



Facultad de Veterinaria  
Universidad Zaragoza



# Trabajo Fin de Grado en Veterinaria

Rotura del ligamento cruzado anterior en el perro. Comparación de  
técnicas quirúrgicas

Cranial cruciate ligament rupture in dogs. A comparison of surgical  
techniques

Autora

Carla Hidalgo Ginés

Director

Ramón Sever Bermejo

Facultad de Veterinaria

2018

**ÍNDICE:**

1. RESUMEN/ABSTRACT.....	3
2. INTRODUCCIÓN: contexto e importancia de la rotura del LCCr.....	4
2.1. Abreviaturas .....	4
2.2. Anatomía de la rodilla.....	4
2.3. Biomecánica de la rodilla.....	5
2.4. Rotura del LCCr.....	7
2.4.1.Etiopatogenia.....	7
2.4.2.Epidemiología.....	9
2.4.3.Síntomas clínicos y diagnóstico.....	9
2.4.4.Tratamiento.....	10
3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	10
4. METODOLOGÍA.....	11
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN: Comparación de las técnicas quirúrgicas.....	11
5.1. Descripción de los fundamentos y los procedimientos de las técnicas quirúrgicas.....	11
5.1.1.Sutura fabelar lateral (LFS).....	11
5.1.2.Osteotomía niveladora de la meseta tibial (TPLO).....	13
5.1.3.Avance de la tuberosidad de la tibia (TTA).....	15
5.2. Diferencias y similitudes.....	17
5.2.1.Preoperatorias.....	17
5.2.1.1. Fundamentos y principales objetivos.....	17
5.2.1.2. La adecuación al paciente.....	18
5.2.2. Intraoperatorias.....	19
5.2.2.1. Manejo de las estructuras anatómicas.....	19
5.2.2.2. Instrumental y material.....	21
5.2.3.Postoperatorias.....	21
5.2.3.1. Recuperación funcional de la articulación y los cambios osteoartríticos .....	21
5.2.3.2. Complicaciones.....	24
6. CONCLUSIONES/CONCLUSIONS.....	26
7. VALORACIÓN PERSONAL.....	28
8. BIBLIOGRAFÍA.....	29
9. ANEXO I: material e instrumental.....	33

## **1. RESUMEN**

Actualmente, la rotura del ligamento cruzado craneal (LCCr) es una de las causas más frecuentes de cojera en perros. Es una enfermedad con muchas incógnitas alrededor de su etiopatogenia y de cuál podría ser su tratamiento más adecuado. Por eso, ha sido y es objeto de muchos estudios durante décadas.

Esta revisión se centra sobre todo en comparar las tres cirugías más practicadas por los especialistas: la sutura fabelar lateral (LFS), la osteotomía niveladora de la meseta tibial (TPLO) y el avance de la tuberosidad tibial (TTA). Para ello, se ha consultado la información más actual al respecto.

La intención no es concluir cuál es la mejor, dado que ni siquiera los más especializados han podido resolverlo hasta hoy. Este trabajo expone las diferencias y similitudes que tienen entre ellas en la teoría y en su puesta en práctica en la clínica veterinaria para averiguar los factores que pueden influir en la elección de una u otra.

## **ABSTRACT:**

Nowadays, cranial cruciate ligament rupture is one of the most common causes of lameness in dogs. It is a disease with an uncertain etiopathogenesis and there is not a consensus about which treatment is the most adequate. For this reason, it has been and is a subject of inquiry for decades.

This review is focussed on comparing the three most common surgery techniques performed by specialists: lateral fabellar suture (LFS), tibia plateau levelling osteotomy (TPLO) and tibia tuberosity advancement (TTA). To achieve it, the most current information regarding this topic has been consulted.

The main purpose is not to conclude which one is the best one, because even the specialists have not been able to resolve it. This paper explains the theoretical and practical differences and similarities between these techniques to know the factors that can influence their final choice.

## 2. INTRODUCCIÓN: contexto e importancia de la rotura del LCCr

### 2.1. Abreviaturas:

LCC: ligamento cruzado caudal

LCCr: ligamento cruzado craneal

LCL: ligamento colateral lateral

LCM: ligamento colateral medial

LFS: lateral fabellar suture (sutura fabelar lateral)

OA: osteoarthritis

TPA: tibial plateau angle (ángulo de la meseta tibial)

TPLO: tibial plateau leveling osteotomy (osteotomía niveladora de la meseta tibial)

TTA: tibial tuberosity advancement (adelantamiento de la tuberosidad tibial)

PTA: patellar tendon angle (ángulo del ligamento rotuliano)

### 2.2. Anatomía de la rodilla

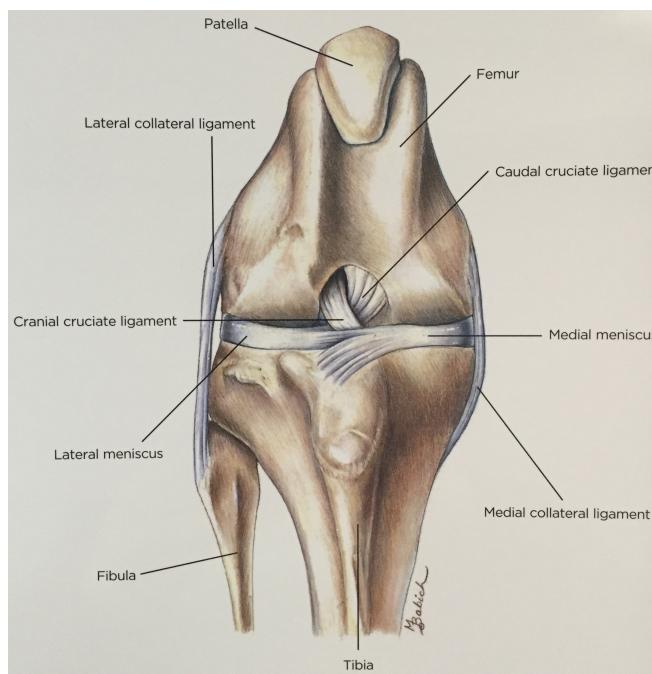


Figura 1: principales estructuras de la articulación de la rodilla.

La articulación de la rodilla es una diartrosis compleja y está compuesta por la articulación femorotibial y la articulación femororrotuliana. La femorotibial consta de los cóndilos femorales y la meseta de la tibia, que gracias a los meniscos medial y lateral son capaces de amoldar sus superficies, ya que sin éstos no podrían adaptarse entre sí debido a su incongruencia. La

articulación femororrotuliana la forman las superficies articulares de la rótula y de la tróclea del fémur. La rótula está fuertemente unida a la tuberosidad de la tibia por el ligamento rotuliano. Así pues, el movimiento de la articulación femorotibial da lugar a un movimiento entre la rótula y la tróclea femoral (Carpenter y Cooper, 2000; Climent, Sarasa, Muniesa, Terrado y Climent, 2013; Castañón, 2015).

Los meniscos son estructuras fibrocartilaginosas con forma de media luna, que se mantienen unidos a la tibia por dos ligamentos cada uno, y el menisco lateral se mantiene unido al fémur por un ligamento. El menisco medial es más delgado, de arco más pequeño respecto al lateral y está unido al ligamento colateral medial (Castañón, 2015; Carpenter y Cooper, 2000).

Los ligamentos que mantienen la estabilidad de la rodilla son, principalmente los femorotibiales que son los colaterales y los cruzados. El ligamento cruzado craneal (LCCr) o anterior va craneal, medial y distalmente desde la pared lateral de la fosa intercondílea del fémur hasta el área intercondílea central de la tibia y consta de una parte craneomedial y una caudolateral (De Rooster, De Bruin y Van Bree, 2006). Se cruza lateralmente con el ligamento cruzado caudal (LCC) o posterior. Este último va desde la parte medial de la fosa intercondílea del fémur hasta la incisura poplítea de la tibia. Es más ancho y largo que el craneal y también consta de dos partes, craneomedial y caudal (Climent et al, 2013). Pero a pesar de que son casi igual de largos, sus puntos de inserción en la tibia están separados por casi el doble de distancia que sus puntos en el fémur. Su longitud está directamente relacionada con el peso del animal, con una media de 13,5-18,7 mm según varios estudios (De Rooster, et al 2006).

Multitud de músculos participan en el movimiento de la rodilla, siendo el músculo cuádriceps femoral el mayor extensor. Se encuentra en la cara craneal del muslo y su tendón va hasta la rótula, convirtiéndose distalmente en el ligamento rotuliano (Castañón, 2015).

### **2.3. Biomecánica de la rodilla**

La movilidad de la rodilla se puede ver representada en la figura 2, donde se puede apreciar la posibilidad de translación y rotación sobre tres ejes tridimensionales distintos. En base a esto, los principales movimientos que la rodilla puede realizar son los siguientes: flexión, extensión, varo, valgo, rotación axial y translación craneal y caudal. El ligamento cruzado craneal juega su papel en casi todos ellos y está relacionado con su orientación y localización anatómica (Bonastre, 2012; De Rooster et al, 2006).

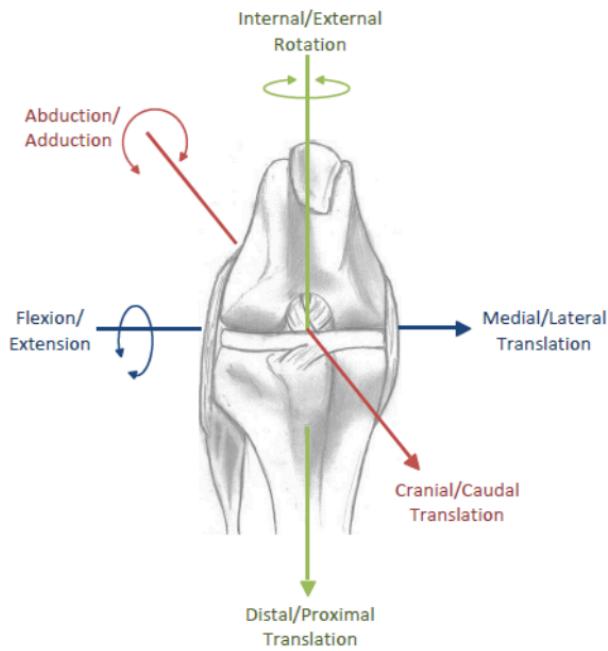


Figura 2: los seis grados de libertad de la rodilla del perro (Caleb, 2014).

Con la flexión se produce un rodamiento y deslizamiento caudal de los cóndilos del fémur respecto a los meniscos y éstos respecto a la meseta tibial, pudiendo alcanzar un ángulo de hasta 40-45ºC (Bonastre, 2012). Al realizar este movimiento, la parte craneomedial del LCCr se tensa, así como la parte caudolateral se relaja (Climent et al, 2013). Los dos ligamentos cruzados se enrollan entre sí, que frenan la rotación interna que se produce de la tibia respecto al fémur, lo cual se debe a la laxitud que adquiere el ligamento colateral lateral (Carpenter, 2000). Para realizar el movimiento de extensión, el rodamiento y deslizamiento es craneal, al contrario que en la flexión. Su ángulo de máxima extensión es de aproximadamente 160ºC (Bonastre, 2012). Cuando esto ocurre, ambas partes que componen el LCCr se tensan (Climent et al, 2013). La función de este ligamento es evitar la hiperextensión (Carpenter, 2000).

La translación craneal-caudal, a diferencia de la medio-lateral y la proximal-distal, no está fuertemente restringida por los ligamentos colaterales. Así pues, son los ligamentos cruzados los que dan estabilidad en este eje, de modo que la rotura de uno de ellos dará lugar a una translación craneal de la tibia en el caso del LCCr o una translación caudal de la tibia en el caso del LCC (Castañón, 2015). La parte craneomedial, al mantenerse tensa, es la estructura que contribuye más a la estabilidad cráneo-caudal en flexión, y la parte caudolateral solo actuaría como estabilizador secundario en caso de rotura del primero (De Rooster et al, 2006).

Para mantener la estabilidad de la rodilla, que permanece con una ligera flexión de 140º más o menos durante la estación, hay una serie de elementos que juegan un papel restrictivo pasivo o activo. Los que ejercen una resistencia pasiva son los ligamentos femorotibiales, la cápsula articular y los meniscos, y activa los músculos flexores y extensores. Cuando la resistencia activa es insuficiente, la pasiva debe ser la que actúe como activa para evitar la translación craneal (Bonastre, 2012; De Rooster et al, 2006).

## 2.4. Rotura del LCCr

### 2.4.1. Etiopatogenia

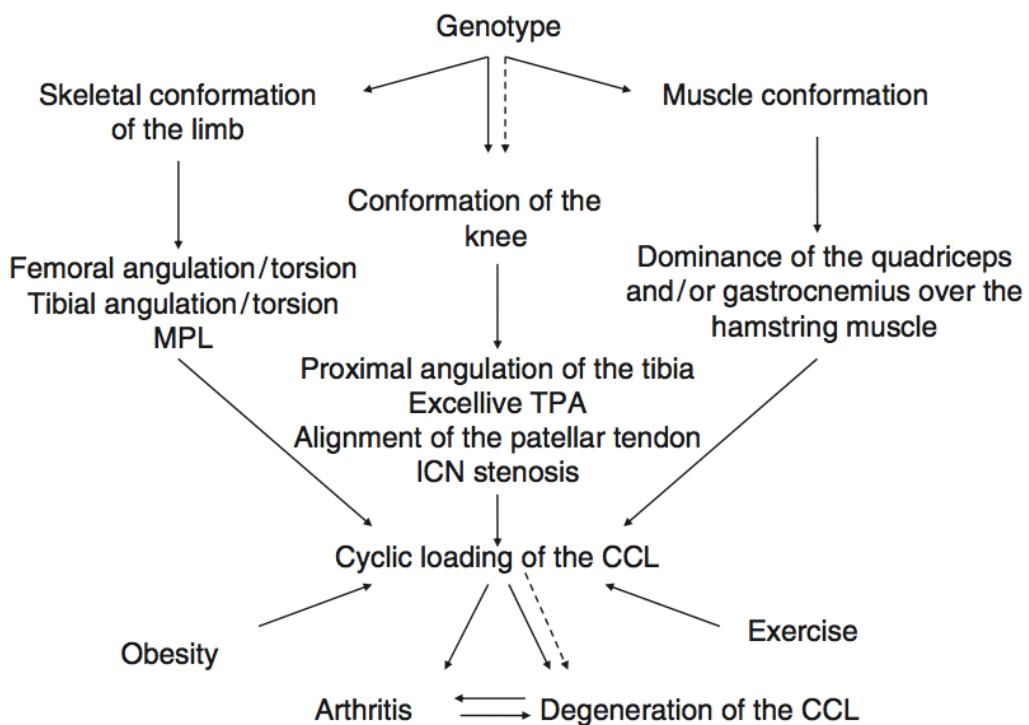


Figura 3: Factores implicados en la degeneración del LCCr y cómo se relacionan entre sí. Los factores genéticos tal vez tienen una influencia directa en las propiedades estructurales del LCCr o influye en otros factores, induciendo su rotura. CCLD, cranial cruciate ligament disease (enfermedad del ligamento cruzado anterior); Cyclic loading of the CCL (carga cíclica en el LCCr); ICN, intercondylar notch stenosis (estenosis de la fosa intercondílea); MPL, medial patellar luxation (luxación medial de la rótula); TPA, tibial plateau angle (Griffon, 2010).

En el origen de esta enfermedad actúan multitud de factores de riesgo como la edad, la raza, el peso corporal, la conformación, la actividad física, predisposición genética, el sexo, la

castración, la inflamación y factores inmunomediados. Este comportamiento multifactorial complica la comprensión de su patogénesis para muchos investigadores (Comerford, Smith y Hayashi, 2011; Griffon, 2010).

Para que se desarrolle esta patología, primero se produce una sobrecarga del ligamento y una degeneración progresiva que provoca su rotura parcial, que puede ser total con el tiempo. La mayoría de las veces la rotura es por degeneración, aunque en un menor porcentaje se da por causas traumáticas. En estudios histológicos se ha observado que con la edad se producen cambios, como pérdida y degeneración de fibroblastos, metaplasia de fibroblastos a condrocitos y fallo en el mantenimiento de fibras de colágeno (Hayashi et al, 2003).

Se cree que los microtraumas repetidos pueden inducir al debilitamiento del ligamento, y que la causa puede ser por la translación craneal de la tibia. Esto se debe a factores conformacionales muy relacionados con la raza y se explica mediante dos conceptos biomecánicos distintos: la inclinación de la meseta tibial y el PTA (patellar tendón angle), que es el ángulo entre el ligamento rotuliano y la meseta tibial. Es importante remarcar estos dos conceptos porque son la base de dos cirugías muy utilizadas y que se explican más adelante: la osteotomía niveladora de la meseta tibial (TPLO) y el adelantamiento de la tuberosidad tibial (TTA) respectivamente (Janovec, Kyllar, Midgley y Owen, 2017; Griffon, 2010).

Otros factores predisponentes son una fosa intercondílea femoral estrecha, el debilitamiento de estructuras estabilizadoras como músculos, tendones y otros ligamentos y la luxación medial de rótula. La obesidad en razas grandes y el deporte pueden, ya sea por cargas mayores o cargas repetitivas, contribuir a la degeneración del ligamento. La hiperextensión de la rodilla y la rotación interna repentinas pueden provocar una lesión aguda del ligamento, y se consideran causas traumáticas que pueden afectar a cualquier perro que lleve a cabo estos movimientos forzados (Castañón, 2015; Griffon, 2010).

Al romperse el ligamento, se produce translación craneal de la tibia y como resultado se observa una rodilla inestable. Esto desencadena unos cambios degenerativos en la rodilla, como la formación de osteofitos, engrosamiento de la cápsula articular y degeneración de los meniscos, y que acaban dando lugar a osteoartritis. Lampman, Lund y Lipowitz hallaron un 45% de pacientes con rotura de LCCr y meniscos lesionados, siendo el menisco medial el afectado en el 99% de los casos, ya que se comprime porque está sujeto por el ligamento colateral medial y no puede seguir el movimiento del fémur (Bonastre, 2012).

#### **2.4.2. Epidemiología**

Según un estudio de Taylor-Brown et al de 2015, la prevalencia de la rotura de ligamento cruzado anterior es de 1,2-2,6 %. Se suele diagnosticar en una rodilla, pero según la investigación de Gierson, Asher y Grainger de 2011, el 38,7% de los pacientes acaban sufriendo rotura en la rodilla contralateral en una media de 57,9 semanas.

Suele observarse en su mayoría, en animales de más de 4 años de edad (Witsberger, Villamil, Schultz, Hahn y Cook, 2008), con una media de 7 años (Taylor-Brown et al, 2015) de talla grande, con sobrepeso, hembras y esterilizados. Hay ciertas razas con predisposición a sufrir la rotura, como son los Labrador Retriever, Rottweilers, Terranova, Bulldog y Bóxer (Comerford, Smith y Hayashi, 2011), pero realmente cualquier perro de cualquier raza puede ser susceptible de padecerla (Su, Townsend, Au y Wittum, 2015). En el caso de los cachorros y perros jóvenes la rotura suele ser por avulsión, sobre todo por causas traumáticas puntuales (Hayashi, Manley y Muir, 2004).

#### **2.4.3. Síntomas clínicos y diagnóstico**

Para diagnosticar la rotura del LCCr, el veterinario se basa en la anamnesis, los signos clínicos y una serie de pruebas complementarias. Lo primero que se observa en los pacientes es una cojera de aparición súbita de la extremidad afectada, que sufre una rotación externa que se aprecia al caminar. El animal siente dolor a la palpación, sobre todo en la hiperextensión, se nota atrofia del músculo cuádriceps, reducción del rango de movilidad, crepitación e inestabilidad craneocaudal de la tibia y el fémur (Castañón, 2015).

La inestabilidad craneocaudal se diagnostica mediante la prueba del cajón anterior, que consiste en sujetar con una mano la parte distal del fémur y con la otra mano, la parte proximal de la tibia, la cual se debe movilizar de craneal a caudal varias veces para observar desplazamiento. Lo ideal es hacer esta prueba con el animal sedado. También se puede diagnosticar mediante la prueba de compresión tibial, que consiste en mantener la rodilla fija con una mano y con la otra mano se flexiona el tarso.

En la clínica veterinaria también se lleva a cabo un diagnóstico radiográfico, con una proyección mediolateral de la rodilla. Una rodilla afectada suele presentar derrame articular como primer signo de osteoartritis y osteofitos en los casos más crónicos (Sample, 2017).

#### **2.4.4. Tratamiento**

Para tratar la cojera existen multitud de opciones, que se dividen en quirúrgicas y no quirúrgicas, y a su vez, las quirúrgicas se dividen en técnicas intracapsulares, extracapsulares y modificadoras de la biodinámica de la rodilla. Estas últimas incluyen osteotomías u ostectomías.

Las técnicas intracapsulares consisten en la reposición anatómica del LCCr mediante materiales autólogos, heterólogos o sintéticos. Las extracapsulares consiguen la estabilización de la rodilla mediante el uso de suturas extracapsulares. El último grupo de cirugías modifican la geometría de la tibia proximal mediante la alteración de la biomecánica en la articulación con el LCCr lesionado.

Los métodos quirúrgicos se usan con más frecuencia, ya que proporcionan una estabilización de la rodilla más rápida, permiten tratar la lesión de meniscos y una recuperación de la función de la rodilla más temprana. Desde que se desarrolló la primera técnica quirúrgica hasta 2014, existían más de 60 cirugías distintas para el tratamiento de la rotura del LCCr, y a día de hoy, las cirugías más practicadas son la LFS, TPLO y TTA (Bergh, Sullivan, Ferrell, Troy y Budsberg, 2014).

### **3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**

La rotura del LCCr es la causa más frecuente de cojera de la rodilla en perros, que conlleva un gran coste económico anual en los países desarrollados, que se estima que es de proporciones billonarias en Estados Unidos. Cada vez son más los casos identificados, que se han duplicado en los últimos 30 años. El especialista se encuentra semanalmente con varios casos diagnosticados que precisan tratamiento. Pero, dado que existen tantas opciones para tratar esta patología, debe tener un criterio establecido para ejecutar una u otra cirugía.

Con este trabajo se pretende recopilar las diferencias y similitudes pre, intra y postoperatorias que tienen entre sí las cirugías más utilizadas hoy en día. A partir de esa compilación el objetivo es establecer las circunstancias en que cada una es más conveniente, priorizando la salud y bienestar del paciente.

## **4. METODOLOGÍA**

Las fuentes de información utilizadas para la elaboración de esta revisión bibliográfica proceden en su mayoría de la base de datos de PubMed, de donde se han extraído y consultado artículos en inglés de revistas especializadas en cirugía y el campo de la ortopedia y la traumatología.

Por otro lado también se han consultado tesis doctorales realizados en universidades españolas y estadounidenses, que estaban disponibles en el buscador de Google. A través de esta misma plataforma se han consultado ponencias del World Small Animal Veterinary Association World Congress Proceedings. Para la elaboración del anexo I se han consultado catálogos de Securos y Veterinary Orthopedics. El libro de anatomía y embriología de Climent et al ha sido extraído de la Biblioteca de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza y ha sido muy útil para la introducción.

Se ha partido fundamentalmente de fuentes elaboradas en estos últimos diez años para contar con la información más actual en la investigación de esta patología y sus cirugías. Estas fuentes han sido citadas en el texto y se han redactado las referencias en la bibliografía mediante el sistema APA.

## **5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN: Comparación de las técnicas quirúrgicas**

### **5.1. Descripción de los fundamentos y los procedimientos de las técnicas quirúrgicas**

#### **5.1.1. Sutura fabelar lateral (LFS)**

Es una técnica extracapsular cuyo principal objetivo es estabilizar la articulación de manera temporal mientras se forma una fibrosis periarticular y que estabilizará la rodilla con el paso del tiempo. Para ello, se usa un implante (sutura) y se posiciona de manera que quede orientado de igual forma que lo hacía el LCCr afectado, para así conseguir limitar la translación craneal de la tibia (Casale y McCarthy, 2009). Lo ideal es aplicar el implante en puntos isométricos para conseguir una tensión similar al LCCr en todo el rango de movimiento de la articulación y que esto permita que la rodilla pueda realizar movimientos normales. Diversos estudios han demostrado que es imposible conseguir un anclaje 100% isométrico (Fischer, 2014).

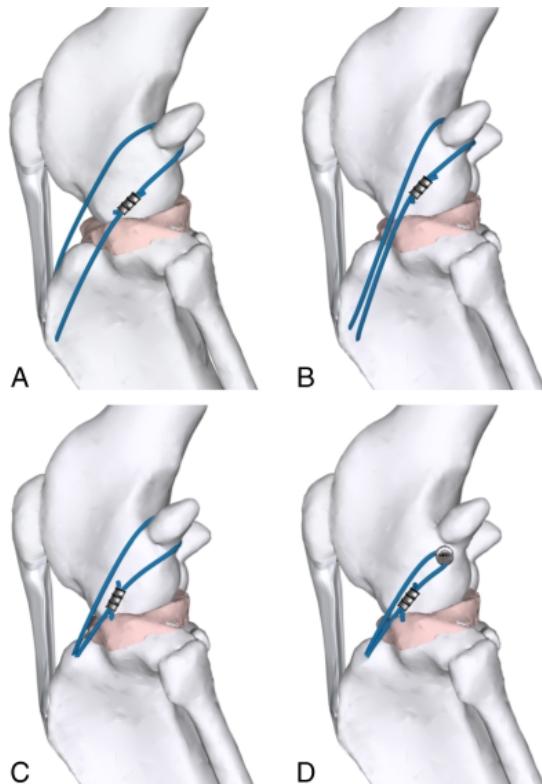


Figura 4: diferentes modos de configuración de la sutura y uso de anclaje óseo (D). La A es la técnica tradicional de acuerdo al diseño de Flo (Fischer, Cherres, Grevel, Oechtering y Böttcher, 2010).

Para dar comienzo a la intervención se coloca al animal en decúbito supino o decúbito lateral con la extremidad afectada alzada y se realiza un abordaje pararotuliano lateral. La incisión se hace curvilínea y centrada sobre el aspecto lateral de la rodilla. Se realiza una misma incisión en el tejido subcutáneo y la fascia. Se realiza una artrotomía o artroscopia para evaluar los ligamentos cruzados y los meniscos y se retiran las partes afectadas.

Para identificar la fabela lateral se realiza una incisión en la fascia del bíceps. Con una aguja curva, se pasa una sutura, normalmente de nylon monofilamento, alrededor de la fabela, de proximal a distal. Se realiza un orificio en el aspecto proximal de la tuberosidad de la tibia y se pasa la sutura de lateral a medial a través del orificio. El extremo se pasa por detrás del ligamento rotuliano y se asegura con el otro con un nudo o un clamp (L'Amico, 2013; Tonks, Lewis y Pozzi, 2011).

Se pueden aplicar múltiples variaciones en el procedimiento, como la configuración de la sutura, el uso de dos hebras de sutura, el material de sutura, métodos de sujeción de la sutura, uso de anclajes óseos, pasar la sutura por dos túneles en la tibia o por un orificio previamente hecho en la fabela (L'Amico, 2013; Tonks et al, 2011).

### 5.1.2. Osteotomía niveladora de la meseta tibial (TPLO)

Slocum propuso que la fuerza de cizallamiento femorotibial causa la translación craneal de la tibia. Según su teoría, esta translación está bajo control gracias a los músculos isquiotibiales, que ejercen una fuerza caudal. Las fuerzas compresivas a través de la rodilla son paralelas al eje de la tibia, y si la meseta de la tibia está inclinada hacia caudal, la compresión entre las superficies de la articulación dan como resultado la translación craneal de la tibia (Boudrieau, 2009).

El ángulo de la meseta tibial (TPA) es el que hay entre la línea de la meseta tibial y la línea de referencia, que es perpendicular con el eje longitudinal de la tibia. Si el TPA se redujera a 0º, las fuerzas articulares compresivas y la fuerza resultante se anularían, al igual que la translación craneal de la tibia. Para conseguirlo, Slocum propuso nivelar la meseta de la tibia (Boudrieau, 2009).

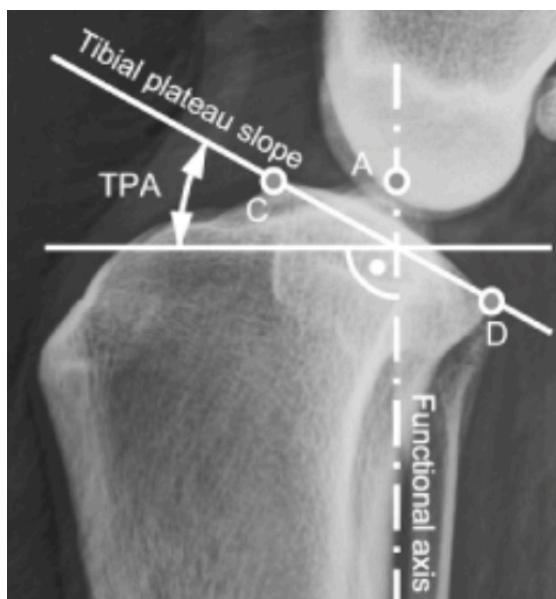


Figura 5: Cálculo del TPA. A: Punto medio entre los tubérculos intercondíleos medial y lateral. C y D: Márgenes craneales y caudales de la superficie articular de la tibia medial. Tibial plateau slope: inclinación de la meseta tibial (Berrio y Ochoa, 2009)

Antes de intervenir al animal se determina el ángulo de la meseta tibial, y para ello se realiza una radiografía mediolateral de la extremidad en flexión y sobre ésta se dibujan unas líneas para su cálculo (Bonastre, 2012).

Se coloca al animal en decúbito lateral o decúbito supino y se procede a un abordaje craneomedial de la rodilla, incidiendo a un centímetro proximal y medial a la rótula hasta el tercio proximal de la cara medial de la tibia. Al diseccionar se debe ir con cuidado con el LCM. A continuación, se puede realizar una comprobación del estado de la articulación mediante artrotomía o artroscopia. Se incide sobre varias estructuras, como la fascia profunda y la inserción del músculo sartorio, gracilis y semitendinoso y se despega completamente el músculo poplíteo (Bonastre, 2012; Castañón, 2015).

A continuación, con una guía especial para esta técnica y colocada correctamente en la cara medial, se introduce un clavo a través del LCM, 6 mm distal a la meseta tibial. Para colocar el clavo distal se hace una pequeña incisión en la piel sobre la diáfisis de la tibia, ya que se va a introducir en una zona que no está dentro de la incisión principal (Bonastre, 2012).

Se calcula la angulación del segmento tibial osteotomizado y con el uso de una sierra birradial bien alineada con la extremidad, se realiza el corte y se coloca un clavo en la meseta tibial, que se emplea para rotar la meseta tibial. Una vez hecho esto, los córtex quedan enfrentados y con un leve escalón (Bonastre, 2012).

Seguidamente se procede a la fijación mediante una placa y se atornilla empezando por el más cercano a la osteotomía en la diáfisis, después se coloca otro tornillo en compresión en la meseta tibial y después el resto de tornillos en posición neutra. Se retira la guía y los clavos y se procede al cierre por planos (Bonastre, 2012).

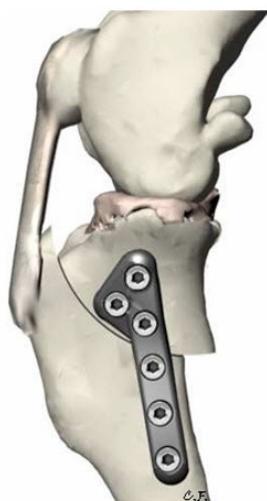


Figura 6: resultado final de la osteotomía niveladora de la meseta tibial (Fischer, 2014).

### 5.1.3. Avance de la tuberosidad tibial (TTA)

La TTA se basa en un modelo biomecánico de las fuerzas de la articulación de la rodilla humana que demuestra que la fuerza compresiva tibiofemoral es similar en magnitud y angulación a la del ligamento rotuliano. Esto resulta en una fuerza tibiofemoral de cizallamiento que va en dirección anterior o posterior dependiendo de si la rodilla está en extensión o flexión respectivamente (Boudrieau, 2009).

Este razonamiento se aplica en la rodilla del perro, y se cree que el total de fuerzas de la articulación son paralelas al ligamento rotuliano y que estas fuerzas se neutralizan cuando el ligamento rotuliano y la meseta de la tibia (PTA) forman 90º. Mientras el PTA sea inferior a 90º, no se ejercerá una fuerza de cizallamiento craneal sobre la rodilla. Así pues, con el avance de la tuberosidad de la tibia se consigue que, incluso con una extensión completa de la articulación, el PTA sea siempre inferior a 90º. De esta manera se consigue que la fuerza de cizallamiento femorotibial sea solo neutra o caudal y la translación tibial craneal se elimine (Boudrieau, 2009).

Previo a la cirugía, se realiza una radiografía de la rodilla en proyección mediolateral y mediante el uso de una plantilla se calcula el adelantamiento que se requiere de la tuberosidad de la tibia para que entre la meseta de la tibia y el tendón rotuliano se formen 90º. La plantilla expresa en mm el adelantamiento necesario y por lo tanto el ancho de la celdilla que se va a introducir entre la tuberosidad de la tibia y la diáfisis. Existen varios tamaños de placas, peines y celdillas según el tamaño del animal (Castañón, 2015).

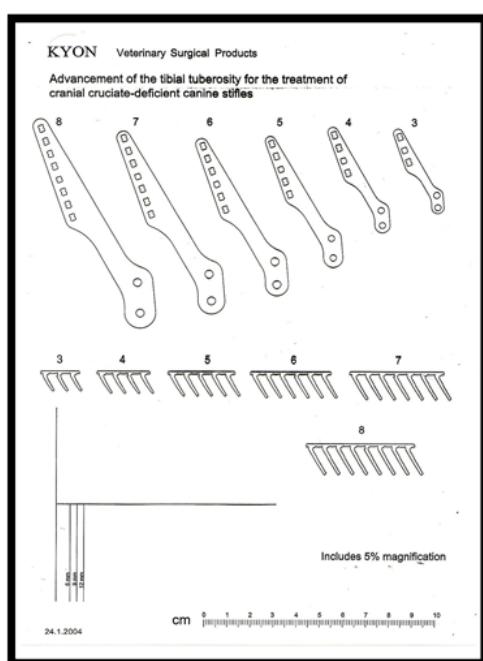


Figura 7: Plantilla TTA (Castañón, 2015)

Se coloca al animal en decúbito lateral recostado sobre el lado de la rodilla a intervenir. El abordaje se hace medial sobre la tibia proximal, caudal y paralelo a unos pocos milímetros a la tuberosidad tibial y se extiende distalmente hasta la mitad de la diáfisis de la tibia. Primeramente se evalúan los ligamentos cruzados y los meniscos mediante artroscopia o artrotomía. Se debe ir con cuidado con el paquete vascular-nervioso safeno, se incide sobre los tendones del músculo sartorio, recto interno y semitendinoso, se elevan y se dejan intactas las inserciones del LCM y el ligamento rotuliano (Castañón, 2015).

Con una guía especial que se coloca paralela al borde craneal de la tuberosidad de la tibia, se realizan los orificios para colocar la placa y el peine. Se empieza haciendo el orificio más proximal y después el más distal y se asegura la guía con pinzas de reducción para realizar el resto de orificios (Castañón, 2015).

Seguidamente se realiza la osteotomía de la tuberosidad de la tibia con la rodilla en 90º y se fijan el peine y la placa. Se realiza proximalmente, inmediatamente craneal respecto al menisco medial y distalmente entre la tuberosidad de la tibia y la diáfisis. A continuación se moldea la placa y se acopla junto al peine en los orificios taladrados en la tuberosidad (Castañón, 2015).

Después de adelantar la tuberosidad de la tibia, se coloca la celdilla de la medida previamente escogida y se atornillan sus orejas a la diáfisis y la tuberosidad. Después, se taladran los orificios para fijar la placa en la diáfisis. Antes de cerrar, se puede llenar el defecto con hueso del animal y por último se cierra procurando cubrir totalmente los implantes (Castañón, 2015).



Figura 8: resultado final del avance de la tuberosidad de la tibia (Fischer, 2014)

A raíz de la cirugía original, que fue descrita por Montavón, Damur y Tepic, han surgido diversas modificaciones, como TTA Rapid, TTA Porous, TTA Securos y TTA Durall. Estas técnicas presentan algunas diferencias con la tradicional, como el tipo de celdilla o cuña, los tipos de placa, no uso de placa y el uso de tornillo en lugar de placa (Castañón, 2015).

## 5.2. Diferencias y similitudes

### 5.2.1. Preoperatorias

#### 5.2.1.1. Fundamentos y principales objetivos

Para justificar la utilización de cada cirugía, sus autores se basaron o bien idearon unas teorías, pero algunas de ellas presentan ciertas discrepancias entre sí, sobre todo la de la TPLO y la TTA. La diferencia más evidente entre éstas es que para la TPLO, se propuso que las fuerzas compresivas son paralelas al eje longitudinal de la tibia, mientras que para la TTA, se propuso que las fuerzas compresivas son paralelas al ligamento rotuliano.

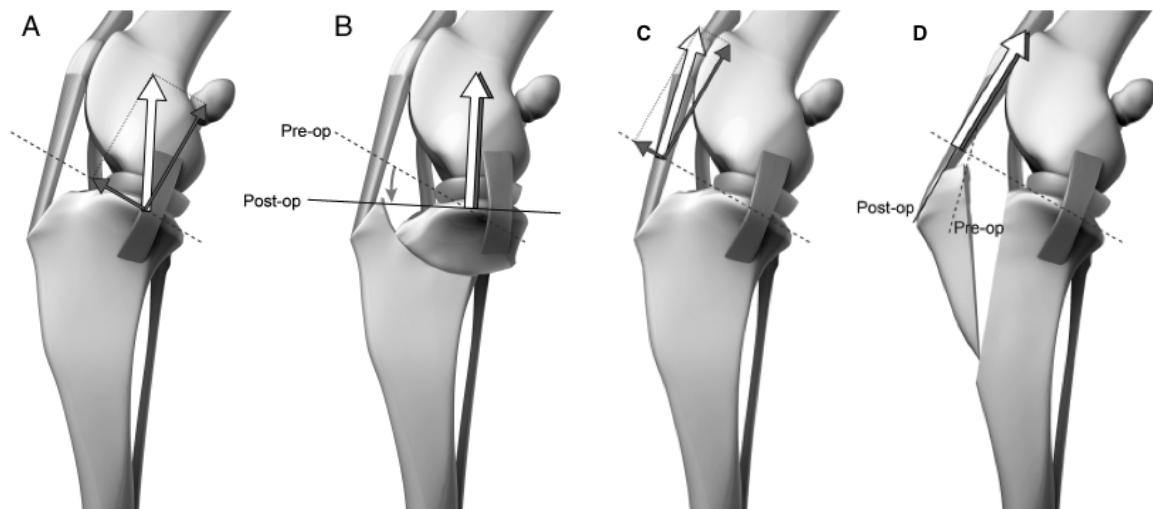


Figura 9: En A y B se representan las fuerzas tibiofemorales propuestas por Slocum, antes y después de la TPLO respectivamente. La flecha blanca representa la fuerza compresiva, que es paralela al eje longitudinal de la tibia. En C y D se representan las fuerzas tibiofemorales propuestas por Tepic et al, antes y después de la TTA respectivamente. La flecha blanca representa la fuerza compresiva, que es paralela al ligamento rotuliano (Boudrieau, 2009).

Ambas teorías usan como base la siguiente premisa: si el LCCr está afectado, el fémur puede desplazarse a lo largo de la meseta tibial debido a la pendiente que está tiene. De este modo,

las fuerzas resultantes se dividen en dos componentes ortogonales perpendiculares y paralelos a la meseta tibial, representadas en forma de flechas grises en la figura 9 (A y C). Con ambas cirugías se pretende anular la fuerza de cizallamiento femorotibial y fusionar las fuerzas resultantes con la fuerza compresiva (Boudrieau, 2009).

Para conseguir este propósito, ambas cirugías cambian ángulos mediante osteotomías de la tibia. Con la TPLO se reduce el ángulo de la meseta tibial a 0º para que la fuerza resultante sea paralela al eje de la tibia. Con la TTA se reduce en ángulo PTA a 90º para que fuerza resultante sea paralela al ligamento rotuliano (Boudrieau, 2009).

A pesar de las diferencias entre ambas teorías, Boudrieau (2009) observó que el mecanismo de acción propuesto para la TTA puede ilustrar también el mecanismo para la TPLO. Esto se observa al realizar los cambios angulares mediante las osteotomías tanto en una como en otra cirugía: el resultado final es que el ángulo que se forma entre el ligamento rotuliano y la meseta de la tibia es inferior a 90º.

Mientras la TPLO y la TTA anulan la translación craneal de la tibia mediante la distribución de las fuerzas, es decir, modificando la biomecánica de la rodilla, la LFS combate la translación craneal de manera directa. Esta translación se limita mediante el reemplazo de la función del LCCr sano usando para ello una sutura no absorbible que se coloca en la misma dirección que el ligamento. Esta sutura soporta la tensión provocada por los elementos que inducen la translación craneal de la tibia (Brown, Bertocci y Marcellin-Little, 2017; Tonks et al, 2011).

En definitiva, el objetivo de las tres cirugías es resolver la translación craneal de la tibia, aunque las bases y los mecanismos sean muy distintos.

#### **5.2.1.2. La adecuación al paciente**

Antes de escoger la cirugía adecuada a cada paciente hay que tener en cuenta factores propios del animal, como la cronicidad de la enfermedad, el estado de salud, el nivel de actividad física, el peso y las complicaciones intra y postoperatorias que pueden derivar de ello.

Los métodos extracapsulares en general dan buenos resultados en perros de pequeño tamaño, inferiores a 15 kg de peso y con una rotura crónica, al contrario que en perros grandes y muy activos, ya que la carga excesiva de estos últimos puede dar lugar a complicaciones postquirúrgicas, como la rotura de la sutura (Brown, Bertocci y Marcellin-Little, 2017; Castañón, 2015).

La TPLO es una buena opción para perros de todas las tallas, especialmente aquellos grandes y activos y los que tienen un TPA mayor de 35º. En cuanto a las complicaciones, se ha observado que la incidencia es menor en perros pequeños que en perros medianos y grandes(Beale, 2013).

La técnica TTA también se indica para perros grandes, pero no hay estudios que traten sobre el uso de la TTA tradicional en perros de menos de 15kg. Sin embargo, Dyall y Schmökel publicaron en 2017 un artículo sobre los resultados y las complicaciones derivados del uso de la TTA Rapid<sup>1</sup> en animales de pequeño tamaño. En él concluyen que los resultados son comparables a los de perros grandes y a la aplicación de otras técnicas.

Es difícil definir las diferencias entre el perfil de perro para TTA y la TPLO. Sin embargo, se ha observado que hay una serie de defectos adicionales a la rotura de LCCr que se pueden corregir mejor con una u otra. Para los casos en que también hay luxación de la rótula, es preferible realizar TTA, ya que esta cirugía puede corregir la luxación mediante una transposición medial o lateral de la cresta de la tibia al mismo tiempo que ésta se adelanta. En perros con deformación angular y torsional de la tibia, es preferible el uso de la TPLO, debido a que se puede hacer una reorientación tridimensional de la cara articular de la tibia (Palmer y Pozzi, 2009).

Dada la complejidad de cada cirugía, la TPLO y la TTA requieren de mayor tiempo durante la intervención que la LFS. Es por eso que a los perros con riesgo anestésico, siempre y cuando sus características lo favorezcan, es preferible aplicarles la LFS (Calvo, 2018).

## 5.2.2. Intraoperatorias

### 5.2.2.1. Manejo de las estructuras anatómicas

Como ya se ha visto en la descripción de los procedimientos quirúrgicos, el grado de complejidad varía entre unas y otras, especialmente entre las osteotomías y la LFS. Mientras que en la LFS se hace un orificio en la tibia (a veces dos, e incluso otro en el sesamoideo) y se pasa una sutura, en las otras dos cirugías se realizan orificios, osteotomías, desplazamientos óseos y anclaje de éstos mediante placas y tornillos. Son muchos más los pasos a seguir, más

---

<sup>1</sup> La TTA Rapid es una modificación y simplificación de la técnica TTA original. En comparación, se usa un implante en lugar de dos que funciona como cuña y placa a la vez y la osteotomía es incompleta en la parte distal (Dyall y Schmökel, 2017).

invasivas, mayor el tiempo quirúrgico, la precisión y experiencia requerida por parte del cirujano.

Es cierto que para efectuar los puntos isométricos en la LFS se requiere de precisión, ya que con esto se pretende conseguir que su localización sea equidistante durante la flexión-extensión para que la tensión que soporta la sutura se mantenga constante a lo largo del rango de movilidad. Además, también es preciso que la tensión con la que se fija la sutura no sea excesiva, ya que eso puede dar lugar a complicaciones. Aun así, no hay un consenso sobre la cantidad de tensión que hay que aplicar al fijar la sutura (Brown, Bertocci y Marcellin-Little, 2017; Tonks et al 2011).

Para realizar la TPLO, el cirujano necesita una formación previa. De hecho, Slocum, cuando patentó la TPLO, estableció que era obligatorio realizar un curso para poder llevar a cabo esta técnica. Las imprecisiones, como por ejemplo, una rotación excesiva del fragmento óseo osteotomizado puede dar lugar a la rotura del ligamento cruzado caudal (Castañón, 2015). Otra incidencia que puede ocurrir durante esta osteotomía es la laceración de la arteria poplítea o de la arteria tibial craneal (Matres-Lorenzo, McAlinden, Bernardé y Bernard, 2017). Un estudio ha demostrado que para evitar otras complicaciones, una buena planificación preoperatoria determinando la localización de la osteotomía en radiografías aporta al cirujano una mayor precisión intraoperatoria (Collins, Degner, Hauptman y DeCamp, 2013).

Al igual que para la TPLO, la TTA precisa de una planificación preoperatoria. Gracias a una buena medición, se puede calcular correctamente la línea de corte. En ocasiones se comete el error de realizar la osteotomía muy craneal y eso puede provocar fracturas de la tuberosidad craneal. Durante la cirugía se deben ir tomando otras medidas para garantizar que la celdilla y la placa se colocan correctamente y que se amoldan a la tibia del paciente. Por ejemplo, se debe calcular el espesor de la tibia para poner una celdilla de la misma longitud, se deben moldear las placas para que coincidan con la superficie ósea, calcular la posición de los tornillos y comprobar el posicionamiento de la rótula con respecto a la tróclea del fémur (Castañón, 2015).

En las tres cirugías se requiere un manejo cuidadoso de los tejidos blandos y conocer bien la anatomía de la rodilla y las estructuras inmediatas. Aun así, como ya se ha visto en la descripción de las cirugías, los músculos, tendones, fascias y ligamentos que se manipulan en cada una y el manejo al que se someten son distintos.

Teniendo todo esto en cuenta, queda claro que todo cirujano que lleve a cabo cualquiera de estas técnicas debe estar cualificado y preparado para ello y tener clara la exactitud que requiere cada una para que sea desarrollada con éxito.

#### **5.2.2.2. Instrumental y material**

Además de la validez del cirujano, para cada técnica es necesario usar un instrumental distinto, el cual está recogido en el anexo I. Mientras que para realizar la LFS, se precisa de un taladro y brocas para realizar los orificios y de una aguja curva y sutura de nylon para poner el implante, las otras dos precisan de instrumental más sofisticado y especializado.

Para realizar la TTA se precisa de celdillas, placas y peines especialmente diseñados para esta técnica. Los hay de distintas medidas que se adecúan al tamaño de la tibia y al adelantamiento que hay que efectuar en la tuberosidad de la tibia. También se usa una sierra para realizar la osteotomía.

El material de TPLO es muy específico, existiendo una guía, placa y sierra especiales para esta cirugía. Así pues, la sierra que se usa para la TTA no sirve para la TPLO ni viceversa. Ambas cirugías incluyen el uso de tornillos para la fijación de las placas y la celdilla TTA.

Para ejecutar la TPLO y/o la TTA, el cirujano tiene que tener en su clínica una amplia variedad de tamaños de celdillas, placas y tornillos a su alcance. Además, debido a lo sofisticado y específico que es el instrumental y el material, éstos resultan mucho más caros que los que se usan en la LFS, lo cual se puede ver también en el anexo 1.

#### **5.2.3. Postoperatorias**

##### **5.2.3.1. Recuperación funcional de la articulación y cambios osteoartríticos**

La recuperación tras la cirugía puede valorarse de varias maneras, subjetiva y objetivamente, con métodos cuantitativos, semicuantitativos o cualitativos, y a corto, medio o largo plazo. Existen varios estudios que han evaluado los cambios que se producen en la extremidad afectada de los pacientes tras ser operados mediante LFS, TPLO o TTA y que los comparan entre sí.

Algunos de los métodos y parámetros que se han usado para evaluar estos cambios son:

- Las fuerzas de reacción del suelo. Se suelen medir mediante pasarelas sensibles a la presión. Este parámetro aporta información sobre el grado de cojera y es objetivo (Au et al, 2010).
- El rango de movilidad. Se miden los ángulos de flexión y extensión máxima de la extremidad (Au et al, 2010).
- La circunferencia del musco. Es útil para medir la masa muscular de la extremidad y valorar la simetría con la otra extremidad y por lo tanto, la recuperación de masa muscular tras la atrofia causada por la cojera (Au et al, 2010).
- Cambios osteoartríticos. Se observan radiográfica y clínicamente en las extremidades afectadas por la rotura del LCCr. Aunque estos cambios proporcionan evidencias sobre la patología de la rodilla, la severidad de la OA no está correlacionada con la función clínica de la extremidad (Bonastre, 2013; Au et al, 2010).
- Satisfacción de los propietarios. Es totalmente subjetivo y se efectúa mediante encuestas.
- Presencia y grado de dolor. Una manera de determinarlo es mediante el CBPI (Canine Brief Pain Inventory), que es un instrumento validado para perros con OA que valora la severidad del dolor y la interferencia con la actividad diaria del animal. Es un cuestionario que llenan los propietarios y por lo tanto es subjetivo (Gordon-Evans, Griffon, Bubb, Knap, Sullivan y Evans, 2013).

No se ha encontrado ningún artículo que compare las tres técnicas. A continuación se exponen los resultados de algunos estudios comparativos:

Un estudio realizado por Au et al en 2010 compara el avance de dos grupos de pacientes que se sometieron a LFS y TPLO y recibieron los mismos tratamientos de rehabilitación. Observaron que las fuerzas de reacción de suelo indicaban mejoras significativas en ambos grupos a largo plazo. En cuanto al rango de movilidad, a las 3 semanas, los pacientes tratados con TPLO presentaban menos grado de movilidad que los tratados con LFS, posiblemente debido a que la primera es mucho más traumática. Los pacientes de ambos grupos mejoraron significativamente hasta los 6 meses, y empeoraron desde entonces hasta los 24 meses. La mejora se atribuye a la reducción de la inflamación postquirúrgica, y el empeoramiento se atribuye a un incremento de la osteoartritis y la fibrosis periarticular. Ambos grupos consiguieron una simetría de los muslos a los 6 meses tras la cirugía y es secundario al incremento del uso de la extremidad. A los 24 meses, en ambos grupos se nota un

empeoramiento de la OA y sin diferencias entre ellos. Esto sugiere que ninguno de los dos procedimientos da mejores resultados que el otro en minimizar la progresión de la OA.

En otro estudio que compara estas cirugías en 2013 a corto y largo plazo, coincidían en que no había diferencias significativas entre ambos grupos para la ganancia de masa muscular y el rango de movilidad, así como también para el grado de dolor. Sin embargo, a largo plazo observaron diferencias significativas entre ambos grupos en la pasarela sensible a la presión y en la satisfacción de los propietarios, viéndose favorecida la TPLO (Gordon-Evans et al, 2013).

En 2016 se llevó a cabo un estudio en el que medían las fuerzas de reacción del suelo a corto plazo en perros que habían sido operados de TPLO y TTA. Se observó que tras ambas cirugías, los pacientes habían experimentado una notable mejora, aunque no advirtieron diferencias significativas entre ambos grupos (Ferreira, Ferrigno, de Souza, Caquias y de Figueiredo, 2016).

En ese mismo año, otro grupo de investigadores también usó ese método para comparar los progresos funcionales de las extremidades, pero a largo plazo. Se observó que al paso, los grupos de TPLO y TTA presentaban una función normal de la extremidad, aunque el grupo TPLO lo conseguía más rápido que el TTA. Al trotar, el grupo de TPLO fue el único en presentar una recuperación de la función normal, comparado con un grupo control. Esos resultados hicieron pensar a los investigadores que la TPLO es más recomendable para pacientes activos (Krotscheck, Nelson, Todhunter, Stone y Zhang, 2016).

En 2014, Bergh et al realizaron una revisión en la que tuvieron en cuenta toda la información disponible sobre las diferentes técnicas quirúrgicas y la recuperación postquirúrgica. De acuerdo con esta revisión, entre los estudios realizados se usa metodología y mediciones heterogéneas, sobre las cuales influyen muchas variables, sobre todo en los métodos subjetivos. Así pues, es complicado extraer conclusiones de los estudios en conjunto, sobre todo observando discrepancias entre ellos. En la revisión de Bergh et al, tras tener todo eso en cuenta y haber procesado la información de muchos estudios, concluyeron dos cosas: que las evidencias señalaban con mayor firmeza que la TPLO es la técnica que puede devolver a la extremidad la función clínica normal y que la recuperación a medio plazo es superior comparada con la LFS.

### **5.2.3.2. Complicaciones**

Tras recibir un tratamiento quirúrgico, es probable que se presenten complicaciones menores o mayores. A continuación se mencionan las complicaciones que se han observado más frecuentemente tras cada una de las cirugías.

Complicaciones observadas tras la LFS por Casale y MacCarthy, 2009:

- Relacionadas con el implante. Suelen manifestarse con inflamación y/o cojera. La inflamación se asocia al material de la sutura, y se ha llegado a observar incluso 11 meses tras la operación. La cojera puede deberse a una inestabilidad persistente en la rodilla, que se puede resolver con una sustitución del implante. La prevalencia observada para este suceso ha sido de 2,8%.

En el estudio de Casale y MacCarthy se observó que los perros que presentan complicaciones tenían un peso corporal significativamente mayor a los que no presentaron. Además, la edad de estos pacientes era inferior, lo cual puede traducirse en que los perros muy activos, como es el caso de los perros jóvenes, no cumplen una restricción postoperatoria estricta.

Complicaciones observadas tras la TPLO por Coletti, Anderson, Gorse y Madsen, 2014:

- Luxación lateral o medial de la rótula. La registraron como la más frecuente entre las mayores, con un 0,8% de prevalencia, y las causas posibles son la atrofia muscular, cierre del retináculo medial debido al aumento de presión, cierre inadecuado del retináculo medial o fallo de la sutura, efusión articular severa tras la cirugía o mal alineamiento de la tibia tras aplicar la placa
- Fractura tibial. Ocurre poco después de la cirugía y se manifiesta con colapso de la meseta de la tibia y fracaso del implante
- Fracaso del implante. Debido a una TPA elevada se precisan muchos grados de rotación del fragmento óseo proximal. Si además se realiza una osteotomía mal centrada, la reducción de la osteotomía puede ser muy deficiente y aumentar la probabilidad de fracaso del implante.
- Retirada de la placa. Se lleva a cabo cuando se observa sobre todo supuración de la zona quirúrgica, que los implantes se han aflojado, exposición de los implantes, radiolucidez alrededor de los tornillos en la placa y cojera crónica en la extremidad operada. En todos los casos, la retirada del implante ha resuelto los signos clínicos de los pacientes. La mayoría de los casos con retirada de implantes fueron pasados los 6 meses postquirúrgicos.

Coletti et al concluyeron que la ganancia de peso tras la cirugía es un factor que contribuye a la manifestación de complicaciones.

Complicaciones observadas tras la TTA por Wolf, Scavelli, Hoelzler, Fulcher y Bastian, 2012:

- Luxación medial de rótula. En un estudio vieron que sólo ocurrió en el 0,4% de los casos operados.
- Fractura: se ha observado que los perros que han sufrido fracturas postoperatorias tenían PTA preoperatorio significativamente mayor respecto a los que no presentaron esta complicación. En esos animales se precisa un adelantamiento de la tuberosidad de la tibia mayor, lo que provoca una mayor tensión en la tuberosidad, especialmente en la zona donde se fija el peine. En un estudio se vio que la mayoría de éstas ocurre en la tuberosidad de la tibia en la zona de los orificios del peine. Se han observado otras fracturas entre la osteotomía y el agujero proximal de la placa y en la tuberosidad de la tibia en el orificio del tornillo que fija la cuña. Su prevalencia observada es de 4,2% y la mayoría se detectaron mediante un seguimiento radiológico y se resolvieron con tratamiento conservador.
- Fracaso del implante: suelen ser por rotura del peine, que además coincide con fractura ósea, con una prevalencia del 2%.

El peso corporal y los PTA preoperatorios elevados estás significativamente relacionados con las complicaciones tras la TTA.

Complicaciones observadas en las tres cirugías:

- Lesión del menisco medial subsecuente. En el caso de la TPLO se observó en un estudio que se daba en el 0,8% de los casos operados, lo cual da a pensar que no se debe a la cirugía si no más bien a que la lesión ha progresado desde que la rodilla era inestable por la deficiencia del LCCr (Coletti, 2014). En el estudio de Casale y McCarthy (2009) se obtuvo un 1,9% de casos con esta lesión entre los 5 meses y el año después de recibir la LFS. En el estudio de Wolf et al, la prevalencia para la TTA es de 5,7%.
- Incisional. Esto incluye formación de seroma, moraduras, retirada temprana de la sutura y afección de la piel por lamido excesivo. Estas complicaciones son frecuentes tras un tratamiento quirúrgico en perros (Coletti, 2014).
- Infección articular. En el caso de la TPLO, hasta que no se ha unido la osteotomía no se ha procedido a la retirada de los implantes, y se ha tratado mientras tanto con medicación (Coletti, 2014).

En la revisión de Cornel y Larisa de 2018 se recogen las prevalencias de complicaciones postquirúrgicas observadas en diferentes estudios tras la aplicación de estas técnicas. Para las técnicas extracapsulares, la prevalencia es del 4,2-17,4%, con un 7,2% de casos que precisaban de reintervención. Para la TPLO, la prevalencia es de 28-45,7% hasta el 2006, y de 8,4-22,2% después de 2006, con un 4,8% de casos que precisaron de retirada de implantes. En cuanto a la TTA, la prevalencia es de 11-35,5%, con reintervenciones en el 5,2%.

## 6. CONCLUSIONES

Esta modesta comparación entre las tres técnicas más utilizadas para la rotura de ligamento cruzado anterior en la clínica veterinaria permite extraer una serie de conclusiones sobre su aplicabilidad en la práctica:

- La preparación y práctica requerida por parte del cirujano es mayor para las osteotomías, así como los medios que debe tener a su disposición en el quirófano son más caros y sofisticados que para la LFS. Es por ello que las osteotomías exigen un mayor presupuesto y por lo tanto se cobran más caras. El precio de la cirugía puede condicionar la decisión del propietario, de modo que si su perro es buen candidato para recibir la LFS, ésta sería una buena opción.
- Se han observado muchos puntos positivos para escoger la TPLO. Es la cirugía que mejores resultados da en rodillas con la TPA >35º, dado que esta cirugía va dirigida a corregir este ángulo. Además presenta una prevalencia de complicaciones y de reintervenciones intermedio entre la LFS y la TTA, que ha mejorado desde 2006, posiblemente debido a la mejora de la técnica. En cuanto a la recuperación de la rodilla, es la cirugía que puede aportar una recuperación funcional completa a largo plazo. Se ha podido observar que se adapta mejor a animales con un estilo de vida activo.
- Algunos factores que hacen que la LFS sea la cirugía de elección recaen sobre todo en las características del animal. Si se trata de un perro con una lesión crónica, de talla pequeña inferior a 15 kg de peso y poco activo, la LFS es una buena opción. Además, al requerir un menor tiempo operatorio, es más apropiada que las otras dos para perros con riesgo anestésico. Es una buena opción para cirujanos o clínicas veterinarias con menos medios.

- Para todas las cirugías, pesos elevados antes y después de la intervención pueden dar lugar a complicaciones y a una recuperación parcial de la rodilla, de modo que es recomendable controlar el peso del animal.
- Las tres cirugías son en general muy buenas opciones terapéuticas para la rotura del LCCr.

#### **CONCLUSIONS:**

This modest comparison between the most practiced techniques of cranial cruciate ligament rupture in veterinary clinics allows drawing some conclusions about its applicability in practice:

- The experience and practice of the surgeon required to perform osteotomies is greater than the LFS and the materials and instrumentation are more expensive and sophisticated. Consequently, the estimation of these techniques is higher and therefore their charge is higher too. The price of the intervention can determine the decision of the owner, so that if their dog has the characteristics, LFS can be a good option.
- TPLO has numerous advantages. It is the technique with better outcomes in stifles with TPA >35º, due the purpose of this technique is to correct this angle. Furthermore, its complications and reintervention prevalence is intermediate between LFS and TTA, which has improved since 2006, possibly due to the improvements of the method. Regarding the recovery of the stifle, it is the surgery technique that has the ability to return dogs to normal function in long term. It has been observed that TPLO is a better choice for active patients
- Some factors that make LFS the chosen technique are related with the characteristics of the dog. Only if the patient has chronic rupture of the ligament, and its weight is less than 15 kg and it is not very active, LFS is a good option. Furthermore, the time required to perform is lower and it is more appropriated according to the anestetich risk. It is a good option for surgeons and veterinary clinics with few means.

- High body weight before and after the intervention could be influence postoperative complications and a partial recovery of the stifle, so that is recommended to control body weight condition.
- Generally, these three surgical techniques are good therapeutic options to patients with cranial cruciate ligament rupture.

## 7. VALORACIÓN PERSONAL

Haber elaborado este Trabajo de Fin de Grado me ha aportado muchas cosas positivas. Para empezar, he podido saciar mi interés por saber más acerca de los tratamientos para la rotura del LCCr. Desde que mis profesores me hablaron de ellas por primera vez, supe que quería aprovechar una oportunidad como esta para profundizar en la materia.

Un tema de estas características, que tiene tantos investigadores actualizando constantemente la información, ha ofrecido una serie de facilidades y a la vez impedimentos para hallar las fuentes más novedosas y veraces. A pesar de ello, siento que he puesto el empeño para conseguirlo y que en el proceso he aprendido a gestionar la información y el tiempo. Además, he podido familiarizarme con la terminología, tanto en español como en inglés, y tanto en la lectura como en la redacción. El hecho de haber partido fundamentalmente de fuentes en inglés me ha aportado mucha más fluidez para trabajar en ese idioma.

A la hora de redactar esta revisión, he aprendido más que nunca a valorar y dar crédito al trabajo de otras personas. He podido ver que cada artículo científico conlleva un esfuerzo excepcional y que ello merece un gran reconocimiento.

Gracias a la redacción de este documento, las prácticas que realicé con mi tutor, Ramón Sever, y los conocimientos que ha compartido conmigo, he podido aprender mucho acerca de una patología de gran importancia en los pacientes caninos y a valorar la gran profesionalidad que requiere su tratamiento.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Arnoczky, S. P. (1988) The cruciate ligaments: the enigma of the canine stifle. *J. Small Animal Practice* 29, 71-90.
- Au, K. K., Gordon-Evans, W. J., Dunning, D., O'Dell-Anderson, K. J., Knap, K. E., Griffon, D. y Johnson, A. L. (2010). Comparison of Short- and Long-term Function and Radiographic Osteoarthritis in Dogs After Postoperative Physical Rehabilitation and Tibial Plateau Leveling Osteotomy or Lateral Fabellar Suture Stabilization. *Veterinary Surgery*, 39(2), 173–180.
- Beale, BS (2013) How I Treat: Cranial Cruciate Ligament Injury in Small Dogs. *World Small Animal Veterinary Association World Congress Proceedings*
- Bergh, M. S., Sullivan, C., Ferrell, C. L., Troy, J. y Budsberg, S. C. (2014). Systematic Review of Surgical Treatments for Cranial Cruciate Ligament Disease in Dogs. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 50(5), 315–321
- Berrio A.M. y Ochoa J.J. (2009) Tibial Plateau leveling osteotomy. Surgical treatment for cranial cruciate ligament rupture in dogs. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*. 4, 161 - 173.
- 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 (Tesis doctoral), Cáceres, Universidad de Extremadura.
- Boudrieau, R. J. (2009) Tibial Plateau Leveling Osteotomy or Tibial Tuberosity Advancement? *Veterinary Surgery*. 38, 1-22
- Brown, N. P., Bertocci, G. E. y Marcellin-Little, D. J. (2017). Canine cranial cruciate ligament deficient stifle biomechanics associated with extra-articular stabilization predicted using a computer model. *Veterinary Surgery*, 46(5), 653–662.
- Caleb, A. (2014). Biomechanical analysis of canine stifle motion using custom *in vitro* simulator. Master thesis. University of Georgia
- Calvo, M. (2018) Rotura del ligamento cruzado craneal en pequeños animales y resolución quirúrgica. Trabajo de fin de grado. Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza
- Carpenter, D.H. y Cooper, R.C. (2000), Mini Review of Canine Stifle Joint Anatomy. *Anatomia, Histología, Embriología*, 29, 321-329
- Casale, S. A., y McCarthy, R. J. (2009). Complications associated with lateral fabellotibial suture surgery for cranial cruciate ligament injury in dogs: 363 cases (1997–2005). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 234(2), 229–235.

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 (Tesis doctoral). Facultad de veterinaria, Universidad de León.

Climent, S., Sarasa, M., Muniesa, P., Terrado, J. y Climent, M., (2013) *Embriología y anatomía veterinaria, volume I*. Zaragoza, España: editorial ACRIBIA.

Coletti, T.J., Anderson, M., Gorse, M.J. y Madsen R. (2014) Complications associated with tibial plateau leveling osteotomy: A retrospective of 1519 procedures. *Canadian Veterinary Journal*; 55, 249–254

Collins, J. E., Degner, D. A., Hauptman, J. G. y DeCamp, C. E. (2013). Benefits of Pre- and Intraoperative Planning for Tibial Plateau Leveling Osteotomy. *Veterinary Surgery*, 43(2), 142–149.

Comerford, E. J., Smith, K., & Hayashi, K. (2011). Update on the aetiopathogenesis of canine cranial cruciate ligament disease. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 24(2), 91–98.

Cornel, I. y Larisa, S. (2018) Treatment Options for Cranial Cruciate Ligament Rupture In Dog - A Literature Review. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*. 3, 2, 1-7

D'Amico, LL (2013). The Effects a Novel Extracapsular Suture Technique (Lateral Extracapsular Suture System or LESS<sup>a</sup>) on the Kinematics of the Cranial Cruciate Deficient Stifle. Master thesis. Virginia Polytechnic Institute and State University

De Rooster, H., De Bruin, T. y Van Bree, H., (2006) Morphologic and Functional Features of the Canine Cruciate Ligaments. *Veterinary Surgery*, 35, 769–780

Dyall, B. y Schmökel, H. (2017). Tibial tuberosity advancement in small-breed dogs using TTA Rapid implants: complications and outcome. *Journal of Small Animal Practice*, 58(6), 314–322.

Ferreira, M. P., Ferrigno, C. R. A., de Souza, A. N. A., Caquias, D. F. I. y de Figueiredo, A. V. (2016) Short-term comparison of tibial tuberosity advancement and tibial plateau levelling osteotomy in dogs with cranial cruciate ligament disease using kinetic analysis. *Veterinary and comparative orthopaedics and traumatology*, 3, 209- 213.

Fischer, C (2014). Ruptura del ligamento cruzado craneal en perros. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 9(2), 324-337.

Fischer, C., Cherres, M., Grevel, V., Oechtering, G. y 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), 334–342.

Garner, B. C., Kuroki, K., Stoker, A. M., Cook, C. R. y Cook, J. L. (2013). Expression of proteins in serum, synovial fluid, synovial membrane, and articular cartilage samples obtained from dogs

with stifle joint osteoarthritis secondary to cranial cruciate ligament disease and dogs without stifle joint arthritis. *American Journal of Veterinary Research*, 74(3), 386–394.

Gordon-Evans, W. J., Griffon, D. J., Bubb, C., Knap, K. M., Sullivan, M., y Evans, R. B. (2013). Comparison of lateral fabellar suture and tibial plateau leveling osteotomy techniques for treatment of dogs with cranial cruciate ligament disease. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 243(5), 675–680.

Grierson, J., Asher, L. y Grainger, K. (2011). An investigation into risk factors for bilateral canine cruciate ligament rupture. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 24(3), 192–196.

Griffon, D. J. (2010). A Review of the Pathogenesis of Canine Cranial Cruciate Ligament Disease as a Basis for Future Preventive Strategies. *Veterinary Surgery*, 39(4), 399–409.

Hans, E.C., Barnhart, M.D., Kennedy, S.C. y Naber J.S., (2017) Comparison of complications following tibial tuberosity advancement and tibial plateau levelling osteotomy in very large and giant dogs 50 kg or more in body weight. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 4, 299- 305

Hayashi, K., Frank, J. D., Dubinsky, C., Hao, Z., Markel, M. D., Manley, P. A. y Muir, P. (2003). Histologic changes in ruptured canine cranial cruciate ligament. *Veterinary Surgery*, 32(3), 269–277

Hayashi, K., Manley, P. A., y Muir, P. (2004). Cranial Cruciate Ligament Pathophysiology in Dogs With Cruciate Disease: A Review. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 40(5), 385–390.

Janovec, J., Kyllar, M., Midgley, D., y Owen, M. (2017). Conformation of the proximal tibia and cranial cruciate ligament disease in small breed dogs. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 30(3).

Kim, S. E., Pozzi, A., Kowaleski, M. P., y Lewis, D. D. (2008). Tibial Osteotomies for Cranial Cruciate Ligament Insufficiency in Dogs. *Veterinary Surgery*, 37(2), 111–125.

Krotscheck, U., Nelson, SA., Todhunter, RJ., Stone, M., y Zhang, Z. (2016) Long Term Functional Outcome of Tibial Tuberosity Advancement vs. Tibial Plateau Leveling Osteotomy and Extracapsular Repair in a Heterogeneous Population of Dogs, *Veterinary Surgery*, 45, 261-268

Lampman, T. J., Lund, E. M. y Lipowitz, A. J., (2003). Cranial cruciate disease: current status of diagnosis, surgery, and risk for disease. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 16(03), 122–126

Matres-Lorenzo, L., McAlinden, A., Bernardé, A. y Bernard, F. (2017). Control of hemorrhage through the osteotomy gap during tibial plateau leveling osteotomy: 9 cases. *Veterinary Surgery*, 47(1), 60–65.

Palmer, RH., y Pozzi, A. (2009) TPLO vs. TTA: Which Technique is Best? World Small Animal Veterinary Association World Congress Proceedings.

Sample, S. J., Racette, M. A., Hans, E. C., Volstad, N. J., Holzman, G., Bleedorn, J. A., ... Muir, P. (2017). Radiographic and magnetic resonance imaging predicts severity of cruciate ligament fiber damage and synovitis in dogs with cranial cruciate ligament rupture. *PLOS ONE*, 12(6),

Su, L., Townsend K.L., Au J. Y Wittum T.E. (2015) Comparison of tibial plateau angles in small and large breed dogs. *Canadian Veterinary Journal*; 56, 610–614

Taylor-Brown, F. E., Meeson, R. L., Brodbelt, D. C., Church, D. B., McGreevy, P. D., Thomson, P. C. y O'Neill, D. G. (2015). Epidemiology of Cranial Cruciate Ligament Disease Diagnosis in Dogs Attending Primary-Care Veterinary Practices in England. *Veterinary Surgery*, 44(6), 777–783.

Tonks C.A., Lewis D.D. y Pozzi A. (2011) A review of extra-articular prosthetic stabilization of the cranial cruciate ligament-deficient stifle. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology (VCOT)* 24(3): 167- 177.

Witsberger, T. H., Villamil, J. A., Schultz, L. G., Hahn, A. W. y Cook, J. L. (2008). Prevalence of and risk factors for hip dysplasia and cranial cruciate ligament deficiency in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 232(12), 1818–1824.

Wolf, R. E., Scavelli, T. D., Hoelzler, M. G., Fulcher, R. P. y Bastian, R. P. (2012). Surgical and postoperative complications associated with tibial tuberosity advancement for cranial cruciate ligament rupture in dogs: 458 cases (2007–2009). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 240(12), 1481–1487

Páginas web:

Catálogo de Veterinary Orthopedics: <http://vetorthopaedics.com>

Página visitada el día 6 de noviembre de 2018 a las 21:58h

Catálogo de Securos: <https://www.securos.co.uk/media/1739/securos-product-guide-hi-res.pdf>

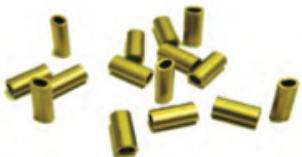
Página visitada el día 6 de noviembre de 2018 a las 21:58h

## 9. ANEXO I: material e instrumental

En este anexo se recogen el instrumental y material ortopédico necesario para realizar las tres cirugías distintas y aquellas que presentan en común entre sí. Cada tabla recoge la foto y el precio de cada elemento, los cuales se han extraído de dos catálogos diferentes, de la tienda de Seguros y de Veterinary Orthopedics.

Instrumental y material común para las tres cirugías			
Taladro	Llave para taladro	Broca	Guía para perforar
			
de 915,92€ a 1144,90€	22,90€	de 18,32€ a 32,63€	de 91,78 a 114,72€

Instrumental y material común para LA TPLO Y LA TTA	
Tornillo	Medidor de profundidad
	
de 4,29€ a 12,88€	188,91€

Instrumental y material para la LFS:			
Sutura de nylon monofilamento con aguja	Tensor universal	Clamp	Anclaje
			
de 10,88€ a 14,31€	91,59€	26,33€ a 32,06€	de 19,46€ a 22,90€

### Instrumental y material para la TPLO

Placa TPLO



48,66€ a 74,42€

Guía TPLO



de 297,67€ a 337,75€

Clavo de posicionamiento TPLO



de 3,72€ a 7,44€

Sierra TPLO



3434,70€

### Instrumental y material para la TTA

Guía del peine TTA



de 137,39€ a 154,56€

Aplicador del peine TTA



114,49€

Peine TTA



de 18,32€ a 34,35€

Placa TTA



de 18,89 a 36,64€

Celdilla TTA



de 29,77€ a 77,28€

Cortador de celdilla TTA



137,39€

Sierra



1144,90€

Hoja para sierra



45,80€