopedic physical assessment*. 4ª edición. Philadelphia: Saunders.
35. Martí JM. (2014). "Ruptura del ligamento cruzado craneal en perros". *Instituto de Veterinaria Aplicada (INVETA)*.
36. Martínez JJ, Rubio A, Mínguez JJ. (1998). "Ligamentos cruzados". *Canis et Felis*, 35, pp. 15-35.
37. McDermott ID, Richards SW, Hallam P, Tavares S, Lavelle JR, Amis AA. (2003). "A biomechanical study of four different meniscal repair systems, comparing pull-out strengths and gapping under cyclic loading". *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 11(1) pp. 23-9.

38. McGowan C, Gott L, Stubbs N. (2007). ***Animal physiotherapy: Assessment, Treatment and Rehabilitation of Animals***. Blackwell.
39. Méndez SG, Hernández BSD, Claudio A, Hernández AM, Arias CL, Santoscoy MC. (2020). "Técnicas quirúrgicas para ruptura de ligamento cruzado craneal." ***VanguardiaVet***. Web. 28 Sep. 2020. <https://www.vanguardiaveterinaria.com.mx/ruptura-de-ligamento-cruzado>
40. Montavon PM, Damur DM, Tepic S. (2002). "Advancement of the tibial tuberosity for the treatment of cranial cruciate deficient canine stifle". ***1st World Orthopaedic Veterinary Congress***, p. 152.
41. Morales López JL. (2016) "Ligamentos Cruzados Caninos." ***Anatomía aplicada***. Universidad de Córdoba. Web. 2020. [http://www.uco.es/organiza/departamentos/anatomia-y-anat-patologica/peques/curso01\\_05/lig\\_cruz.htm](http://www.uco.es/organiza/departamentos/anatomia-y-anat-patologica/peques/curso01_05/lig_cruz.htm)
42. Muir P. (2011). ***Avances en el ligamento cruzado anterior canino***. Barcelona: Multiméica Ediciones Veterinarias
43. Paatsama S. (1952). ***Ligament injuries of the canine stifle joint: a clinical and experimental study***. Master's thesis. Helsinki University.
44. Piermattei DL, Flo GL, DeCamp CE. (2006). ***Small Animal Orthopedics and Fracture Repair***, (4ª edición), Saunders.
45. Ralphs SC, Whitney WO. (2002). "Arthroscopic evaluation of menisci in dogs with cranial cruciate ligament injuries: 100 cases". ***Journal of the American Veterinary Medical Association***, 221, pp. 1601-1604.
46. Slatter D. (2006). ***Tratado de cirugía en pequeños animales*** (3ª edición) volumen 3. Interméica.
47. Slocum B, Devine T. (1984). "Cranial tibial wedge osteotomy: A technique for eliminating cranial tibial thrust in cranial cruciate ligament repair". ***Journal of the American Veterinary Medical Association***, 184 (3), pp. 564-569.
48. Slocum B, Slocum TD. (1993). "Tibial plateau levelling osteotomy for repair of cranial cruciate ligament rupture in the canine". ***Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice***, 4 (23), pp. 777-795.
49. Sopena Juncosa JJ, Carrillo Poveda JM y Argibay Fraga V. (2020). "Nuevas técnicas de reparación de la rotura del ligamento cruzado craneal en el perro. La reconstrucción intraarticular fisiológica." ***Selecciones Veterinarias***, 28 (27), pp. 1-10.
50. Talaat MB, Kowaleski MP, Boudrieau RJ. (2006) "Combination tibial plateau leveling osteotomy and cranial closing wedge osteotomy of the tibia for the treatment of cranial cruciate ligament-deficient stifles with excessive tibial plateau angle". ***Veterinary Surgery***, 35 (8), pp. 729-739.



51. Tamayo Arango LJ. (2004) ***Comparación de la técnica de sutura supracondilar con la técnica modificada de DeAngelis para la corrección de ruptura de ligamento cruzado anterior en perros***. Trabajo de grado presentado para optar al título de Especialista en Clínica de Pequeñas Especies Animales. Universidad de Antioquía.
52. Tonks CA, Lewis DD, Pozzi A. (2011) "A review of extraarticular prosthetic stabilization of the cranial cruciate ligament-deficient stifle". ***Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology***, 24, pp. 167-177.
53. Trilla V. (2002). "Resolución de la rotura de ligamento cruzado anterior. Técnica intracapsular con horquilla modificada". ***Veterinaria & Ciencia***, 5: 10-11.
54. Vasseur PB, Pool RR, Arnoczky SP, Lau RE. (1985). "Correlative biomechanical and histologic study of the cranial cruciate ligament in dogs". ***American Journal of Veterinary Research***, 46 (9), pp. 1842-1854.
55. Vasseur PB. (2006). ***Articulación de la rodilla. Tratado de cirugía en pequeños animales*** (3ª edición), volumen 3, Intermédica.
56. Voight M. (2007). ***Musculoskeletal interventions: techniques for therapeutic exercise***. McGraw-Hill.