



Facultad de Veterinaria  
**Universidad Zaragoza**



# Trabajo Fin de Grado en Veterinaria

Rotura del ligamento cruzado craneal en perros

Cranial cruciate ligament rupture in dogs

Autor/es

Sara Hernández Pérez

Director/es

José Ramón Sever Bermejo

Facultad de Veterinaria

2023

---

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
1.1.	ABSTRACT.....	1
<b>2.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>3.</b>	<b>JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
<b>4.</b>	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>4</b>
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>5</b>
5.1.	ANATOMÍA DE LA RODILLA.....	5
5.2.	BIOMECÁNICA DE LA RODILLA.....	6
5.3.	ETIOPATOLOGÍA DE LA ROTURA DEL LIGAMENTO CRUZADO CRANEAL.....	8
5.4.	DIAGNÓSTICO.....	10
5.4.1.	<i>HISTORIA CLÍNICA.....</i>	<i>10</i>
5.4.2.	<i>EXPLORACIÓN.....</i>	<i>10</i>
5.4.3.	<i>PRUEBAS RADIOLÓGICAS.....</i>	<i>13</i>
5.4.4.	<i>OTRAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO.....</i>	<i>14</i>
5.5.	TRATAMIENTO.....	14
5.5.1.	TÉCNICAS INTRACAPSULARES.....	15
5.5.1.1.	EVOLIG®.....	15
5.5.2.	TÉCNICAS EXTRACAPSULARES.....	19
5.5.2.1.	TÉCNICA DE SUTURA LATERAL EXTRACAPSULAR.....	20
5.5.2.2.	TÉCNICA DEL TIGHTROPE (TR).....	22
5.5.3.	TÉCNICAS MODIFICADORAS DE LA BIOMECÁNICA DE LA RODILLA.....	22
5.5.3.1.	OSTEOTOMÍA EN CUÑA (CTWO).....	23
5.5.3.2.	OSTEOTOMÍA NIVELADORA DE LA MESETA TIBIAL (TPLO).....	24
5.5.3.3.	AVANCE DE LA TUBEROSIDAD TIBIAL (TTA).....	27
5.5.4.	FISIOTERAPIA.....	29
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>30</b>
6.1.	CONCLUSIONS.....	30
<b>7.</b>	<b>VALORACIÓN PERSONAL.....</b>	<b>31</b>
<b>8.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>32</b>

# 1. RESUMEN

La rotura del ligamento cruzado craneal es una afección muy común en perros. Algunos factores como la edad, raza, genética, sexo o actividad física, entre otros, van a predisponer al animal a que sufra una rotura de este ligamento. Se pueden encontrar diferentes tipos de rotura, ya que puede ser completa o parcial, o también puede clasificarse en aguda o crónica. La aguda mayormente asociada a una acción traumática y la crónica a una degeneración del ligamento en el tiempo y posterior rotura.

Para su diagnóstico, es imprescindible una buena anamnesis y una exploración completa y exhaustiva. En la cual se tiene que tener en cuenta, la movilidad del animal, el "sit test", la palpación de la articulación y, sobre todo, las pruebas de cajón directo y compresión tibial.

Las pruebas radiológicas también son de gran interés, en las cuales hay que fijarse en la presencia de edema, desplazamiento craneal de la tibia o la presencia de osteofitos, debido a una degeneración.

Dependiendo de la raza y angulación de la meseta tibial, se pueden proponer diferentes tratamientos quirúrgicos. Los tratamientos convencionales no están muy recomendados en los casos de rotura completa.

Dentro de las resoluciones quirúrgicas se encuentran las técnicas extracapsulares, las técnicas intracapsulares y las técnicas modificadoras de la biomecánica de la rodilla. La rehabilitación junto con las técnicas quirúrgicas favorece la recuperación temprana del animal, así como la disminución de la atrofia muscular.

Palabras clave: "ligamento cruzado craneal en perro", "ligamento cruzado anterior", "rodilla", "rotura", "osteotomía", "biomecánica de la rodilla del perro", "prueba de cajón directo", "prueba de compresión tibial" y "tratamiento quirúrgico"

## 1.1. ABSTRACT

Cranial cruciate ligament rupture is a very common injury in dogs. Some factors such as age, breed, genetics, sex or physical activity, among others, will predispose the animal to suffer a rupture of this ligament. Different types of rupture can be found, as it can be complete or partial, or it can be classified as acute or chronic too. The acute one is mostly associated to a traumatic action and the chronic one to a degeneration of the ligament in time and subsequent rupture.

For its diagnosis, it's essential a good anamnesis and a complete and exhaustive exploration. In which the mobility of the animal, the "sit test", the palpation of the joint and, above all, the cranial draw test and tibial compression test.

Radiological tests are also of great interest, in which it is necessary to look for the presence of edema, cranial displacement of the tibia or the presence of osteophytes, due to degeneration.

Depend on the breed and angulation of the tibial plateau, different surgical treatments can be proposed. Conventional treatments are not highly recommended in cases of complete rupture.

Surgical resolutions include extracapsular techniques, intracapsular techniques and techniques that modify the biomechanics of the knee. Rehabilitation with surgical techniques benefits the early recovery of the animal, as well as the reduction of muscle atrophy.

Keywords: "cranial cruciate ligament in dogs", "anterior cruciate ligament", "knee", "rupture", "osteotomy", "biomechanics of the dog's knee", "cranial draw test", "tibial compression test" and "surgical treatment".

## **2. INTRODUCCIÓN**

La ruptura del ligamento cruzado craneal es una de las principales razones por las que los perros presentan cojera en sus extremidades traseras. La cantidad de casos de ruptura de ligamento cruzado craneal ha aumentado significativamente desde 1964 hasta 2003, además según varios estudios los propietarios de perros se pueden llegar a gastar varios miles de dólares en el tratamiento de esta lesión. (Wilke et al., 2005)

El ligamento cruzado anterior está formado por una banda caudolateral y otra craneomedial más pequeña (Rodríguez et al., 2008), y se encarga de estabilizar la rodilla, evitando que se produzca una rotación de la tibia, hiperextensión de la articulación y un desplazamiento craneal excesivo de la tibia sobre el fémur. (Musté, 2013)

Por tanto, la rotura del ligamento puede deberse a una hiperextensión forzada de la rodilla o por un giro excesivo de la tibia cuando la extremidad está apoyada en el suelo (Piermattei y Flo, 1999; Rodríguez et al., 2008). En la mayoría de los perros afectados, la ruptura del ligamento cruzado craneal se debe más a un proceso gradual de deterioro del ligamento que a un traumatismo repentino. A pesar de ello, una acción traumática es la razón final de la ruptura y la degeneración predispone a que se produzca. (Sellon y Marcellin-Little, 2022)

A nivel microscópico, los ligamentos están compuestos por células dispuestas en filas separadas por fibras de colágeno y otras sustancias. Las fibras de colágeno se agrupan en unidades más

grandes. (Benjamin y Ralphs, 1997) En perros, los cambios histológicos indican degeneración de la matriz extracelular, disminución de densidad de células del ligamento y cambios en las fibras de colágeno. (Wessely, Reese y Schnabl-Feichter, 2017)

La patogenia de la ruptura del ligamento cruzado craneal no se conoce con exactitud y es controvertida, a pesar de esto varios estudios sugieren que diversos factores pueden contribuir a la degeneración del ligamento cruzado craneal y al desarrollo de esta ruptura. (Rodríguez et al., 2008; Wessely, Reese y Schnabl-Feichter, 2017). La ruptura del ligamento provocaría de forma aguda dolor, osteoartritis prematura, lesiones meniscales, pérdida de la función de la rodilla e inestabilidad de la rodilla, pudiendo ser ésta última muy grave debido a la ruptura total del ligamento o una inestabilidad menor cuando la rotura es parcial. (Rodríguez et al., 2008)

En ambos casos se darán una serie de modificaciones articulares moderadas a las pocas semanas que se agravarán en el tiempo si el animal no es tratado. (Piermattei y Flo, 1999)

Algún factor que predispone a la ruptura del ligamento cruzado anterior (RLCA) es la raza de perro, como el Labrador Retriever y el Rottweiler, mientras que hay razas como el Galgo que presentan un riesgo mínimo a esta lesión. (Comeford et al., 2005). Esto puede ser debido a que los perros que tienen una mayor predisposición tienen una mayor remodelación del ligamento y cambios en la matriz de colágeno o debido a que tienen un ángulo femorotibial hiperextendido. (Comeford et al., 2005; Rodríguez et al., 2008)

La ruptura puede verse también en animales con artritis inmunomediadas, sepsis, animales sedentarios, animales fuertes y muy activos o aquellos que tengan anomalías posturales desde el nacimiento o que se desarrollan en el tiempo. (Rodríguez et al., 2008). Por tanto, se podría decir que la rotura del ligamento cruzado craneal tiene mayor predisposición dependiendo de la raza, edad, masa corporal, inmovilización, estrechamiento de la escotadura intercondílea del fémur y angulación del plato tibial. (Comeford et al., 2005; Silva, Carmona y Rezende, 2013)

Desde hace mucho tiempo, se ha investigado ampliamente sobre la ruptura del ligamento cruzado anterior en perros, y se han desarrollado numerosas técnicas de resolución quirúrgica a lo largo de los años. Aunque las opciones de tratamiento están más accesibles para los veterinarios hoy en día, ninguna técnica puede prevenir completamente los cambios degenerativos posteriores a la lesión. Por esta razón, continúan surgiendo nuevos tratamientos para mejorar el manejo de esta lesión y reducir sus efectos secundarios. (Rios, 2021)

Estas técnicas quirúrgicas se pueden dividir en diferentes grupos son técnicas intracapsulares, técnicas extracapsulares y técnicas modificadoras de la biomecánica de la rodilla. (Castañón, 2015)

### 3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

La rotura del ligamento cruzado craneal en perros es una patología muy común y sobre todo en ciertas razas, cuya patogenia no se conoce con precisión. Mediante varios estudios se ha observado que en muchas ocasiones hay factores predisponentes.

En la actualidad hay numerosas formas para solucionar este problema, tanto métodos conservadores como quirúrgicos. Además, las técnicas para su diagnóstico en la mayoría de veces son sencillas y rápidas; facilitando así el tratamiento y la recuperación.

El objetivo de este trabajo es revisar los factores que causan la rotura del ligamento cruzado craneal, el diagnóstico y los diferentes tratamientos, haciendo una pequeña comparación entre la técnica, complicaciones y recuperación de éstos.

Para ello se realizará una revisión bibliográfica con los siguientes objetivos:

1. Comprender con más detalle la rotura del ligamento cruzado craneal, para así facilitar su diagnóstico y tratamiento
2. Comparar los distintos métodos de tratamiento y su posterior recuperación
3. Observar la evolución de los pacientes con el tratamiento recibido

### 4. METODOLOGÍA

La realización de este trabajo ha consistido en una revisión de la bibliografía ya existente; cogiendo la información de libros especializados, artículos científicos y trabajos académicos recogidos en las bases de datos como Pubmed, Google Scholar y SciELO. Además, también se han consultado libros que estaban a disposición en la biblioteca de la Facultad de Veterinaria.

Se ha utilizado información en inglés y en español, acotando la búsqueda a partir del año 2008. Aunque hay algunas publicaciones que son anteriores, ya que contenían información significativa.

Las palabras clave que se han utilizado son "ligamento cruzado craneal en perro", "ligamento cruzado anterior", "rodilla", "rotura", "osteotomía", "biomecánica de la rodilla del perro", "prueba de cajón directo", "prueba de compresión tibial", "tratamiento quirúrgico" y sus respectivas traducciones al inglés: "cranial cruciate ligament in dogs", "anterior cruciate ligament", "knee", "rupture", "osteotomy", "biomechanics of the dog's knee", "cranial draw test", "tibial compression test" y "surgical treatment".

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. ANATOMÍA DE LA RODILLA

Dentro de la rodilla nos encontramos con estructuras óseas, cápsulo-ligamentosas, meniscos y el aparato músculo-tendinoso. (Vérez-Fraguela et al., 2016)

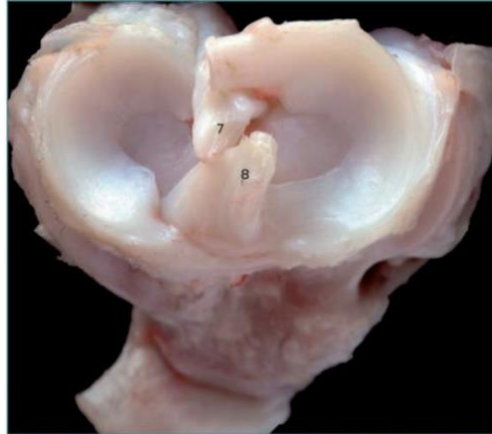
La articulación de la rodilla permite movimientos de flexión y extensión y está formada por la epífisis distal del fémur, la patela y la epífisis proximal de la tibia. (Evans y de Lahunta, 2002; Panesso, Trillos y Guzmán, 2008) Entre el fémur y la tibia existe una incongruencia articular que se ve compensada por los meniscos (Bonastre, 2012) y ayuda a la estabilización de la articulación de la rodilla. (Vérez-Fraguela, J.L. et al., 2016)

En la articulación de la rodilla distinguimos una cápsula articular femorotibial compuesta a su vez por dos sacos articulares tibiofemorales, que como su nombre indica se encuentran entre los cóndilos femorales y tibiales; y un tercer saco articular femoropatelar. (Evans, citado en Saldivia, 2018). Esta cápsula articular en cuyo interior se encuentra la membrana sinovial y los ligamentos centrales y periféricos componen las estructuras cápsulo-ligamentosas. (Vérez-Fraguela et al, 2016)

A su vez, la articulación de la rodilla está formada por tres articulaciones: la femororrotuliana, la femorotibial y la tibioperonea proximal. (Laborda et al., 2019). Las dos primeras son interdependientes entre ellas, debido a que un movimiento de la tibia y el fémur hará que se produzca otro entre la rótula y la tróclea del fémur. Estos movimientos se producen gracias al ligamento rotuliano. (Soler, 2003; Houlton et al., 2006)

Podemos distinguir diferentes ligamentos periféricos que son el ligamento rotuliano, el retináculo rotuliano lateral, el retináculo medial, el ligamento colateral medial, el ligamento colateral lateral y el ligamento poplíteo oblicuo. (Vérez-Fraguela et al., 2016)

Por su parte, los ligamentos centrales son solo dos, el ligamento cruzado anterior (LCA) y el ligamento cruzado posterior (LCP); como se puede ver en la Figura 1.



*Figura 1. Ligamento cruzado caudal (7) y ligamento cruzado craneal (8). (Vérez-Fraguela et al., 2016)*

El ligamento cruzado anterior se recorre un trayecto hacia craneal, desde la porción distal del cóndilo lateral del fémur en su cara medial hasta la eminencia intercondílea de la tibia; mientras que el ligamento cruzado posterior discurre en dirección contraria. Éste conecta la parte anterior del fémur con la parte posterior de la tibia. (Vérez-Fraguela et al., 2016)

A su vez, el ligamento cruzado craneal está compuesto por una banda caudolateral y otra craneomedial, esta última es la que se daña con mayor frecuencia. Depende de la banda que se rompa en la exploración de la compresión tibial puede variar en su posición, dando una posición normal o una de hiperextensión. (Rodríguez et al., 2008)

Los ligamentos cruzados están formados por hilos de colágeno, principalmente de tipo I y en menor proporción el tipo III, V, X, XII y XIV. (Bonastre, 2012). Entre estas bandas se encuentran células de tejido conectivo. (Houlton et al., 2006)

Los vasos que se encargan de vascularizar este ligamento están localizados en el tejido adiposo infrarrotuliano y en los tejidos blandos. (Houlton et al., 2006)

Por último, dentro del aparato músculo-tendinoso los encargados en la extensión son principalmente el músculo cuádriceps y en menor medida el sartorio y el tensor de la fascia lata. La flexión se produce por el semimembranoso, semitendinoso, gracilis y el sartorio. (Vérez-Fraguela et al., 2016)

## **5.2. BIOMECÁNICA DE LA RODILLA**

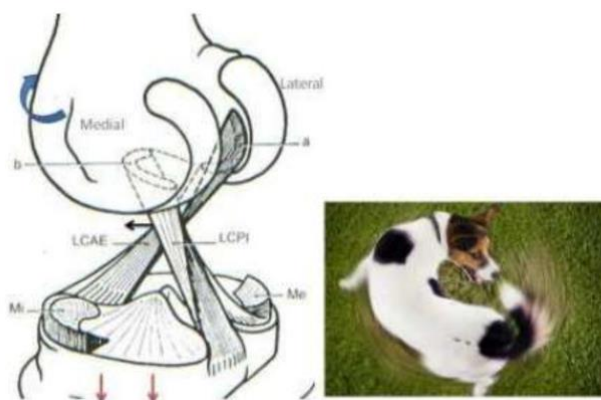
Debido a la localización de la rodilla, entre las articulaciones de la cadera y el tarso, tiene un papel crucial en el movimiento de la extremidad posterior. (Spinella, Arcamone y Valentini, 2021)



Dependiendo del plano, la rodilla tiene movimientos diferentes que son: la flexión, extensión y la traslación craneocaudal en el plano sagital; la rotación extratibial, intratibial y movimiento mediolateral en el plano transverso; la aducción, abducción y el desplazamiento ventrodorsal en el plano frontal. (Amis et al., 2003; Torres, 2020).

Como se ha mencionado anteriormente, el ligamento cruzado craneal está formado por dos bandas. Ambas están tensas durante la extensión, mientras que en la flexión la craneomedial está también tensa y la caudolateral está laxa. (Fossum et al., 2019)

En el caso de la rotura del ligamento numerosos estudios afirman que a menudo se suele producir por un giro brusco del animal cuando tiene la extremidad apoyada firmemente en el suelo, haciendo que los ligamentos se entrecrucen; como se puede observar en la Figura 2.



*Figura 2. En esta figura se muestra la rotación tibial cuando el animal da un giro brusco, haciendo que los ligamentos se entrecrucen. (Berrio y Ochoa, 2009)*

El otro caso que produce rotura es cuando el ligamento es cortado por la fosa intercondilea, esto se da por caídas de los animales en fosas y ocurre una extensión exagerada de la rodilla. (Piermattei y Flo, 1999; Rodríguez et al., 2008)

Existen varios modelos biomecánicos, entre ellos la fuerza de empuje tibial craneal, pero éste se ve limitado ya que según este modelo no se tendría que producir la rotura del ligamento cruzado craneal puesto que las fuerzas se encuentran balanceadas. (Spinella, Arcamone y Valentini, 2021)

Otro modelo es de Tepic, que engloba la fuerza de empuje tibial craneal, la dirección y se le suma el estrés sobre el ligamento; pudiendo explicar que dependiendo del ángulo de la meseta tibial y el ligamento patelar este estrés podría variar. (Tepic, citado en Valiño, 2023)

Según varios estudios, se ha observado que los perros se adaptan a la rotura del ligamento cruzado craneal, adquiriendo una posición en la que la rodilla está más flexionada y extienden

la cadera y la articulación tibiotarsal, impidiendo que la tibia se mueva con respeto al fémur; con el fin de reducir el dolor, el peso sobre la extremidad y la inestabilidad articular. Con esta posición lo que se busca es una menor contracción del cuádriceps. Esto solo ocurre en estación debido a que en movimiento la fuerza de empuje de la tibia es nula. (Valiño, 2023)

### **5.3. ETIOPATOLOGÍA DE LA ROTURA DEL LIGAMENTO CRUZADO CRANEAL**

La ruptura del ligamento cruzado craneal es una afección común con múltiples causas y factores de riesgo. (Todorovic et al., 2022) Ésta puede ser aguda debido a un traumatismo, pero también puede ser crónica causada por la degeneración articular a lo largo del tiempo. (Spinella, Arcamone, y Valentini, 2021)

La etiopatología de la rotura del ligamento cruzado craneal (LCCr) no se ha determinado con precisión. Aunque numerosos autores afirman que no se trata de un hecho ocasionado por una única causa, sino que están involucrados varios factores predisponentes. (Comerford, Smith y Hayashi, 2011). En los casos agudos no existe esta predisposición racial o de edad; a diferencia de lo que ocurre en los casos degenerativos. (Spinella, Arcamone y Valentini, 2021)

Entre factores predisponentes destacamos los siguientes:

- Edad. Los perros jóvenes a los que se les rompe el ligamento, la causa suele ser por un proceso traumático, ya que son más propensos a hacer deportes más reactivos y movimientos anormales, mientras que los más mayores son más propensos a procesos degenerativos. (Slatter, 2003).
- Sexo. Según algunos estudios las perras tienen mayor incidencia, mientras que otros dicen que son los machos castrados y las hembras esterilizadas los que tienen mayor predisposición. (Spinella, Arcamone y Valentini, 2021; Sellon y Marcellin- Little, 2022).
- Raza y peso corporal. Las articulaciones de los perros grandes o con obesidad sufren mayores sobrecargas, favoreciendo la degeneración del cartílago. (Vasseur, 1985) Algunas de las razas predispuestas son Labrador/ Golden Retriever, Rottweiler, Mastín Napolitano, San Bernardo, American Staffordshire Terrier, bóxer y Bulldog. (Spinella, Arcamone y Valentini, 2021; Todorovic et al., 2022).

También puede ocurrir en razas pequeñas, sobre todo en aquellos con luxación de rótula. Como pueden ser Yorkshire Terrier, Bichón maltés y Chihuahua. (Spinella, Arcamone y Valentini, 2021).

En los animales obesos la deficiencia muscular y el control neuromuscular inadecuado afecta negativamente a la estabilidad de la rodilla, aumentando la tensión en el ligamento y provocando su deterioro. (Spinella, Arcamone y Valentini, 2021).

- Genética. Hay algunos genes relacionados con la estructura y resistencia del ligamento cruzado anterior que todavía permanecen en estudio. (Spinella, Arcamone y Valentini, 2021; Todorovic et al., 2022).
- Procesos inflamatorios.
- Enfermedades secundarias (Cushing),
- Factores inmunológicos (Leishmania), los complejos antígeno anticuerpo se depositan en la articulación generando derrame de forma constante, lo que favorecerá la degeneración e irritación de los tejidos.
- Excesiva actividad física. La ruptura traumática es común en perros deportivos. Debido a una hiperextensión de la rodilla, rotación excesiva de la tibia o fuerza de empuje tibial craneal, especialmente al cambiar de dirección o aterrizar desde alturas. (Spinella, Arcamone y Valentini, 2021).

Existe el “síndrome del guerrero de fin de semana” que afecta a perros menos activos durante la semana, aumentando su vulnerabilidad a la lesión. (Spinella, Arcamone y Valentini, 2021).

- Mala conformación de la extremidad pélvica (genu varo) o deformación de la rodilla. Tanto en perros como en humanos, ciertas conformaciones de rodilla aumentan el riesgo de lesión en el ligamento cruzado. Se estudian aspectos como el tamaño de la escotadura intercondílea y la inclinación de la meseta tibial. (Comerford et al., 2006).
- Degeneración progresiva del ligamento con daños en las fibras de colágeno. Según el estudio de Ichinohe se pudo observar que los animales que presentaban menor expresión de colágeno tipo I, haciendo que la capacidad de soportar fuerzas de tensión en los ligamentos degenerados se vea debilitada; y mayor expresión de colágeno tipo II y III, además de una presencia mayor de fibroblastos con positividad para SOX-9, tenían una mayor predisposición a la ruptura del ligamento. (Ichinohe, citado en Spinella, Arcamone y Valentini, 2021).

En la mayoría de las ocasiones las causas que generan la rotura de LCCr están interconectadas, ya que la degeneración de los ligamentos causará debilidad en éstos y por tanto será más sencillo que una causa traumática rompa el ligamento. (Fossum et al., 2009).

## **5.4. DIAGNÓSTICO**

El diagnóstico se basa en la historia clínica, la presencia de signos clínicos, una exploración clínica y las pruebas radiológicas. Aunque existen más pruebas que pueden ayudar en el diagnóstico, actualmente se usan mucho menos.

### **5.4.1. HISTORIA CLÍNICA**

La anamnesis debe ser completa, se deberán evaluar cuatro puntos: si el animal ha padecido lesiones previas, evaluar si existe acumulación de líquido en la articulación y la velocidad a la que se ha desarrollado, la edad y si ha dejado de hacer ejercicio.

Si ha tenido una lesión previa puede desencadenar una nueva o el empeoramiento de la existente. Para determinar la gravedad de la lesión es primordial evaluar si existe derrame y la velocidad a la que se instaura, ya que cuanto más rápido sea ésta más grave será la lesión. Cuando los animales no quieren hacer ejercicio es indicativo de que hay una lesión. (Vérez-Fraguela et al., 2016)

En consulta pueden entrar animales con un caso agudo de rotura, en los cuales el paciente no apoyará la extremidad o la apoyará poco. En estos casos la cojera les habrá aparecido de forma repentina. (Rodríguez et al., 2008; Fossum et al., 2019) Si no se corrige esta cojera al cabo de 2-3 semanas mejorará gradualmente. (Rodríguez et al., 2008)

Si el animal sí que apoya la extremidad, pero tiene una cojera un poco más pronunciada después de hacer ejercicio o del reposo y le cuesta levantarse o está tumbado con la extremidad alejada ("sit test"), se tratará de un caso crónico. (Castañón, 2015; Fossum et al., 2019)

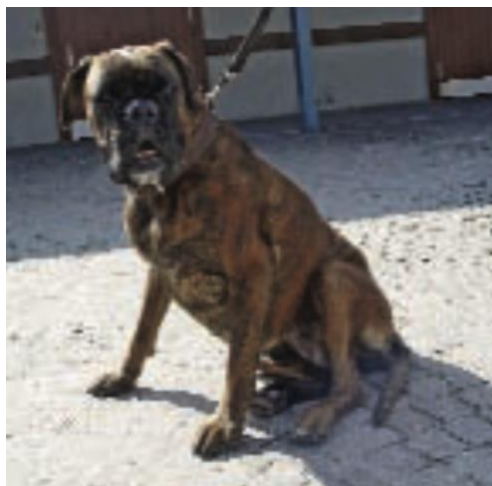
Por último, podemos tener animales con una rotura parcial, en la cual se verá un empeoramiento gradual y la cojera aumentará con el tiempo. (Fossum et al., 2019) Los signos clínicos de ésta son más sutiles que en el caso de la rotura aguda. (Bonastre, 2012)

### **5.4.2. EXPLORACIÓN**

La exploración constará de un examen visual tanto en dinámico como en estático y luego una exploración mediante la palpación de la articulación. La exploración tiene que ser ordenada y sistémica, para no dejarse ninguna alteración.

Observar cuidadosamente al perro antes del examen es útil, ya que la dificultad para levantarse, cambios en el peso durante el tiempo de pie y la posición de las extremidades en reposo, pueden indicar la extremidad que está afectada y la gravedad. (Slatter, 2003) En el examen visual se

observará cómo se sienta, lo que se denomina como “Sit test” (Figura 3) en el caso de que haya rotura la extremidad afectada estará levemente lateralizada y un poco extendida, en vez de estar completamente flexionada. (Rodríguez et al, 2008) También se evaluará la marcha, si el animal tiene dificultad para caminar, o si existe algo de inhabilidad o rigidez. (Vérez-Fraguela et al., 2016)



*Figura 3. Animal positivo a “Sit test”, la extremidad posterior no esta completamente flexionada. (Rodríguez et al., 2008)*

Una vez se haya acabado el examen visual, se procederá a hacer una palpación de la extremidad afectada. Ésta podría estar inflamada, lo que nos supondría una limitación para la palpación del ligamento femorotibiorrotuliano. Además, el animal puede tener dolor a la palpación o a la hiperextensión. (Rodríguez et al., 2008)

Se tendrá que valorar si hay algún cambio anatómico de los huesos, como puede ser la luxación de la rótula, presencia de desplazamiento de ésta, etc. (Vérez-Fraguela et al., 2016)

Después de esta inspección visual se hará una exploración física, la cual será un poco más difícil en los casos agudos, centrándonos en el dolor y el derrame articular en estos casos. Puede aparecer el signo de Finochietto, se escuchará un chasquido al realizar flexiones y extensiones de la articulación de la rodilla. (Sanchez- Valverde, 1997; Vérez-Fraguela et al., 2016) En el caso de que haya esta crepitación puede significar que el menisco esté afectado. (Tobias y Johnston, 2012)

El derrame articular puede ser leve (< 10 mL), observándose un abultamiento a simple vista; moderado (10 – 20 mL), signo del tímpano o peloteo rotuliano; e intenso (> 20 mL), habrá una marcada cojera, dolor, disminución de la funcionalidad y la articulación estará aumentada de tamaño. (Vérez-Fraguela et al., 2016)

Una vez que se haya hecho la exploración, se realizarán unas pruebas que su positividad nos indicaría una rotura de ligamento cruzado craneal. Dichas pruebas se hacen con el animal en decúbito lateral y debe estar tranquilo, por lo que en determinadas ocasiones es necesario una pequeña sedación para poder manipular al paciente. Estas pruebas son la compresión tibial o la prueba de cajón directa que se describirán a continuación.

En la prueba de cajón o movimiento de cajón directo, el animal debe estar en decúbito lateral con la extremidad sana apoyada en la mesa y el veterinario se coloca en la zona de la columna vertebral. En el caso de que la extremidad afectada sea la izquierda, el índice de la mano derecha se colocara en la rótula y el dedo pulgar de la misma mano en el sesamoideo lateral. El dedo índice de la mano izquierda se colocará en la tuberosidad tibial y el pulgar en la cabeza del peroné. Con la mano derecha se fijará el fémur y la mano izquierda empujará con el pulgar hacia delante. En el caso de que la extremidad afectada sea la contraria, la posición de las manos será la opuesta. (Sánchez- Valverde, 1997; Fossum et al., 2019)

En el caso de la prueba de compresión tibial o movimiento de cajón indirecto, la colocación del veterinario y el paciente será la misma que en el cajón directo. Si tenemos la misma situación que en el caso anterior, el dedo índice de la mano derecha se colocará encima de la rótula y rodeando el peroné. Con la mano izquierda se flexionará solo el tarso, y se podrá ver el avance de la tuberosidad de la tibia en los casos positivos. (Rodríguez et al., 2008)

Depende de la evolución de la rotura vamos a tener diferentes respuestas en la exploración. Por ejemplo, en el caso agudo el animal estará nervioso, por lo que nos puede resultar más complicado obtener una prueba de cajón positiva que una compresión tibial positiva. (Fossum et al., 2019)

En las situaciones crónicas, es menos probable que se observe un resultado positivo en la prueba de cajón o en la compresión tibial. Esto es debido a la atrofia de la articulación, la proliferación de osteofitos y fibrosis. (Rodríguez et al., 2008; Fossum et al., 2019) Por lo que en estos casos sería necesario sedar al animal para realizar la prueba. (Rodríguez et al., 2008). Otra opción sería evaluar la rotación interna de la tibia, ya que de normal solo se puede rotar 30 ° y en los casos de rotura de ligamento cruzado anterior estos grados aumentan. (Sánchez- Valverde, 1997; Piermattei y Flo, 1999)

En el caso de ser una rotura parcial el diagnóstico será un poco más complicado, ya que dependiendo de la banda afectada tendrá inestabilidad o no. En el caso de que la banda afectada sea la craneomedial, sí que habrá inestabilidad en la flexión, mientras que si la afectada es la banda caudolateral no se detectará inestabilidad. (Fossum et al., 2019)

Hay que prestar gran atención a los cachorros, ya que su laxitud articular nos puede dar a error, saldría un falso positivo en la prueba de cajón directo. (Rodríguez et al., 2008). Al contrario, ocurre en los casos crónicos, rupturas parciales y animales con una musculatura muy desarrollada, en estos nos darán falsos negativos. (Fischer, 2014)

### **5.4.3. PRUEBAS RADIOLÓGICAS**

Las proyecciones radiológicas elegidas para el diagnóstico son la mediolateral y la craneocaudal. Para facilitar el diagnóstico se puede radiografiar la otra rodilla sirviendo de comparación. (Rodríguez et al., 2008; Fossum et al., 2019)

Para hacer la proyección mediolateral se tendrá que posicionar al animal en decúbito lateral con la extremidad afectada en contacto con la mesa, y la otra extremidad tendrá que ser abducida o desplazada cranealmente para evitar que interfiera en la imagen.

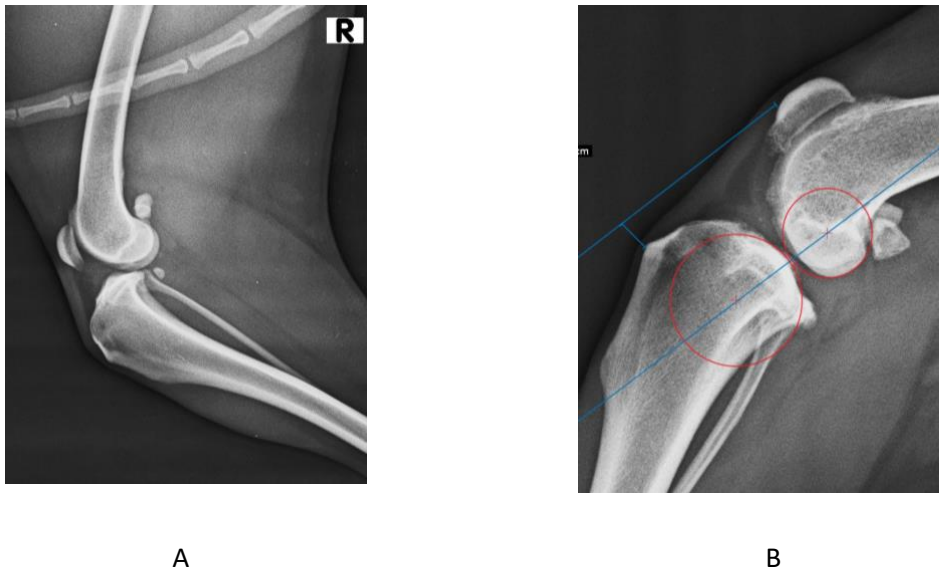
En el caso de la craneocaudal, el paciente deberá estar en decúbito supino y se redireccionarán hacia caudal las extremidades traseras. (Rodríguez et al., 2008)

En las radiografías de estrés se puede observar el desplazamiento de la parte proximal de la tibia con respecto al fémur distal, como se observa en la radiografía A de la Figura 4. (Rodríguez et al., 2008; Pérez, Martínez y Cardona, 2021)

Además, puede haber un aumento de la densidad de la cápsula articular, un desplazamiento caudal del hueso sesamoideo poplíteo. Por la presencia de derrame, edema o hemorragia la sombra triangular del cojinete adiposo se ve alterada o distorsionada; pudiendo llegar la imagen del derrame hasta el polo distal de la rótula. (Sánchez- Valverde, 1997; Rodríguez et al., 2008)

En los casos crónicos podría observarse calcificaciones del LCCr. (Rodríguez et al., 2008; Tobias y Johnston, 2012) o presencia de artrosis en el polo distal de la rótula y en el surco troclear femoral, al igual que se muestra en la radiografía B de la Figura 4. (Sanchez- Valverde, 1997; Piermattei, y Flo, 1999)

En estos casos, los cambios observados en la articulación de la rodilla, como la compresión de la almohadilla grasa, la extensión de la cápsula articular, la formación de crecimientos óseos anormales y otros hallazgos en radiografías, son características que pueden estar presentes en casos de rotura del ligamento cruzado anterior (LCC) con diagnóstico tardío. (Fossum et al., 2019)



*Figura 4.* Radiografías mediolaterales. En A se puede observar el desplazamiento hacia craneal de la tibia. En B se observa artrosis sobre todo alrededor de la rótula y presencia de derrame

#### 5.4.4. OTRAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO

En la actualidad, con la exploración y las pruebas radiológicas se puede diagnosticar de forma eficaz la rotura del ligamento cruzado craneal. Pero existen otras pruebas que se utilizan con menos frecuencia y pueden complementar este diagnóstico.

- Ecografía. No es muy relevante (Fritsch y Gerwing, 1996)
- Artroscopia. Es un método que está en auge para la exploración articular de la rodilla de una forma mínimamente invasiva. Y a pesar de tener numerosas ventajas, como la facilidad de observar roturas parciales y totales, también cuenta con algunas desventajas, en las que destacan la posibilidad de causar daño iatrogénico o un diagnóstico erróneo. Aunque, en la mayoría de los casos con esta técnica, se realizaría el diagnóstico y la resolución en caso de ser necesaria. (Pozzi, Hildreth y Rajala-Schultz, 2008)
- Resonancia magnética. Es un método menos invasivo, a la hora de evaluar rotura de LCCr parcial que en la exploración no muestran inestabilidad y su diagnóstico no es concluyente. (Fischer, 2014)

#### 5.5. TRATAMIENTO

Por lo general, el tratamiento para la resolución de la rotura del ligamento cruzado anterior es quirúrgico, con el cual se evita el desplazamiento craneal de la tibia. De este modo, se da estabilidad a la articulación y disminuyen el dolor y la inflamación.



Pero a veces, debido a diferentes circunstancias (edad, economía del propietario, etc.) se tiende a optar por un tratamiento más conservador. Este se basa en la administración de fármacos analgésicos y antiinflamatorios, con una restricción de la actividad física y del peso. A pesar de ello, la función del veterinario consiste en explicar al propietario que, en función de la actividad de su animal, edad y peso, la evolución no será favorable produciendo una cojera crónica y una artrosis prematura. (McGowan, Goff y Stubbs, 2007)

### **5.5.1. TÉCNICAS INTRACAPSULARES**

Las técnicas intracapsulares buscan sustituir el ligamento por un injerto y que este haga la función del ligamento natural. (Tobias y Johnston, 2012)

Se han utilizado diferentes materiales, tanto sintéticos como biológicos. A lo largo de los años esta técnica ha ido en decadencia debido a las complicaciones que tenía, entre las cuales están la complejidad de la cirugía y el postoperatorio. (Kowaleski et al., 2017) A pesar de esto, también tienen ventajas ya que los injertos proporcionan una fijación permanente y una cinética articular normal. (López et al., 2003; Mölsä et al., 2014)

Algunas de las técnicas intracapsulares que se han realizado a lo largo del tiempo pueden ser: la técnica de tunelización de Paatsama, técnica de Dickinson y Nunamaker, técnica "Over the Top", técnica "Under and Over", técnica cuatro en uno, técnica de la horquilla modificando su anclaje y "Evolig®". Pero en la actualidad la que más se utiliza es la última que se ha nombrado. (Rodríguez et al., 2008)

#### **5.5.1.1. EVOLIG®**

Se trata de una nueva técnica intracapsular, en la cuál a partir de una artroscopia o artrotomía se inserta un implante sintético de polietileno muy resistente donde estaría el ligamento cruzado anterior. En el centro se encuentra una zona de fibras libres, lo que facilita la adaptación a la articulación. Dependiendo de la cantidad de fibras entrecruzadas el implante será mas o menos resistente y el tamaño también cambiará (Tabla 1); de esta manera se podrá elegir el mejor ligamento para cada animal. (Sopena, Carrillo y Argibay, 2020)

Consiste en una técnica poco invasiva y breve, que destaca por su sencillez y la posibilidad del paciente para hacer ejercicio en un periodo de tiempo breve, además de mantener la biomecánica y la propiocepción.

Para el éxito de la técnica es necesario que se conserve el ligamento cruzado craneal dañado, ya que de este modo se entrelazarán con las fibras libres del implante; el anclaje tiene que ser en

el punto isométrico, el cuál se encuentra localizando en el origen del ligamento cruzado craneal, entre los cóndilos femorales, y la inserción del ligamento al borde de la meseta tibial. (Sopena, Carrillo y Argibay, 2020)

El Evolig® hasta hace unos años se colocaba solo mediante artrotomía, pero la artroscopia tiene un papel fundamental en la actualidad ya que permite que el paciente pueda realizar ejercicio antes que con la artrotomía. Además, el número de cicatrices es menor y es un método menos invasivo, ya que no requiere la apertura de la articulación, disminuyendo el riesgo de sepsis. (Bubenik et al., 2002)



*Figura 5. Implante Evolig®, en el que se pueden ver en el centro las fibras libres (Sopena, Carrillo y Argibay, 2020)*

Los implantes sintéticos (Figura 5) que se utilizan están permitiendo reconsiderar las técnicas intraarticulares, ampliando las posibles resoluciones de la rotura de LCCr en perros. La opción de los implantes permite restaurar completamente la función articular sin afectar a la biomecánica y la distribución de fuerzas en el cartílago articular. (Sopena, Carrillo y Argibay, 2020)

**Tabla 1.** Tabla de referencia para elegir la talla del ligamento Evolig® según el tamaño del animal, también están los datos de los tornillos y el taladro que se deben utilizar. (Laboureau, 2020)

<b>Peso (kg)</b>	<b>Referencia</b>	<b>Nº de fibras</b>	<b>Longitud fibras libres (mm)</b>	<b>Diámetro de taladro (mm)</b>	<b>Diámetro de tornillo (mm)</b>	<b>Fuerza (N)</b>
Entre 7-12	EVOLIG-S	24	15	3	4	3000
Entre 12-25	EVOLIG-M	32	17	3,6	4,5	4000
A partir 25	EVOLIG-L1	48	19	4,2	5	6000
A partir 25	EVOLIG-L2	48	22	4,2	5	6000
A partir 25	EVOLIG-L3	48	25	4,2	5	6000

La técnica que se lleva a cabo para la colocación del Evolig® es la siguiente:

1. Abordaje quirúrgico. El mejor abordaje es para-patelar medial, para poder visualizar la fosa de inserción del ligamento cruzado craneal en el cóndilo lateral. Se hace una incisión empezando por la parte medial de la tuberosidad de la tibia, pasando a 1 cm del borde de la rótula. Los restos rasgados del ligamento cruzado craneal se deben mantener, ya que ayudara al crecimiento de los fibroblastos dentro de las fibras libres del implante. (VATUC ACADEMY, 2021)
2. Identificación del punto isométrico, en el cual la tensión sobre el Evolig® será igual en cualquier posición de la rodilla y por el cual se realizará la inserción femoral. Para localizarlo, se tendrá que flexionar la rodilla y visualizar en el polo caudal del cóndilo femoral lateral el origen del LCCr. (Laboureau, 2020).
3. Colocación de la guía femoral con la aguja Kirschner (K). Se coloca una aguja K de 2 mm en el punto isométrico, para esto la rodilla debe estar en hiperextensión. La aguja tiene que salir por el córtex lateral del fémur. En gran número de ocasiones se tendrá que pasar la aguja por debajo del ligamento intermeniscal para realizar el túnel femoral. (VATUC ACADEMY, 2021)
4. Perforación del túnel femoral. Para esto se tiene que poner la broca canulada en la aguja K, tiene que haber un tubo protector para evitar dañar los tejidos blandos. Se taladra de fuera a dentro, haciendo que la broca salga por el punto isométrico.

Antes de empezar se deberá elegir el diámetro adecuado del taladro, dependiendo del ligamento que se vaya a utilizar. El diámetro del tornillo también se elegirá dependiendo del ligamento, pero la longitud del tornillo variará en función de la longitud del túnel. Esta longitud sólo debe ocupar las fibras entrelazadas y no llegar a las libres.

5. Inserción de la aguja K en la tibia. La aguja K tendrá que entrar por la parte posterior de los restos del LCCr, por lo que la rodilla deberá estar en flexión/rotación.
6. Perforación del túnel tibial. La broca canulada, al igual que pasaba en el túnel femoral, debe adaptarse al ligamento. La perforación debe ser de fuera a dentro, hasta la meseta tibial. Una vez hecha la perforación la aguja se debe mantener en su sitio, es decir, solo se extrae la broca. (Laboureau, 2020).

En el caso de que los túneles no estén en los puntos isométricos, la función del ligamento no será la adecuada, y puede fracasar en el futuro.

7. Paso del ligamento Evolig®. Por encima de la aguja K se posiciona el tubo pasador y se quita la aguja K, una vez que el tubo pasador está en su posición se pasa el alambre loop a través de él, entrando por el túnel tibial y saliendo por el femoral. Se engancha el ligamento con el alambre y se tira de este último, quedando el ligamento bien posicionado con las fibras libres en el espacio intraarticular. (Figura 6) Para mantener la asepsia, antes de realizar este procedimiento se hará un cambio de guantes estériles, y el plástico protector de las fibras libres se irá retirando según se vaya introduciendo el ligamento. (VATUC ACADEMY, 2021)



*Figura 6. Implante Evolig®, con las fibras libres en el espacio intraarticular*

8. Fijación femoral. Se necesita el tornillo adecuado según la Tabla 1. Este se atornillará por encima del canal femoral, donde se colocará una aguja K roma que servirá de guía. Este tornillo servirá para fijar la parte trenzada del ligamento en el canal femoral. (Laboureau, 2020).
9. Ajuste de la tensión y fijación final. Al igual que en el túnel femoral se pasa el ligamento por el túnel tibial y se fija con un tornillo, sometiendo a las fibras libres del ligamento a la tensión adecuada. Con esta tensión la rodilla tendrá que poder hacer los movimientos de flexión y extensión con normalidad, desapareciendo con ello el movimiento de cajón. En el caso de que los puntos no sean isométricos, el ligamento se moverá.  
  
Se puede hacer solo con dos tornillos, pero es más recomendable hacerlo con cuatro, para compensar la fuerza de deslizamiento. (VATUC ACADEMY, 2021)
10. Doble fijación en Z, complementación de la fijación tibial y femoral. Para ello se hacen dos túneles transversales, uno en femoral y otro en tibial, dejando un espacio de 10 mm en ambos casos respecto a los tornillos principales. Esto sirve para dar una seguridad y evitar que la tensión fisiológica que se ha dado al ligamento pueda disminuir. Con esta fijación la recuperación será más rápida y evita que el ligamento se dañe. (Figura 7)

11. Cuidados postoperatorios. Con el Evolig® no es necesario la inmovilización de la rodilla y sólo se restringirá el ejercicio hasta que se cure la herida.

Los pasos anteriores son para la realización de una artrotomía, pero en el caso de que se tenga que realizar una artroscopia sería similar a partir del paso 2. (Laboureau, 2020).



*Figura 7. RX en la que se puede observar la doble fijación en Z*

Algunas de las complicaciones que puede tener el Evolig® son la inflamación de la articulación, infección de la cirugía o la laxitud postoperatoria. (Pagès, 2013). Por otra parte, en el caso de pacientes que padecen artrosis grave, osteoporosis o edema óseo grave, la colocación del implante se verá dificultada.

Como conclusiones de esta técnica se puede observar que se ha obtenido un diseño que permite una gran biocompatibilidad y resistencia al desgaste. Además, reemplaza la función del ligamento natural de la forma más fisiológica posible, facilitando los movimientos de la rodilla. Y mediante la artroscopia, se facilita la recuperación y disminuye las complicaciones, las cuales se pueden solucionar con un tratamiento médico. (Sopena, Carrillo y Argibay, 2020)

### **5.5.2. TÉCNICAS EXTRACAPSULARES**

Las técnicas extracapsulares nos van a permitir restringir el desplazamiento craneal de la tibia, así como la rotación interna de ésta, mediante la sujeción entre la zona caudal del fémur y la tuberosidad de la tibia por la cara lateral de la articulación de la rodilla. (Fischer, 2014)

A diferencia del Evolig®, estas suturas son temporales, ya que son de alambre o nylon; y generalmente solo dan resultados eficaces en razas pequeñas.

Algunas de las técnicas extracapsulares realizadas a lo largo de la historia pueden ser: técnica de imbricación, técnica TightRope (TR), técnica de la transposición de la cabeza del peroné, técnica de anclajes óseos y la técnica de la sutura lateral extracapsular. (Fossum et al., 2019)

### 5.5.2.1. TÉCNICA DE SUTURA LATERAL EXTRACAPSULAR

Esta técnica tiene como objetivo reemplazar el ligamento cruzado craneal roto por otro artificial que esté posicionado de la forma más parecida al natural. Mediante suturas sintéticas ancladas en el sesamoideo lateral o en la zona supracondilar lateral del fémur y que llegan hasta la tibia, se da una estabilidad casi completa a la rodilla. (Figura 8) Esta técnica actualmente está limitada a perros de razas pequeñas hasta 12 kg y gatos de menos de 5 kg; además, el ángulo de la meseta tibial no debe de sobrepasar los 25 °.

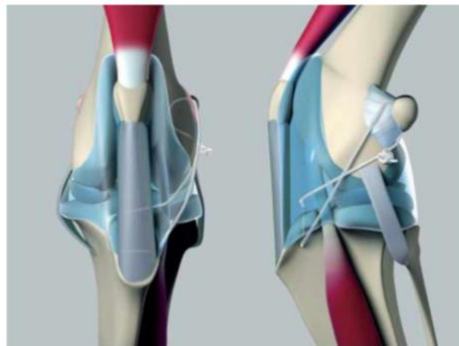


Figura 8. *Sutura lateral extracapsular.* (Tonks, Lewis y Pozzi, 2011);

En la técnica de sutura lateral extracapsular se utiliza una sutura de poliparafenileno tereftalamida, que variará dependiendo del tamaño del paciente. (Cañadillas, Frías y Rodríguez, 2022).

Antes de comenzar con la cirugía se colocará al animal en decúbito lateral con la extremidad sana apoyada en la mesa, ya que se realizará un abordaje lateral en la zona femorotibial.

1. Se efectúa una incisión en la piel, que inicia a 1 cm del cóndilo lateral del fémur y termina en la tuberosidad tibial. (Cañadillas, Frías y Rodríguez, 2022; Martínez- Martínez, Pérez - Berrio y Savassi- Rocha, 2023).

Se diseccionará el subcutáneo y la fascia del retináculo lateral del bíceps femoral, pudiendo visualizar el cóndilo femoral lateral y el músculo tibial craneal. Para poder visualizar la parte lateral de la tibia se tendrá que hacer una incisión en la parte craneal de este músculo. En el caso de haber derrame, se puede eliminar mediante una jeringuilla con una aguja, todo ello tiene que ser estéril.

2. Localización del punto isométrico de la tibia y perforación perpendicular del túnel óseo con respecto a la tuberosidad tibial. Para situar el punto isométrico se tomará como referencia el centro de la meseta tibial, estando este punto caudal al surco del tendón del músculo extensor digital larga.

3. Anclaje de la sutura en el fémur. La sutura se pasa por debajo del hueso sesamoideo lateral; este anclaje debe ser resistente, al quedar anclado al ligamento fémoro-fabelar.
4. Paso de la sutura por el túnel óseo de la tibia. Se efectúa en dirección lateral y sale por medial. Una vez sale la sutura por la zona medial, ésta se pasa con ayuda de un mosquito por debajo del ligamento rotuliano de nuevo y por encima de la cápsula articular, hacia la parte lateral.
5. Anudación de la sutura de forma manual o con sistemas de cierre. En el caso de pacientes de talla grande se tendrá que hacer una doble anudación. Para este paso la articulación debe estar en posición fisiológica; es el momento de la tensión final cuando se tiene que flexionar a 100 °. (Cañadillas, Frías y Rodríguez, 2022; Martínez- Martínez, Pérez -Berrio y Savassi-Rocha, 2023).

La sutura no se debe tensionar en exceso debido a que esto podría disminuir la movilidad, provocar la ineficacia de la sutura o producir una tensión intraarticular mayor de la normal. (Tonks, Lewis y Pozzi, 2011)

Para que la tensión no disminuya en el procedimiento de apretar las grapas, se necesitará que mediante mosquitos se sujete la sutura tensionada. Antes de bloquear las grapas se deberá comprobar que la rodilla se flexiona y se extiende correctamente y que tanto la prueba de cajón directo como la prueba de compresión tibial sean negativas. Una vez comprobados los diferentes movimientos se procederá al bloqueo de las grapas.

6. Cuidados postoperatorios. Deberá mantener reposo de ejercicios muy activos, rampas, saltos, etc. hasta la 5ª semana. A partir de la cual deberá incrementar paulatinamente los ejercicios. (Cañadillas, Frías y Rodríguez, 2022).

Las complicaciones más frecuentes que afectan a esta técnica son el fallo de la sutura, las infecciones, deficiencia de estabilidad y consecuentemente afección de los meniscos; además esta técnica no evita la osteoartrosis, por lo que se seguirá desarrollando. (Cañadillas, Frías y Rodríguez, 2022). Debido a que corrige la rotación excesiva de la tibia, los perros que puedan tener luxación de rótula se verán beneficiados de esta técnica.

### 5.5.2.2. TÉCNICA DEL *TIGHTROPE* (TR)

Se trata de una técnica que se creó para dar estabilidad a la rodilla de perros de razas grandes; ya que el resto de técnicas extracapsulares solo tenían efectos beneficiosos en animales de pequeño tamaño. (Harasen, 2010) La TR se compara con la TPLO, pero en la TightRope se perforan unos túneles óseos donde se anclan unas arandelas para sujetar el ligamento, como se muestra en la Figura 9. Una ventaja de esta técnica sobre la TPLO es que la cirugía es más corta y las complicaciones son menores. (Cook et al., 2010).



*Figura 9. Técnica TightRope (Cook et al., 2010)*

### 5.5.3 TÉCNICAS MODIFICADORAS DE LA BIOMECÁNICA DE LA RODILLA

Como su nombre indica estas técnicas modifican la biomecánica de la rodilla, gracias a osteotomías que se efectúan en la tibia proximal. Al contrario de lo que pasa en las técnicas anteriores, el movimiento de cajón directo seguirá dando positivo pero la compresión tibial será negativa.

Dentro de estas técnicas se pueden encontrar, osteotomía en cuña para nivelación de la meseta tibial (“Cranial Tibial Wedge Osteotomy”, CTWO), osteotomía de nivelación de la meseta tibial (“Tibial Plateau Leveling Osteotomy”, TPLO), adelantamiento de la tuberosidad tibial (“Tibial Tuberosity Advancement”, TTA), triple osteotomía de la tibia (“Triple Tibial Osteotomy”, TTO), entre otras. (Rodríguez et al., 2008) La Tabla 2 muestra las ventajas y desventajas que tienen cada una de estas técnicas.



Tabla 2. Comparación entre las diferentes técnicas modificadoras de la biomecánica de la rodilla.  
(De La Fuente, 2018)

	Ventajas	Desventajas
<b>TTA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Más sencilla</li> <li>• Equipamiento más económico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Más probabilidad de fractura postoperatorio de la tuberosidad tibial</li> <li>• Más probabilidad rotura de menisco postoperatorio</li> </ul>
<b>TPLO/ CTWO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menos probabilidad rotura de menisco</li> <li>• Más sencilla en perros &lt; 5-8kg</li> <li>• Indicada en casos de meseta tibial estrecha, en animales muy activos, inserción baja del ligamento rotuliano, ángulos de inclinación de la meseta tibial mayores de 28º</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Más complicada</li> <li>• Equipamiento más caro</li> </ul>

### 5.5.3.1. OSTEOTOMÍA EN CUÑA (CTWO)

Esta técnica fue creada en 1984, para conseguir disminuir el ángulo de la meseta tibial y que quede éste perpendicular al eje longitudinal de la tibia, mediante la extracción de una cuña y la colocación de una placa de osteosíntesis. (Rodríguez et al., 2008) En un principio se inventó para complementar otras técnicas, pero en la actualidad se utiliza individualmente ya que no hay estudios que confirmen que se necesiten aplicar dos técnicas para la resolución de rotura de LCCr. (Slatter, 2003)

La CTWO consiste en la eliminación de una pequeña cuña en la metáfisis proximal de la tibia, de tal manera que, el ángulo de la meseta tibial y el eje longitudinal de la tibia queden totalmente perpendiculares. A continuación, se deberá colocar una placa que deje los márgenes de la osteotomía completamente unidos. (De La Fuente, 2018)



*Figura 10. Técnica CTWO. Extracción de una cuña de la tibia y colocación de una placa de fijación. (Kim et al., 2008)*

En esta técnica el animal, se posicionará en decúbito dorsal, se incide en la parte craneomedial a la altura de la patela, terminando en la tibia proximal. Se efectúa una artrotomía caudomedial limitada o una artrotomía patelar medial completa. Es preferible realizar la primera técnica ya que tendrá menos posibilidades de ejercer daño meniscal; mientras que, en el otro caso se podrán observar mejor las estructuras, pero la dificultad será mayor, así como el trauma que recibe la articulación. (Slatter, 2003)

Se realizará un corte con la sierra sagital en cuña abierto hacia craneal en la metáfisis de la tibia proximal, según muestra la Figura 10. Una vez retirada la cuña, se contornea la placa que será colocada en el borde caudal de la tibia y se fijará con tornillos, al menos uno deberá estar en la zona proximal de la osteotomía apretándola. (Slatter, 2003) Para finalizar se pondrá un vendaje que deberá aguantar 24 horas para evitar la formación de seromas. (De La Fuente, 2018)

Algunos de los errores que pueden ocurrir con esta técnica están relacionados con la angulación, es decir, que no quede perpendicular y quede inclinada la meseta tibial con respecto al eje longitudinal. Por ejemplo, si queda un ángulo de + 5 °, lo que producirá será una sobrecarga en el ligamento rotuliano. Otro error que se puede cometer es la elección de un tornillo demasiado largo, quedando este en la articulación. La solución para este problema es coger uno de la longitud adecuada. (De La Fuente, 2018)

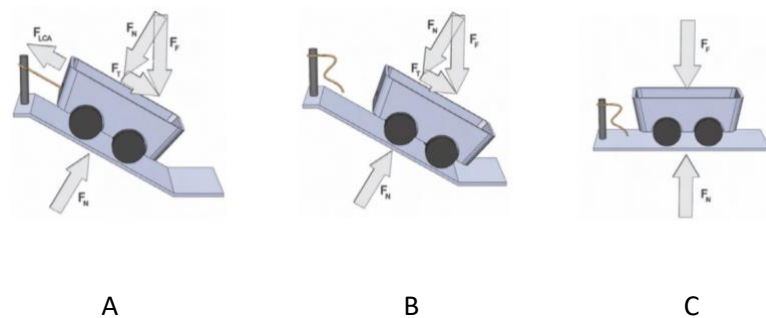
#### **5.5.3.2. OSTEOTOMÍA NIVELADORA DE LA MESETA TIBIAL (TPLO)**

Se trata de la técnica CTWO mejorada en 1993, ya que en la TPLO el tendón rotuliano no sufre el estrés que sufría con la CTWO. Además, en la técnica TPLO la rótula no cambia de posición ni el tendón rotuliano de inserción. (Rodríguez, J. et al., 2008) Se trata de una técnica que va dirigida tanto a razas pequeñas como grandes, las únicas limitaciones son que el ángulo de la

meseta tibial sea mayor de  $15^\circ$  y el animal tenga las líneas de crecimiento cerradas para no provocar deformaciones anatómicas. (Odders, Jessen y Lipowitz, 2004)

En la rodilla fisiológica, la meseta tibial no es perpendicular al eje longitudinal de la tibia, y entre el fémur y la tibia hay una fuerza que se propaga a la meseta tibial y es compensada por el LCCr. Para explicar esto existe el modelo del carrito, que refleja el fémur y la fuerza ejercida por éste a la tibia. El carrito está en una pendiente, que representa el plato tibial, y está sujeto por una cuerda, que simboliza el ligamento cruzado craneal. Este carrito tiene una fuerza vertical  $F_f$  y provoca una fuerza tangencial  $F_t$  (Figura A). En el momento que la cuerda se rompe, el carrito se deslizará (Figura 11 B), esto se compara con la rotura del ligamento cruzado craneal y es debido a que la fuerza que soporta el carrito es mayor que la que puede soportar el ligamento. (Berrío y Ochoa, 2009; De La Fuente, 2018).

Para evitar el deslizamiento del carrito, lo que se hará es eliminar la inclinación de la pendiente y que el carrito esté en un plano horizontal (Figura 11 C). Esto es lo que se hace con la TPLO, en vez de sustituir el LCCr, lo que se transformará será la inclinación de la meseta tibial. (Piermattei, Flo y DeCamp, 2006). (Figura 11.C)



*Figura 11. Modelo del carrito. En A el carrito con las fuerzas y la cuerda intacta. En B la cuerda se ha roto y el carrito se desliza. En C el carrito no se desliza porque esta en el plano horizontal. (Berrío. y Ochoa, 2009)*

Antes de empezar con la cirugía será necesario hacer unas mediciones prequirúrgicas. Se necesitará una plantilla de guía para la alineación de los huesos y que después de la osteotomía permitirá la rotación de la meseta tibial; una sierra birradial, que permite mayor estabilidad, ya que la cicatrización va a ser mayor; y unas placas de fijación tibial proximal. (Berrío y Ochoa, 2009)

La técnica de la TPLO es la siguiente:

1. Abordaje quirúrgico. Se realizará una artrotomía medial parapatelar. En este caso se si que será necesario retirar el LCCr dañado. Se apartarán las estructuras dejando a la vista el ligamento colateral medial. (Piermattei, Flo y DeCamp, 2006; Fossum et al., 2019)

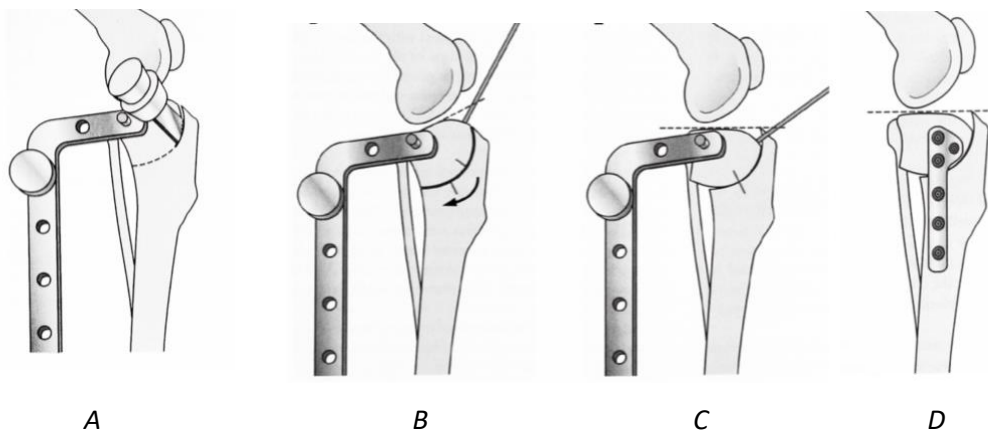
2. Colocación de la plantilla, de tal forma que quede perpendicular al eje longitudinal de la tibia, en su parte proximal y medial. Previamente se deben calcular los mm de desplazamiento que va a sufrir la meseta tibial.

Antes de la realización de la osteotomía, con un medidor de castroviejo se marcan los dos puntos que nos servirán de referencia para desplazar la distancia necesaria el fragmento tibial. (De La Fuente, 2018)

3. Osteotomía con la sierra birradial en el tercio proximal de la tibia (Figura 12 A). Con la ayuda de la plantilla, se gira el fragmento que se ha cortado, creando una angulación de 5 ° en la meseta tibial (Figura 12 B y C).

4. Estabilización mediante la placa de fijación. Se coloca la placa y se ponen los tornillos (Figura 12 D).

5. Los cuidados postoperatorios son como en los anteriores casos, reposo y control radiográfico a la 6ª y 8ª semana. (Piermattei, Flo y DeCamp, 2006) Además, la fisioterapia está muy recomendada en estos casos, para evitar la atrofia muscular. (Monk, Preston y McGowan, 2006)



*Figura 12. Técnica TPLO. En A se muestra la osteotomía con la sierra birradial. En B y C se puede observar como se gira el fragmento con ayuda de la guía. En D se encuentra la fijación final de la placa con los tornillos. (Berrío. y Ochoa, 2009)*

Dentro de las complicaciones de la TPLO podemos destacar la realización de una osteotomía con mala orientación o posición, que ésta a su vez puede causar otros problemas que tienen una

gravedad mayor, como la afección al eje de carga de la tibia que puede provocar una fractura ósea. (Lozier, 2004) También se puede dar una hemorragia intraoperatoria, aunque no es muy común, ya que si se hace una buena técnica y de forma cuidadosa los vasos no se suelen dañar. (Boudrieau, 2008) La mayoría de las complicaciones se pueden prevenir con los principios de asepsia y una correcta realización de la técnica. (Lozier, 2004)

### **5.5.3.3. AVANCE DE LA TUBEROSIDAD TIBIAL (TTA)**

La técnica de avance o adelantamiento de la tuberosidad tibial fue creada con el fin de que la meseta tibial quedara perpendicular al ligamento patelar (Figura 13). Slobodan Tepic y Pierre Montavon consiguieron esto en 2003, mediante la osteotomía de una porción de la tibia y la colocación de una cuña, adelantando la tuberosidad de la tibia de esta manera. (Rodríguez et al., 2008) Con la TTA evitaremos la fuerza que se produce de cizallamiento, gracias al cambio de geometría de la tibia proximal. (Boudrieau, 2008)



*Figura 13. Técnica TTA. (Fischer,2014)*

Al igual que pasaba con la TPLO, cuando la meseta tibial y el tendón rotuliano están perpendiculares, el LCCr ya no sufre ninguna carga. La diferencia entre ambas es que en la TTA la tuberosidad tibial se adelanta, mientras que en la TPLO gira la meseta tibial. (De La Fuente, 2018)

Podemos encontrar diferentes tipos de implantes, tanto biológicos como metálicos. (Bojrab y Monnet, 2011) Algunos estudios mostraron que el heteroimplante óseo de bovino proporciona muy buenos resultados para esta técnica, dando estabilidad a la rodilla, poco dolor y una cicatrización con una angulación cercana a 90°. (Pérez, Martínez y Cardona, 2021) Se necesitarán unas cuñas que son diferentes según la técnica y el paciente, unas placas y tornillos, unos distractores, una guía de corte, una sierra y un taladro. (De La Fuente, 2018)

Al igual que con la TPLO, antes del inicio de la cirugía se necesitará calcular la localización del corte con ayuda de la medición de la tangente común, que se realiza sobre una radiografía laterolateral de la rodilla. (De La Fuente, 2018)

Para la realización de la cirugía el animal deberá estar en decúbito lateral, con el lado afectado en contacto con la mesa.

1. Abordaje quirúrgico medial. Se comenzará en el tercio distal del fémur, en la zona pararrotuliana medial terminando en la diáfisis proximal de la tibia.
2. Localización de las inserciones del ligamento rotuliano y colateral medial de la tibia. Una vez visualizada la tuberosidad de la tibia, se buscan estas localizaciones, ya que a partir de ellas se trazará el punto que dará comienzo a la osteotomía y terminará al final de la tuberosidad tibial. Es importante que el corte se realice dejando dos tercios caudales al grosor del total de la tibia.
3. Realización de la osteotomía. Con la sierra oscilante se hará un corte longitudinal al tercio proximal de la tibia. A continuación, con la ayuda de un osteotomo se desprenderá parcialmente la sección osteomizada y se avanzará junto al ligamento patelar.
4. Colocación de la cuña y de los sistemas de anclaje. Se coloca la cuña en el espacio creado y se fija con diferentes tipos de anclajes de osteosíntesis, dependiendo de la técnica realizada.
5. Cuidados postoperatorios. Al igual que en la TPLO se realizará un vendaje, pero en este caso será necesario que el animal lo lleve durante tres días. Además, se le administrará la analgesia y antibioterapia que sea necesaria, y la realización de placas de control. (Castañón, 2015; De La Fuente, 2018)

Esta técnica también tiene limitaciones, como los pacientes que tienen una inserción baja del ligamento rotuliano, ángulo excesivo de la meseta tibial, deformidades angulares de las extremidades, entre otras.

Algunas complicaciones que puede tener esta técnica son: la fractura distal de la tuberosidad de la tibia, edema distal, luxación de la rótula o cojera, entre otras. La fractura de la tuberosidad es muy frecuente, generalmente se soluciona de forma espontánea creando un callo, como se muestra en la Figura 14. (De La Fuente, 2018)



*Figura 14. En la primera radiografía se puede observar la fractura distal de la tuberosidad tibial y en la segunda la formación de callo.*

#### **5.5.4. FISIOTERAPIA**

En muchas ocasiones después de la cirugía se recomienda la realización de rehabilitación, tanto por parte del propietario como en centros especializados en ello. Ya que los animales muestran una mejoría temprana en la flexión y extensión de la extremidad. (Monk, Preston y McGowan, 2006)

Los primeros días se centrarán principalmente en la administración de fármacos, según el paciente y la cirugía; los paseos deberán ser cortos y en terreno plano; los masajes y movimientos pasivos de flexión y extensión tendrán que ser pocas repeticiones. Estos ejercicios pueden hacer en centros de rehabilitación o por el propietario. Sin embargo, las sesiones de crioterapia, laserterapia o estimulación eléctrica neuromuscular en cuádriceps y bíceps femoral se tendrán que hacer en estos centros específicos.

Al cabo de cuatro días, se puede implementar la terapia con calor, ejercicios de equilibrio y la hidroterapia. Además, deberá incrementar las repeticiones de los ejercicios anteriormente nombrados.

A partir de la segunda semana, los fármacos ya no serían necesarios y las terapias con frío y calor se efectuarían en caso de que fueran precisas. En estas semanas se añadirán los ejercicios de obediencia (sentarse y levantarse), obstáculos y natación. Se incrementarán las repeticiones de forma paulatina, de este modo el animal irá recuperando la capacidad de movilidad de la extremidad.

Hasta la semana 6 el animal no realizará ejercicios de rampas, y es en la semana 12 cuando la mayoría de tratamientos ya no son necesarios. A partir de esta semana solo se realizarían los ejercicios en el agua, rampas, obstáculos, obediencia, equilibrio y paseos. (Fossum et al., 2019)

Aunque la velocidad de recuperación depende del paciente y de la resolución recibida, el orden de la rehabilitación es el mismo. A excepción de los casos de roturas parciales o de tratamiento convencional donde la cirugía no se ha realizado, que tendrán un protocolo diferente. Los paseos deberán de ser con correa, se realizarán ejercicios de equilibrio y ejercicios que fortalezcan la musculatura. Las técnicas de propiocepción y electroestimulación también están recomendadas en estos casos. Además, habrá que explicar a los dueños las limitaciones que tendrá su animal, ya que no podrá correr en exceso y tendrá que evitar los saltos. (McGowan, Goff y Stubbs, 2007)

## **6. CONCLUSIONES**

1. La rotura de ligamento cruzado craneal es una lesión muy frecuente en los perros en la actualidad. Y aunque no se sabe con seguridad la causa, se trata de una afección que tiene muchos factores predisponentes.
2. Mediante una buena exploración estática y dinámica, junto con las pruebas de cajón directo y compresión tibial y unas radiografías, se puede diagnosticar en la gran mayoría de los casos la ruptura de LCCr. No hace falta un equipo muy avanzado para su diagnóstico
3. Los tratamientos quirúrgicos son más recomendados que los conservadores (rodillera, medicación o fisioterapia en exclusividad)
4. Tanto técnica Evolig® como la de sutura lateral extracapsular buscan estabilizar la articulación de la rodilla desde un punto de vista mas fisiológico, aprovechando los puntos isométricos anatómicos de la rodilla. Mientras que, en las técnicas modificadoras de la biomecánica, lo que buscan es estabilizar la rodilla modificando anatómicamente la angulación de la meseta tibial respecto al ligamento rotuliano.
5. Con la técnica Evolig® y la técnica de sutura lateral extracapsular los tiempos de recuperación y reposo son menores que con las técnicas modificadoras de la biomecánica. Además, normalmente no necesitan controles radiológicos posteriores.
6. La resolución quirúrgica junto con la rehabilitación mejora la recuperación del animal y disminuye la posibilidad de atrofia muscular y retrasan el desarrollo de artrosis.

### **6.1. CONCLUSIONS**

1. Nowadays, cranial cruciate ligament rupture is a very common injury in dogs. Although the cause is not known for sure, it is a condition that has many risk factors.



2. A good static and dynamic examination, with cranial draw test and tibial compression test and radiographs, can diagnose cranial cruciate ligament rupture in the majority of cases.
3. The surgical treatments are more recommended than the conservative ones (knee brace, medication or physiotherapy in exclusivity).
4. Evolig® and extracapsular lateral suture techniques aim to stabilize the knee joint from a more physiological point of view, taking advantage of the anatomical isometric points of the knee. Whereas, in biomechanical modifying techniques, the aim is to stabilize the knee by anatomically modifying the angulation of the tibial plateau with respect to the patellar ligament.
5. With the Evolig® technique and the extracapsular lateral suture technique, recovery and rest times are shorter than biomechanical modifying techniques cases. In addition, they don't require subsequent radiological controls.
6. Surgical resolution with rehabilitation improves the animal's recovery and reduces the possibility of muscle atrophy and delays the development of osteoarthritis.

## **7. VALORACIÓN PERSONAL**

Con este trabajo he aprendido a como realizar un documento bibliográfico y a referenciarlo de forma correcta.

Elegí este tema porque entraba en una especialidad por la que tenía mucho interés, además durante las prácticas de verano viví en persona lo frecuente que es esta lesión. Debido a esto me interesé cada vez más y me llevó a hacer este trabajo enfocado a la rotura del ligamento cruzado craneal.

Además de aprender su diagnóstico con este trabajo, he podido entender que en la actualidad hay muchos tratamientos y depende del animal se pueden aplicar unos u otros.

Por último, debido a los casos que vi en la clínica pude entender con mayor facilidad las radiografías y los tratamientos quirúrgicos.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amis, A. A., Bull, A. M. J., Gupte, C. M., Hijazi, I., Race, A. Y Robinson, J. R. (2003). “ Biomechanics of the PCL and related structures: posterolateral, posteromedial and meniscofemoral ligaments”. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 11, pp. 271-281. DOI: 10.1007/s00167-003-0410-7

Benjamin, M. y Ralphs, J. R. (1997). “Tendons and ligaments- an overview”. *Histol Histopathol*, 12, pp. 1135-1144. DOI: 10.14670/HH-12.1135

Berrío, A. M. y Ochoa, J. J. (2009). “TPLO- Osteotomía niveladora del plato tibial. Tratamiento quirúrgico para la rotura del ligamento cruzado anterior en caninos”. *Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 4 (2), pp. 161- 173. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321428102016> [ Consultado 27 – 10- 2023]

Bojrab, M.J. y Monnet, E. (2011). *Mecanismos de enfermedades en cirugía de pequeños animales*. (3ª ed.). Buenos Aires: InterMédica

Bonastre, C. (2012). *Estudio clínico de los cambios osteoartrosicos 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. Universidad de Extremadura

Boudrieau, R. J. (2008). “Tibial Plateau Leveling Osteotomy or Tibial Tuberosity Advancement?”, *Veterinary Surgery*, 38 (1), pp. 1- 22. DOI: 10.1111/j.1532-950X.2008.00439.x

Bubenik, L. J., Johnson, S.A., Smith, M.M., Howard, R.D. y Broadstone, R.V. (2002). “Evaluation of lameness associated with arthroscopy and arthrotomy of the normal canine cubital joint.” *Vet Surg*, 31(1), pp. 23- 31. DOI: 10.1053/jvet.2002.29460

Cañadillas, A., Frías, C. y Rodríguez, J. (2022). *Cirugía en la clínica de pequeños animales. Ortopedia* (1ªed.) Zaragoza: Grupo ASis Biomedica SL

Castañón, F. (2015). *Estudio comparativo de las técnicas quirúrgicas, TTA clásica Securos, TTA Porus y TTA Porus con PRP, para el tratamiento de la rotura del ligamento cruzado anterior en perros*. Tesis doctoral. Universidad de León

Comerford, E. J., Tarlton, J. F., Innes, J. F., Johnson, K. A., Amis, A. A., y Bailey, A. J. (2005). “Metabolism and composition of the canine anterior cruciate ligament relate to differences in

knee joint mechanics and predisposition to ligament rupture.” *Journal of orthopaedic research*, 23(1), pp. 61-66. DOI: 10.1016/j.orthres.2004.05.016

Comerford, E.J., Smith, K. y Hayashi, K. (2011). “Update on the aetiopathogenesis of canine cranial cruciate ligament disease”. *Vet. Comp. Orthopaed*, 24 (2), pp. 91-98. DOI: 10.3415/VCOT-10-04-0055

Comerford, E.J., Tarlton, J.F., Avery, N.C., Bailey, A. J. e Innes J.F. (2006). “Distal femoral intercondylar notch dimensions and their relationship to composition and metabolism if the canine anterior cruciate ligament”. *Osteoarthritis and cartilage/OARS, Osteoarthritis Research Society*, 14 (3), pp. 273-278. DOI: 10.1016/j.joca.2005.09.001

Cook, J.L., Luther, J.K., Beetem, J., Karnes, J., Cook, C.R. (2010) “Clinical comparison of a novel extracapsular stabilization procedure and tibial plateau leveling osteotomy for treatment of cranial cruciate ligament deficiency in dogs.” *Vet Surg* ; 39 (3), pp. 315–323. DOI: 10.1111/j.1532-950X.2010.00658.x

De La Fuente, J. (2018). “El problema está en la rodilla... ¿Cómo lo resuelvo? TPLO, TTA, CTWO, Luxación de rótula.”, *I Curso Práctico monográfico de rodilla*. Amurrio (Alava), 30 de noviembre y 1 de diciembre 2018

Evans, H.E. y de Lahunta, A. (2002) *Miller’s Anatomy of the dog*. (4th ed.) St.Louis, Elsevier Saunders

Fischer, C. (2014) “Ruptura del ligamento cruzado craneal en perros”. *Rev CES Med Zootec.*, 9(2), pp. 324-337. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5450412> [ Consultado 13-09-2023]

Fossum, T.W., Cho, J., Dewey, C.W, Hayashi, K., Huntingford, J.L., MacPhail, C.M., Quandt, J.E., Radinsky, M.G., Schulz, K.S., Willard, M. D. y Yu-Speight, A (2019). *Small Animal Sugery*. (5ªed.) Philadelphia: Elsevier

Fossum, T.W., Hedlund, C.S., Jhonson, A.L., Schulz, K.S., Seim, H.B., Willard, M.D., Bahr, A. Y Carroll, G.L. (2009) *Cirugía en pequeños animales*. (3ªed.) Barcelona: Elsevier España S.L.

Fritsch, R. y Gerwing, M. (1996). *Ecografía de perros y gatos*. (1ª ed.) Zaragoza: Acribia SA

Harasen G. (2010). "Walking the tightrope." *Can Vet J* , 51(10), pp. 1167-1168. Disponible en: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2942061/pdf/cvj\\_10\\_1167.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2942061/pdf/cvj_10_1167.pdf) [Consultado 27-10-2023]

Houlton, J., Cook, J., Innes, J. y Langley-Hobbs, S. (2006). *BSAVA Manual of Canine and Feline Musculoskeletal Disorders*. (1ªed.) England: British Small Animal Veterinary Association

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), pp. 111- 125. DOI:10.1111/j.1532-950X.2007.00361.x

Kowaleski, M.P., Boudrieau, R.J., Pozzi, A., Tobias, K.M. y Johnston, S. A. (2017). *Stifle joint*. (2ª ed.) St Louis: Elsevier

Laborda, J., Gil, J., Gimeno, M., Nuviala, J. y Unzueta, A. (2019). *Atlas de artrología del perro*. (1ª ed.) Zaragoza: Servet

Laboureau, J. P. (2020). Evolig Synthetic Ligaments. Disponible en: <https://evolig.com/tecnica-abierta/> [Consultado 9-10-2023]

López, M. J., Markel, M.D., Kalscheur, V., Lu, Y. y Manley, P.A. (2003). "Hamstring graft technique for stabilization of canine cranial cruciate ligament deficient stifles." *Vet Surg.*, 32(4), pp. 390-401. DOI: 10.1053/jvet.2003.50042

Lozier, S. (2004). "TPLO complications, causes and solutions" *12ª ESVOT Congress*. Munich, 10 - 12 septiembre 2004

Martínez- Martínez, M. M., Pérez -Berrio, D.M. y Savassi- Rocha, G. L. (2023). "Sutura fabelo-tibial con tunelización de plato para tratar ruptura de ligamento cruzado craneal en perro". *Revista MVZ Córdoba*, 28 (3), pp. 1-8. DOI: 10.21897/rmvz.3255

McGowan, C., Goff, L. y Stubbs, N. (2007). *Animal physiotherapy assessment, treatment and rehabilitation of animals*. (1ª ed.) Oxford: Wiley Blackwell

Mölsä, S. H., Hyytiäinen, H. K., Hielm-Björkman, A.K. y Laitinen-Vapaavuori, O.M. (2014). "Long-term functional outcome after surgical repair of cranial cruciate ligament disease in dogs." *BMC Vet Res*, 10 (266), pp. 1-11. DOI: 10.1186/s12917-014-0266-8

Monk, M., Preston, C. y McGowan, C. (2006). "Effects of early intensive postoperative physiotherapy in limb function after tibial plateau leveling osteotomy in dogs with deficiency of cranial cruciate ligament". *American Journal of Veterinary Research*, 67(3), pp. 529- 536. DOI: 10.2460/ajvr.67.3.529

Musté, R.M. (2013). *Análisis comparativo de la rigidez al desplazamiento antero-posterior de la rodilla canina completa, rodilla con rotura del ligamento cruzado anterior y rodilla reparada con la técnica de avance de la tuberosidad tibial*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica De Cataluña

Odders, J., Jessen, C. y Lipowitz, A. (2004). "Sequential measurements of the tibial plateau angle in large-breed, growing dogs". *American Journal of Veterinary Research*, 65 (4), pp. 513- 518. DOI: 10.2460/ajvr.2004.65.513

Pagès G. (2013). *Contribution à l'étude du traitement chirurgical de la rupture du ligament croisé crânial chez le chien: étude de la récupération de la fonction locomotrice après une intervention par la technique StifTM*. Tesis doctoral. Université Claude-Bernard, Lyon

Panesso, M. C., Trillos, M.C. y Guzmán, I. T. (2008). *Biomecánica clínica de la rodilla*. (1ª ed.) Colombia: Universidad del rosario

Pérez, D.M., Martínez, M.M. y Cardona, J.A. (2021). "Advance of tibial tuberosity with bone heteroimplant for previous crossed ligament in canine." *Med Vet Zoot.*, 68 (1), pp. 19-36. DOI: 10.15446/rfmvz.v68n1.97249

Piermattei, D. y Flo, G. (1999). *Ortopedia y reparación de fracturas de pequeños animales*. (3ª ed.) Madrid: McGRAW-HILL

Piermattei, D., Flo, G. y DeCamp, C. (2006). *Handbook of small animal orthopedics and fracture repair*. (4ª ed). Estados Unidos: Elsevier

Pozzi, A., Hildreth B.E. 3<sup>rd</sup> y Rajala-Schultz (2008). "Comparison of arthroscopy and arthrotomy for diagnosis of medial meniscal pathology" *Vet. Surg*; 37(8), pp. 749-755. DOI: 10.1111/j.1532-950X.2008.00442.x

Rios, G. (2021). *Técnica de sustitución de ligamento intracapsular con ligamento sintético como tratamiento de la rotura del ligamento cruzado anterior (LCA) en caninos*. Informe final. Universidad Nacional de Río Negro

Rodríguez, J., Jiménez, A., San Román, F. y Guerrero, T. (2008) "Rotura del ligamento cruzado en el perro, signos clínicos, diagnóstico y tratamiento." *Canis et felis*, 95, pp. 6-26. DOI: 10.5167/uzh-9346

Saldivia, M. (2018). "Descripción morfológica y biomecánica de la articulación de la rodilla del canino (*Canis lupus familiaris*)." *CES Med. Zotec.*, 13(3), pp. 294-307. DOI: 10.21615/cesmvz.13.3.1

Sanchez- Valverde, M. A. (1997). *Traumatología y ortopedia de pequeños animales*. (1ª ed.). Madrid: McGRAW-HILL- INTERAMERICANA

Sellon, D. y Marcellin- Little, D. (2022). "Risk factors for cranial cruciate ligament rupture in dogs participating in canine agility". *BMC Veterinary Research*, 18(39), pp. 1-12. DOI: 10.1186/s12917-022-03146-2

Silva, R.F., Carmona, J.U. y Rezende, C.M.F. (2013). "Características radiográficas, artroscópicas y biomecánicas de perros con ruptura del ligamento cruzado anterior." *Arch. med. vet.* 45 (1), pp. 53-58. DOI: 10.4067/S0301-732X2013000100009

Slatter, D. (2003). *Textbook of small animal surgery*. (3ª ed). Philadelphia: Elsevier Science

Soler, M. (2003). *Diagnóstico por imagen de la articulación de la rodilla en la especie canina*. Tesis doctoral. Universidad de Murcia

Sopena, J. J., Carrillo, J. M., y Argibay, V. (2020). "Nuevas técnicas de reparación de la rotura del ligamento cruzado craneal en el perro." *Selecciones Veterinarias*, 28 (27), pp. 1- 12. Disponible en: <https://www.seleccionesveterinarias.com/revistas/volumen-28-numero-27/> [ Consultado 5-10-2023]

Spinella, G., Arcamone, G. y Valentini, S. (2021). "Cranial Cruciate Ligament Rupture in Dogs: Review on Biomechanics, Etiopathogenetic Factors and Rehabilitation." *Veterinary Sciences*, 8(9), pp. 186. DOI: 10.3390/vetsci8090186

Tobias, K. y Johnston, S. (2012). *Veterinary Surgery: Small Animal*. (2ª ed.) Canada: Elsevier

Todorovic, A., Lazarevic, M., Mitrovic, M., Krstic, N., Van Bree, H. y Gielen, I. (2022). "The Role of Tibial Plateau Angle in Canine Cruciate Ligament Rupture- A Review of the Literature". *Vet Comp Orthop Traumatol*, 35, pp. 351-361. DOI: 10.1055/s-0042-1750316

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 Compoarative Orthopaedics and Traumatology*, 24 (03), pp. 167-177. DOI: 10.3415/VCOT-10-06-0084

Torres, B.T. (2020). *Canine Lameness*. (1ª ed.) Hoboken: Wiley- Blackwell

Valiño, M. V. (2023). *Resolución de la rotura del ligamento cruzado craneal en el perro mediante avance de la tuberosidad tibial con un implante de acido poliláctico*. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela

Vasseur, P. B. (1985). "Clinical results following nonoperative management for rupture of the cranial cruciate ligament in dogs". *Veterinary Surgery*, 13 (4), pp. 243- 246. DOI:10.1111/j.1532-950X.1984.tb00801.x

VATUC ACADEMY. (2021) *Conoce la técnica del Evolic® para la reconstrucción de LCA*. [Youtube]. 18 de noviembre. Disponible en: [https://www.youtube.com/watch?v=8\\_34O-HA8Zc&t=2034s](https://www.youtube.com/watch?v=8_34O-HA8Zc&t=2034s) [Consultado 12- 10- 2023]

Vérez-Fraguela, J.L., Köstlin, R., Latorre, R., Climent, S., Sánchez, F.M. y Usón, J. (2016). *Patologías ortopédicas de la rodilla*. (1ª ed.) Zaragoza: Servet

Wessely, M., Reese, S. y Schnabl-Feichter, E. (2017) "Aetiology and pathogenesis of cranial cruciate ligament rupture in cats by histological examination." *Journal of Feline Medicine and Surgery*.;19(6), pp. 631-637. DOI:10.1177/1098612X16645142

Wilke, V.L., Robinson, D.A., Evans, R.B., Rothschild, M.E., Conzemius, M.G. (2005). "Estimate of the annual economic impact of treatment of cranial cruciate ligament injury in dogs in the United States". *J Am Vet Med Assoc.*, 227(10), pp. 1604–1607. DOI: 10.2460/javma.2005.227.1604