



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de Grado en Veterinaria

COMPARACIÓN DE TÉCNICAS EXTRACAPSULARES Y DE
ADELANTAMIENTO DE LA TUBEROSIDAD TIBIAL EN ROTURAS DEL
LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR.

COMPARISON BETWEEN EXTRACAPSULAR TECHNIQUES AND TIBIAL
TUBEROSITY ADVANCEMENT IN CRANIAL CRUCIATE LIGAMENT
RUPTURE.

Autor/es

MAITE PARDO BARRAGÁN

Director/es

AZUCENA GÁLVEZ TORRALBA

Facultad de Veterinaria

2016

ÍNDICE

• Resumen	2-3
• Introducción	3-8
1. Fisiología del ligamento cruzado anterior	3-4
2. Patogenia de la rotura del ligamento cruzado anterior	4-5
3. Diagnóstico de la rotura del ligamento cruzado anterior	5-6
4. Tipos de técnicas quirúrgicas	6-7
5. Cirugía del menisco	8
• Justificación y objetivos	8
• Metodología	8-9
• Resultados	9-28
1. Descripción de técnicas	9-17
▪ Técnicas extracapsulares	10-12
▪ Técnicas modificadoras de la biomecánica de la rodilla	12-17
2. Complicaciones de las técnicas	17-22
▪ Complicaciones de las técnicas extracapsulares	17
▪ Complicaciones TTA	17-19
▪ Complicaciones TPLO	19-22
3. Comparación de técnicas	22-27
4. Preferencias según cirujano de las técnicas	27-28
• Discusión	28-31
• Conclusiones	31-32
• Valoración personal	32
• Bibliografía	32-35

ÍNDICE DE ABREVIATURAS:

- LCA: Ligamento cruzado anterior
- TWO: Tibial Wedge Osteotomy (Osteotomía en cuña para la nivelación de la meseta tibial)
- TPLO: Tibial Plateau Leveling Osteotomy (Osteotomía de nivelación de la meseta tibial)
- TTA: Tibial Tuberosity Advancement (Adelantamiento de la tuberosidad tibial)
- TTO: Triple Tibial Osteotomy (Triple osteotomía de la rodilla)
- TR: TightRope
- ETC: Empuje Tibial Craneal

RESUMEN

La ruptura del ligamento cruzado anterior es una de las causas más comunes de cojera en perros, produciendo inestabilidad articular lo que conlleva una degeneración de la rodilla afectada. El diagnóstico se basa principalmente en el examen ortopédico, siendo la prueba de cajón positiva la más relevante para detectar la rotura total del ligamento.

En los últimos años se han descrito un gran número de tratamientos quirúrgicos con el fin de estabilizar la rodilla afectada. Dichos tratamientos pueden dividirse en intracapsulares, extracapsulares y osteotomías de la tibia proximal. A pesar del gran desarrollo científico realizado en los últimos años respecto a dicha patología, no existe un tratamiento que evite el desarrollo de patologías secundarias a la ruptura del ligamento cruzado anterior como son la artrosis articular y las lesiones en los meniscos. Debido a esto se continúa con la investigación de futuras técnicas que prevengan estas patologías secundarias.

El objetivo de este trabajo es comparar las técnicas más utilizadas en la actualidad, conociendo las complicaciones subsecuentes de dichas técnicas y comparándolas entre ellas. Para ello se realiza una revisión bibliográfica de la patología del ligamento cruzado anterior, prestando especial atención a la búsqueda de las técnicas más comúnmente citadas en la bibliografía y buscando artículos que comparen las técnicas entre sí y además estudien las complicaciones de cada técnica.

Los resultados de esta búsqueda son que hasta el momento no se ha demostrado la superioridad de una técnica respecto a otra en términos de mejora de la inestabilidad articular y desarrollo de osteoartrosis.

Como conclusión, la decisión final de que técnica realizar generalmente se toma en función de las preferencias del cirujano y el coste económico que supone para el propietario.

COMPARISON BETWEEN EXTRACAPSULAR TECHNIQUES AND TIBIAL TUBEROSITY ADVANCEMENT IN CRANIAL CRUCIATE LIGAMENT RUPTURE.

Rupture of the cranial cruciate ligament is one of the most common causes of lameness in dogs. It generates joint instability, leading to a degeneration of the affected knee. The diagnosis is primarily based on orthopedic examination; a positive drawer test is relevant to detect total rupture of the ligament.

Many surgical procedures have been described to stabilize the affected knee in the last years. Such treatments can be divided into intra-capsular, extra-capsular and proximal tibial osteotomies. Despite important scientific developments in recent years regarding this disease, there is no treatment to prevent secondary diseases following the rupture of the cranial cruciate ligament, such as osteoarthritis and meniscus injuries. Due to this, there has to be a continued investigation about future techniques which will prevent these secondary pathologies.

The aim of this job is to compare the most common used techniques in the actuality, knowing its complications and making a comparison between them. For that, we make a bibliographic research of the cranial cruciate ligament rupture, making special attention in the research of the most common used techniques and looking for studies which compare them and also looking for articles which compare the complications after the surgery with these techniques.

The result of this research shows that, at this time, there is not superiority between techniques in terms of better stability articular and subsequent osteoarthritis.

In conclusion, the decision of what technique choose for treatment of cranial cruciate ligament rupture is taken with surgeon's preferences and cost of the surgery for the owner.

INTRODUCCIÓN

1. FISIOLÓGÍA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR:

La rotura del ligamento cruzado anterior (LCA) es una de las patologías más comunes en el perro (Imagen 1) y la causa más frecuente de artrosis degenerativa secundaria en la articulación de la rodilla (Rodríguez et al., 2008). La rotura del ligamento cruzado anterior es, en general, un problema multifactorial que requiere un gran entendimiento de la biomecánica de la articulación de la rodilla y debe ser entendido en función de la conformación del paciente (Jerram et al., 2003). Las lesiones del ligamento cruzado craneal son desgarros completos o parciales del ligamento o avulsiones de su origen o su inserción (Fossum et al., 2009).

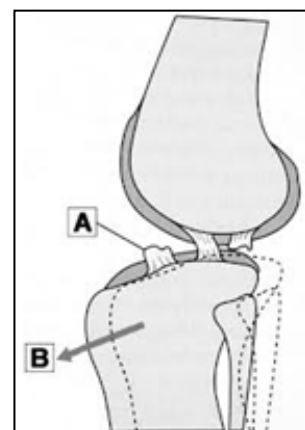


Imagen 1: Rotura del Ligamento Cruzado Anterior. La letra A señala la rotura del ligamento y la letra B la dirección del movimiento anormal. (Fossum et al., 2009)

Desde Carlin en 1926, pasando por multitud de cirujanos veterinarios como: Paatsama 1952 (pionero en reparación intracapsular); Johnson 1960 (utilizando nylon, fascia, piel...); Hohn 1967 (primeras técnicas extracapsulares); Arnoczky 1979 (técnica over the top); Olmstead 1993 (técnica extracapsular con alambre de acero); Slocum 1993 (nivelación de la meseta tibial), llegamos a nuestros días en los que la reparación de estas estructuras está al alcance de la mayoría de los clínicos con las técnicas citadas y con las modificaciones que han ido apareciendo de las mismas (Martínez et al., 1998). Sin embargo ninguna técnica consigue evitar la posterior osteoartrosis, de ahí que sigan surgiendo modificaciones de las técnicas buscando la mejor manera de solucionar este problema y conseguir que la rodilla afectada no sufra cambios degenerativos como la osteoartrosis.

La estabilidad de la articulación de la rodilla se consigue mediante los ligamentos cruzados craneal y caudal, el ligamento rotuliano, el cuádriceps, los ligamentos colaterales medial y lateral, los meniscos medial y lateral y la cápsula articular. El ligamento cruzado anterior se origina en la faceta caudomedial del cóndilo femoral lateral y cruza el surco intercondíleo para insertarse en la parte craneal del área intercondilar de la tibia. El ligamento cruzado caudal se origina en la faceta lateral del cóndilo femoral medial y cruza caudodistalmente a la inserción del poplíteo en la tibia. Los meniscos son discos fibrocartilaginosos semilunares localizados entre los cóndilos femorales y la meseta tibial. Los meniscos proporcionan estabilidad y lubricación a la articulación y parece que juegan un papel importante en la propiocepción. Están unidos a la meseta tibial mediante ligamentos craneales y caudales y el menisco lateral además está unido al fémur (Jerram et al., 2003).

Las funciones del ligamento cruzado anterior (LCA) son limitar la rotación interna de la tibia y el desplazamiento craneal de la tibia con respecto al fémur y prevenir la hiperextensión de la rodilla (Fossum et al., 2009).

2. PATOGENIA DE LA ROTURA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR:

La patogenia de la rotura del ligamento cruzado se puede dividir en cuatro grupos en función del tamaño del perro y la edad (Jerram et al., 2003):

- Razas miniatura o toy de mediana edad: presentan rotura del ligamento cruzado anterior tras ejercicio medio a moderado y secundario a luxación rotuliana medial.
- Razas medianas y grandes, activas y atléticas: sufren rotura traumática del ligamento cruzado anterior tras trabajo o ejercicio extenuante.

- Razas grandes, jóvenes con malformaciones: presentan cojera tras actividad suave o moderada, el ligamento cruzado se daña a causa de una malformación en la estructura de la rodilla.
- Razas medias y grandes, de mediana edad, perros con historial previo de cojera por daño pelviano que muestran mayor cojera tras ejercicio medio: degeneración del LCA como consecuencia de la cojera por el daño pelviano dado que caminan con una hiperextensión de la rodilla que aumenta ligeramente la inclinación de la meseta tibial.

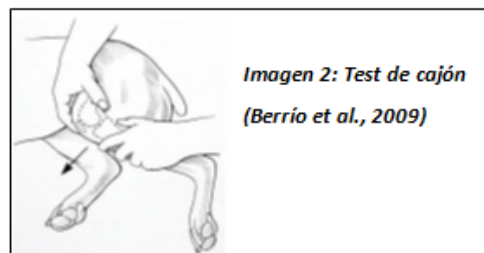
Todas las razas y todas las edades pueden presentar esta patología pero es rara en animales de menos de un año y la incidencia aumenta a partir de los 6 años (Martínez et al., 1998; Fossum et al., 2009; Fischer, 2014).

3. DIAGNÓSTICO DE LA ROTURA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR:

La cojera debido a la rotura del ligamento cruzado anterior varía en función del tiempo que haya pasado tras la rotura y el grado de daño del ligamento y menisco. Inmediatamente tras la rotura del LCA se produce inflamación aguda y hemoartrosis y se presenta generalmente cojera de no apoyo. Tras unas 2-3 semanas la inflamación disminuye y los perros afectados muestran una ligera mejoría pero pueden mostrar periodos de cojera intermitente por la inestabilidad de la articulación. Con el tiempo, se produce un incremento gradual de la cojera como consecuencia del daño del menisco y los cambios degenerativos que tienen lugar en la articulación (Jerram et al., 2003).

Clásicamente, el diagnóstico de la rotura del ligamento cruzado anterior (LCA) se hace mediante la palpación de la extremidad afectada, realizando dos pruebas ortopédicas de rutina:

- Test de cajón anterior (Imagen 2): Es el signo extensor positivo. Nos marca el desplazamiento anterior o posterior de la tibia sobre los cóndilos femorales. Se debe llevar a cabo con el animal relajado o anestesiado (Martínez et al., 1998). Se realiza con la rodilla en ligera flexión colocando el dedo índice y pulgar de una mano, craneal a la cresta tibial y caudal a la cabeza del peroné; y el dedo índice y pulgar de la otra mano, craneal a la rótula y caudal al sesamoideo lateral de los gastrocnemios y se intenta desplazar la tibia hacia craneal.



Dicha prueba se considera positiva y patognomónica de rotura de LCA cuando la tibia se desplaza hacia delante y el cóndilo femoral medial aplasta el asta posterior del menisco medial.

- Test de compresión tibial (Imagen 3): se lleva a cabo realizando una flexión tarsiana con una mano mientras se mantiene la rodilla fija situando el índice de la otra mano sobre el tendón rotuliano, hasta descansar la yema en la cresta tibial. Si el ligamento está roto, la tibia se desplaza hacia delante ligeramente. Indicada en caso de duda en animales musculosos o que están con mucha tensión. Es más fácil obtener una prueba de compresión tibial positiva que una prueba del cajón positiva (Fossum et al., 2009).



El diagnóstico es sobre todo clínico, en la radiografía no se observa el ligamento pero podemos apreciar lo que produce el ligamento roto, que sería artrosis si es crónico y efusión sinovial que se ve desde el principio. Si hacemos una radiografía de estrés (test de cajón), sí que podemos llegar a ver la tibia desplazada, pero es difícil. La radiografía de la rodilla contralateral puede ser útil para hacer la comparación.

Se pueden utilizar también ultrasonidos pero no es lo común. La técnica de elección en medicina humana es la resonancia magnética pero debido a su alto coste no se realiza de rutina en medicina veterinaria. Por último se puede utilizar artroscopia para confirmar el diagnóstico de rotura del LCA, pero dada la necesidad de equipamiento especializado y de un correcto entrenamiento para realizarla, esta se usa para valorar el estado de los meniscos previo a la cirugía más que para diagnosticar la rotura de LCA (Jerram et al., 2003).

4. TIPOS DE TÉCNICAS QUIRÚRGICAS:

Se han descrito numerosas técnicas diferentes para el tratamiento de la rotura de LCA. Se debe recomendar la estabilización quirúrgica de todo paciente que sufra rotura de LCA. El tratamiento quirúrgico es el tratamiento de elección, cualquiera que sea el peso del animal. Independientemente de la técnica empleada aproximadamente un 85% de los perros muestran mejoría clínica, pero algunos de ellos muestran dolor de rodilla o cojera intermitente (Jerram et al., 2003).

Las técnicas quirúrgicas se dividen en tres grandes grupos (Rodríguez et al., 2008) (Tabla I):

- Técnicas extracapsulares: Incluyen la colocación de suturas fuera de la articulación o el cambio de dirección del ligamento colateral lateral para sustituir la función del LCA.
- Técnicas intracapsulares: Consisten en la colocación de un tejido o implante a través de la articulación, en la misma dirección que ocupaba el LCA original para cumplir su función.
- Técnicas modificadoras de la biomecánica de la rodilla: estabilizan la relación anatómica y biomecánica entre la tibia (meseta tibial) y el fémur, mediante osteotomías, con el fin de evitar el desplazamiento craneal de la tibia durante el empleo de la extremidad.

EXTRACAPSULARES	<ul style="list-style-type: none"> • Técnica de imbricación • Técnicas del refuerzo del retináculo • Trasposición de la cabeza del peroné • Trasposición del músculo bíceps femoral
INTRACAPSULARES	<ul style="list-style-type: none"> • Técnica de tunelización de Paatsama • Sustitución del ligamento con fascia lata y ligamento rotuliano: <ul style="list-style-type: none"> ○ Técnica Over-the-top (técnica del tendón rotuliano sobre el cóndilo lateral) ○ Técnica Under-and-over o técnica de Hulse modificada
MODIFICADORAS DE LA BIOMECÁNICA	<ul style="list-style-type: none"> • Osteotomía en cuña para la nivelación de la meseta tibial (TWO, de las siglas en inglés “Tibial Wedge Osteotomy”) • Osteotomía de nivelación de la meseta tibial (TPLO, de las siglas en inglés de “Tibial Plateau Leveling Osteotomy”) • Adelantamiento de la tuberosidad tibial (TTA, de las siglas en inglés “Tibial Tuberosity Advancement”) • Triple osteotomía de la rodilla (TTO, de las siglas en inglés “Triple Tibial Osteotomy”)

Tabla I: Principales técnicas quirúrgicas empleadas en el tratamiento de la rotura de LCA. (Rodríguez et al., 2008)

5. CIRUGIA DEL MENISCO:

El daño del menisco medial es común en perros con rotura del ligamento cruzado anterior. El tratamiento conservador no se recomienda ya que un desgarro de menisco no tratado quirúrgicamente da lugar a un continuo dolor de rodilla y cojera tras la cirugía del LCA. La visualización de ambos meniscos es un aspecto crítico de la cirugía del LCA, independientemente de la técnica utilizada. La menisectomía parcial confiere un mejor soporte del cartílago articular y es más recomendada que la menisectomía total ya que retirar completamente el menisco medial da lugar a inflamación de la rodilla y aumento de los cambios degenerativos de la articulación. Por ello es muy importante en la cirugía visualizar el daño de los meniscos y, en caso de que exista, realizar una menisectomía preferiblemente parcial (Jerram et al., 2003).

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS:

La rotura del ligamento cruzado anterior (LCA) es una de las patologías más frecuentes en la clínica de pequeños animales, es la principal patología de rodilla de los perros y presenta una alta incidencia en perros de todas las edades y razas.

En la actualidad existen un gran número de técnicas distintas que se pueden realizar para mejorar la inestabilidad de la rodilla tras la rotura del LCA, hay muchas técnicas y variaciones dentro de cada técnica pero no se sabe qué técnica es mejor que las demás para la resolución de esta patología y manejo de la osteoartritis consecuente a la rotura del ligamento cruzado anterior.

El objetivo del trabajo es conocer mejor los grupos más importantes de técnicas utilizadas en el día a día de un clínico de pequeños animales mediante una revisión bibliográfica, así como encontrar comparaciones entre dichas técnicas y las complicaciones que surgen tras los procedimientos realizados en una u otra cirugía.

METODOLOGÍA:

Como método utilizado para conocer la información sobre las técnicas y realizar la comparación entre ellas se establecen revisiones bibliográficas en diferentes fuentes. La búsqueda comienza en el catálogo Alcorze de la Universidad de Zaragoza, estableciendo como

criterio de búsqueda: *Comparison between surgical techniques in cranial cruciate ligament disease*, posteriormente se recopila información por separado de las técnicas quirúrgicas utilizando el mismo catálogo y estableciendo como criterio de búsqueda: *TTA , extracapsular surgical techniques for cranial cruciate ligament disease y tibial plateau leveling osteotomy*.

Se continúa la búsqueda en plataformas virtuales como Pubmed, Science direct y Medline, utilizando los mismos criterios de búsqueda que en Alcorze.

Dado que muchos de los artículos relacionados con este tema no son de libre acceso también se realiza una búsqueda en las revistas que se encuentran en la Facultad de Veterinaria como son *Canis et Felis* y *VTOC: Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*.

Como criterio de exclusión se eliminan aquellos estudios realizados in vitro, basándose por tanto este trabajo en la comparativa de técnicas empleadas en estudios con perros vivos. También se excluyen los trabajos sobre preferencias de técnicas anteriores al año 2010, para dar un valor más actual al estudio.

La distribución del trabajo comprende primero una introducción básica sobre la patología del ligamento cruzado pasando posteriormente a la descripción de las técnicas de mayor uso según la bibliografía consultada, complicaciones tras la realización de una u otra técnica y comparaciones entre ellas.

RESULTADOS:

1. DESCRIPCIÓN DE TÉCNICAS:

Según la bibliografía consultada las técnicas quirúrgicas más utilizadas para corregir la inestabilidad producida por la rotura del ligamento cruzado anterior son reparación extracapsular (entre las que se incluyen diversas técnicas), osteotomía de nivelación de meseta tibial (TPLO) y avance de la tuberosidad tibial (TTA) (Kortscheck et al., 2016).

Los ratios de éxito tras una cirugía del ligamento cruzado son mayores del 90% independientemente de la técnica utilizada. Comúnmente la elección de la técnica se hace según las preferencias del cirujano más que por qué una técnica sea mejor que otra (Boudrieau, 2009).

1.1. TÉCNICAS EXTRACAPSULARES:

En general, las técnicas extracapsulares son más fáciles y rápidas de realizar y requieren un equipo menos especializado. Generalmente un 85-90% de los perros muestran mejoría tras el uso de una técnica extracapsular pero la inestabilidad de la articulación es común tras 6-12 semanas de la cirugía y la osteoartritis de la articulación frecuentemente progresa. Muchos cirujanos consideran que el empleo de técnicas extracapsulares tiene un ratio de éxito menor en razas grandes y gigantes (Jerram et al., 2003; Rodríguez et al., 2008).

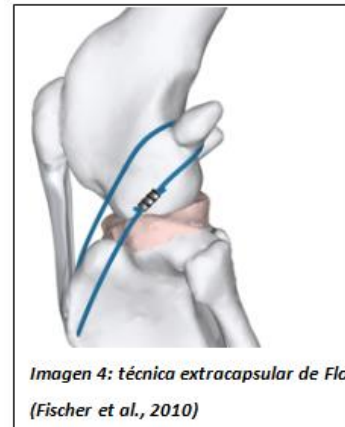
1.1.1. Técnicas de imbricación: técnica muy antigua que consiste en colocar suturas de Lembert en los aspectos medial y lateral de la cápsula articular. Se dejó de emplear, pues tiende a relajarse, pero es la base de las técnicas retinaculares (Rodríguez et al., 2008).

1.1.2 Técnica del refuerzo del retináculo: descrita originalmente por De Angelis y Lau (1970) consistía en pasar una o más suturas no absorbibles desde el sesamoideo lateral hasta la inserción del ligamento patelar sobre la tuberosidad tibial. Esta técnica se modificó y surgieron diferentes variantes en las que se pasaba una o más suturas desde el sesamoideo lateral y desde el sesamoideo medial hasta un orificio creado en la tuberosidad tibial o bien distal al ligamento rotuliano (Técnica de Flo en 1975, Técnica de Gambardella en 1981, etc.). En la actualidad se estabiliza la rodilla mediante el uso de suturas no reabsorbibles: nylon o acero inoxidable. En perros de razas pequeñas se emplea nylon de 0 a 1 y en grandes de 2 a 4. En animales de gran tamaño se puede utilizar alambre de cerclaje de acero inoxidable. El alambre termina rompiéndose por fatiga al cabo de 4-5 semanas, pero da tiempo suficiente a que el organismo, mediante la formación de tejido fibroso periarticular, estabilice la articulación (Rodríguez et al., 2008).

- Estabilización extracapsular de De Angelis (De Angelis et al., 1970; Martínez et al., 1998): De Angelis y Lau modificaron técnicas más antiguas, reforzando las suturas laterales. Tras inspeccionar todas las estructuras y retirar los restos ligamentosos, se lava bien la articulación, cerrando la cápsula articular con una capsulorrafia. Ya extracapsularmente y localizando la fabela lateral, se implanta una sutura no reabsorbible a través del ligamento que sujeta la fabela del fémur (femorolateral) y se une al ligamento tibiorrotuliano. Aconsejan que sean dos suturas en vez de una, imbricándolas fuertemente.
- Estabilización extracapsular de Gambardella (Gambardella et al., 1981; Martínez et al., 1998): Gambardella mejoró la técnica anterior realizando la misma imbricación que De Angelis pero añadiendo dos suturas más que unían el ligamento tibiorrotuliano con el

ligamento colateral lateral, forzándolo cranealmente y estabilizando en mayor medida la articulación.

- Estabilización extracapsular de Flo (Flo, 1975; Martínez et al., 1998; Fischer et al., 2010): Flo desarrolló otra técnica de imbricación (Imagen 4) que, hoy por hoy, puede ser la más utilizada de las estabilizaciones extracapsulares. Para conseguir la estabilidad de la rodilla, se pasan dos suturas (lateral y medial) a través de ambos ligamentos femorofabellares y atraviesan un túnel, previamente practicado, en la tuberosidad tibial craneal.



Además añade una tercera sutura lateral entre el ligamento femorofabellar y el fibrocartílago parrotuliano lateral. Aconsejan tensar fuertemente las dos primeras suturas y anudarlas manteniendo la extremidad en flexión de unos 40 grados, la tercera se anuda con la extremidad en posición fisiológica.

- Sutura lateral con alambre de acero: (Olmstead, 1993; Martínez et al., 1998)
Tras examinar la cavidad articular, desbridar los restos de ligamento y evaluar los meniscos, se estabiliza la rodilla. Para ello se emplea un alambre de acero que unirá la fabela hasta la cresta tibial, en la cual se perfora previamente un agujero por el que se hará pasar el alambre. Colocamos la articulación en unos 90º de flexión y unimos los extremos retorciéndolos sobre sí mismos. De esta manera conseguiremos ir tensando el implante y estabilizando la articulación. Realizamos la prueba del cajón para verificar la estabilidad. De parecernos aún inestable podemos tensar de nuevo el alambre.
- Tightrope: (Cook et al., 2010; Fischer, 2014).

En 2010, se desarrolló una técnica modificación de las técnicas de imbricación denominada "Tightrope" (TR) (Imagen 5), con el objetivo de lograr una mayor estabilidad de la rodilla canina, especialmente en pacientes de mayor tamaño. En ella se utiliza un dispositivo de cinta de fibra, especialmente diseñado para perros de un peso superior a los 18 kilogramos. Las ventajas principales de esta técnica quirúrgica tienen



relación con el posicionamiento del implante a través de túneles óseos a nivel femoral y tibial y sus respectivas fijaciones, lo cual proporciona mayor estabilidad a la articulación.

1.1.3. Trasposición de la cabeza del peroné (Rodríguez et al., 2008): Esta técnica consiste en desplazar cranealmente el ligamento colateral lateral para eliminar el desplazamiento craneal y la rotación interna de la tibia. De esta manera, el ligamento colateral lateral se dispone en la misma dirección que el LCA.

1.1.4 Trasposición del músculo bíceps femoral (Tamburro et al., 2012): Técnica utilizada para el tratamiento de rotura de LCA en razas pequeñas de perro. Se libera la inserción craneal del músculo bíceps femoral, creando un pedículo triangular. La porción reseccionada se mueve aplicando una tracción en dirección cráneo-medio-distal y se traspone a través de la tuberosidad tibial manteniendo la extremidad en extensión. La porción del bíceps se coloca cerca del ligamento patelar y ambos se suturan con una sutura 2/0 monofilamento. De esta manera el músculo bíceps femoral lleva a cabo una función similar a la del ligamento cruzado anterior.

1.2. TÉCNICAS MODIFICADORAS DE LA BIOMECÁNICA DE LA RODILLA:

Desde la década de los 90, la aplicación de técnicas que modifican la biomecánica de la rodilla se ha impuesto en el tratamiento de la rotura del ligamento cruzado anterior en los animales domésticos. En general, mediante estos procedimientos se realizan una o más osteotomías en la porción proximal de la tibia para cambiar la biomecánica y las fuerzas resultantes de la rodilla, neutralizando el empuje tibial craneal durante la carga de peso, es decir, se altera la geometría de la rodilla pero no se proporciona estabilidad a la rodilla. Estas técnicas no impiden el movimiento de cajón directo (Rodríguez et al., 2008).

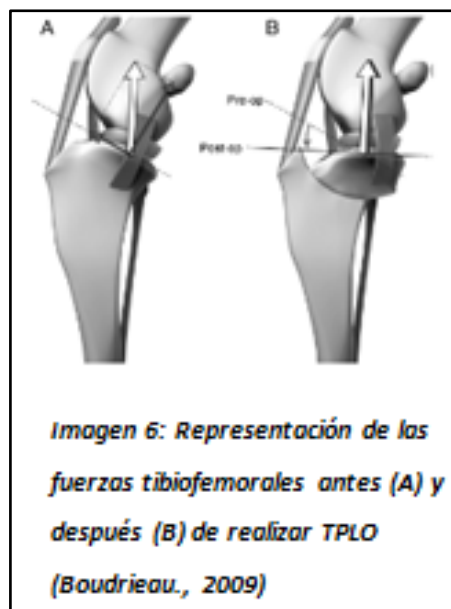
Dentro de este grupo de técnicas las más citadas en la bibliografía consultada son TPLO y TTA por lo que se explicarán con mayor detalle que el resto.

1.2.1. Nivelación de la meseta tibial mediante la osteotomía en cuña (TWO): esta técnica fue el primer procedimiento descrito por Slocum y Devine en 1984 para eliminar el movimiento craneal de la tibia reduciendo el ángulo de la meseta tibial. Slocum y colaboradores hipotetizaron que durante la carga de peso en el perro normal, las fuerzas que atraviesan la articulación de la rodilla consisten en fuerzas de peso corporal y musculares (cuádriceps e isquiotibiales). A medida que se trasmite la fuerza proximalmente, el fémur y la tibia se comprimen juntos, causando un empuje craneal de la tibia proximal como resultado de la pendiente caudodistal de la meseta tibial. Esto coloca al LCA bajo una gran tensión. Si los isquiotibiales están débiles o las fuerzas son demasiado grandes (por ejemplo saltos, torceduras, giros, etc.) el ligamento degenerado se desgarrará, permitiendo el cajón craneal y un

signo de empuje tibial craneal positivo (prueba de compresión tibial). En teoría, si la pendiente caudodistal se reorienta a una posición más neutral se produce un empuje tibial caudal. Los estudios han demostrado que el ángulo apropiado debe ser de 6,5°, con una recomendación clínica de 5°. Sin embargo, la corrección excesiva de la pendiente podría colocar al ligamento cruzado posterior en riesgo de rotura. La técnica consiste en realizar una osteotomía en cuña en la porción proximal de la tibia que es estabilizada mediante la colocación de una placa de osteosíntesis. La osteotomía se realiza lo más proximal posible permitiendo la colocación de al menos 3 tornillos por segmento.

1.2.2. Nivelación de la meseta tibial mediante la osteotomía circular (TPLO): La técnica de TWO fue mejorada por Slocum y Slocum (1993), y la modificación fue patentada (Slocum Enterprises, Eugene, Oregon, EE.UU.) Actualmente la patente ha expirado, lo que ha permitido su enseñanza y uso generalizado. En la técnica TPLO se realiza una osteotomía curva de la porción proximal de la tibia, lo que permitirá la reorientación de la meseta al ángulo deseado, basándose en las mismas premisas de angulación que con TWO. La ventaja principal de la técnica TPLO respecto a la técnica TWO radica en que esta no afecta a la inserción del tendón rotuliano en la tibia, y mantiene a posición original de la rótula con respecto al surco troclear, sin incrementar el estrés sobre el tendón.

Como hemos explicado anteriormente, la articulación de la rodilla se estabiliza normalmente tanto por restricción pasiva (ligamentos, meniscos, cápsula articular) como por constricción activa (músculos y tendones). El LCA actúa limitando la traslación tibial craneal y la rotación interna de la tibia de forma pasiva. Las fuerzas de reacción del suelo y las fuerzas musculares generan cargas compresivas sobre la superficie articular de la tibia cuando se apoya el peso. Como resultado de la inclinación caudal de la meseta tibial, cuando la tibia soporta una carga se genera una fuerza de cizalla que provoca la traslación tibial



anormal en las articulaciones con trastornos de LCA (Imagen 6). El componente de cizalla de la fuerza de compresión se denomina empuje tibial craneal (ETC), y el LCA lo limita de forma pasiva. El ETC también es proporcional a la inclinación de la meseta tibial. Si la inclinación de la meseta tibial disminuye, el ETC también disminuye. En esto se basa la técnica TPLO, si se disminuye la inclinación de la meseta tibial el empuje tibial cambia desde una dirección

craneoproximal a una dirección neutra o caudal. Pero hay que tener cuidado y dejarlo en una dirección neutra ya que si se dirige hacia caudal aumenta la dependencia sobre el ligamento cruzado posterior dando lugar a posibles daños en este. El objetivo de la TPLO es conseguir una inclinación de la meseta tibial (aproximadamente de 5-7°) a la que el empuje tibial pueda controlarse de forma eficaz por el ligamento cruzado caudal y por la limitación activa de la rodilla (por ejemplo el grupo muscular del cuádriceps).

Puesto que el LCA también limita de forma pasiva la rotación interna excesiva de la tibia, hay que cuestionarse lógicamente el origen de estos momentos de rotación interna y la función de la intervención de TPLO para controlarlos funcionalmente. Si no se controla la rotación interna, se producirá un movimiento de cajón asociado a ella, denominado desplazamiento pivotante. No se conoce la importancia de este movimiento para el resultado funcional tras la TPLO. (Slocum et al., 1993; Fossum et al., 2009; Boudrieau, 2009)

El siguiente modelo (Berrio et al., 2009) permite simplificar la interacción entre la fuerza del fémur, la meseta tibial y el ligamento cruzado anterior (Imagen 7): considérese un carrito en una superficie inclinada, atado a un poste mediante una cuerda; debido al ángulo de la superficie, el peso del carrito genera una fuerza tangencial a lo largo de la superficie inclinada, la cual debe ser contrarrestada por la cuerda, si se quiere que el carrito se mantenga en equilibrio (ver imagen 7A).

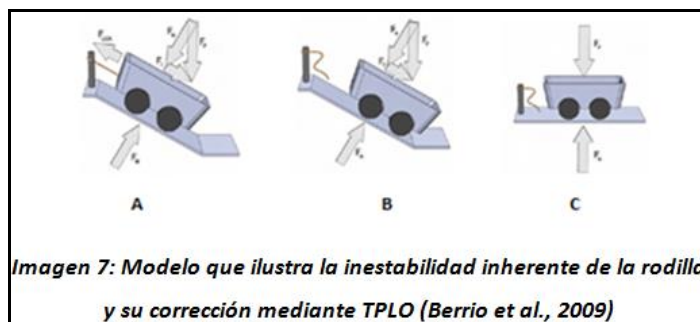


Imagen 7: Modelo que ilustra la inestabilidad inherente de la rodilla y su corrección mediante TPLO (Berrio et al., 2009)

En este modelo la superficie representa la meseta tibial y su respectiva inclinación, el carrito y su peso representan el fémur y la fuerza que éste le transmite a la tibia, y la cuerda que sostiene el carrito representa el ligamento cruzado anterior.

En casos donde los músculos flexores de la rodilla están debilitados, o cuando las fuerzas entre el fémur y la tibia son excesivamente altas (por ejemplo, en un traumatismo), la fuerza transmitida al ligamento cruzado anterior puede causar su rotura parcial o total. Como consecuencia, la rodilla se vuelve inestable en sentido cráneo-caudal, como ocurriría con el carrito en caso de que se rompa la cuerda que lo sostiene (ver imagen 7B).

La TPLO tiene como principio restaurar la estabilidad de la rodilla mediante un cambio en la geometría de la misma en lugar de restaurar la función del ligamento cruzado anterior, de igual forma que el carrito puede recuperar su condición de equilibrio si en lugar de estar en una superficie inclinada se coloca en un plano horizontal, aun cuando la cuerda no sea reparada (ver imagen 7C).

La TPLO busca posicionar la meseta tibial a ángulos ente 5-6'5° a través de una osteotomía circular de la tibia proximal y el fragmento proximal es rotado logrando el ángulo deseado de la meseta tibial para finalmente fijar ambos fragmentos con una placa ósea especialmente diseñada para tal proceso (Fischer, 2014).

El plan preoperatorio debe incluir una buena medida del ángulo de inclinación de la meseta tibial, para conseguir resultados precisos de 5° tras la cirugía. Para realizar esta medición es necesario realizar una radiografía lateral con un correcto posicionamiento y centrada en la rodilla (el perfecto posicionamiento se confirma con la superposición de los cóndilos femorales), es muy importante que estas mediciones sean correctas (Boudrieau, 2009).

Antes de iniciar el procedimiento quirúrgico hay cirujanos que recomiendan realizar la exploración artroscópica de la articulación a fin de determinar el estado de las diferentes estructuras y, según el caso, realizar una menisectomía parcial o total. Otros autores prefieren hacer un abordaje de la articulación propiamente dicha mediante una pequeña incisión caudal al ligamento colateral medial para liberar el cuerno caudal del menisco medial, según la técnica original propuesta por Slocum. Otra variante sería hacer una artrotomía para explorar y tratar si es el caso el menisco medial de la manera convencional. Finalmente hay otros autores que proponen no hacer nada respecto al menisco medial, ya que al tratarse de una técnica de osteotomía que modifica la biomecánica de la rodilla, el estado del menisco medial no tiene tanta importancia como en la rodilla normal (Zaera et al., 2012).

1.2.3. Adelantamiento de la tuberosidad tibial (TTA): en el año 2002, los doctores Slobodan Tepic y Pierre Montavon desarrollaron en la Universidad de Zürich un nuevo procedimiento quirúrgico. Mediante un estudio biomecánico determinaron que la fuerza total resultante en la articulación de la rodilla era aproximadamente paralela al ligamento patelar y decidieron modificar el ángulo de relación entre el ligamento rotuliano y la meseta tibial mediante la osteotomía y adelantamiento de la tuberosidad tibial, en vez de nivelar la meseta tibial. La tuberosidad tibial se adelanta para lograr una relación perpendicular entre la meseta tibial y el tendón patelar, permitiendo que el conjunto sea estable (Montavon et al., 2002; Lafaver et al., 2007; Rodríguez et al., 2008).

Las premisas de la técnica TTA están basadas en un análisis realizado con modelos biomecánicos sobre las fuerzas de la articulación en la rodilla humana. Este modelo ha demostrado que las fuerzas de compresión tibiofemorales son aproximadamente de la misma magnitud y orientación que el ligamento patelar, lo que resulta en una fuerza de cizallamiento tibiofemoral variable (Imagen 8). Esta fuerza puede ser dirigida hacia craneal o caudal en función de si la rodilla se encuentra en extensión o flexión respectivamente. El punto neutral de esta fuerza ocurre en el biomodelo humano cuando el ángulo formado entre el ligamento patelar y la meseta tibial es aproximadamente 100° . Lo mismo se puede sugerir en la rodilla del perro pero el punto neutral se sitúa en un ángulo entre el ligamento y la meseta tibial de 90° . Para estabilizar por tanto la rodilla se realiza, con la técnica TTA, una osteotomía de la cresta tibial hasta nivelar la meseta tibial a 90° con respecto al ligamento patelar (Boudrieau, 2009).



Para obtener un ángulo de 90° entre el ligamento patelar y la meseta tibial, y estabilizar las articulaciones con rotura del LCA, se debe realizar una osteotomía de la tuberosidad tibial, realizando un corte paralelo al eje longitudinal de la tibia que nos desprenda la cresta tibial junto con el tendón rotuliano. Entre ambos fragmentos se inserta un implante especial denominado “caja” de tamaño definido según la distancia que se debe desplazar la cresta tibial para obtener el ángulo de 90° . Finalmente, se fijan ambos fragmentos con una placa ósea especialmente diseñada para la TTA. A diferencia de la TPLO y otras osteotomías, la TTA se describe como menos invasiva y más sencilla de realizar, además, permite tratar al mismo tiempo luxaciones de rótula y roturas de LCA ya que al realizarse un corte en la cresta tibial tenemos la posibilidad de moverla lateralmente cuando procedamos a su estabilización y este desplazamiento nos permite tratar la luxación de rótula, reportándose también tiempos de cirugía menores que en TPLO (Zaera et al., 2012; Fischer, 2014).

Para realizar la cirugía es imprescindible realizar primero una radiografía laterolateral centrada en la rodilla (el perfecto posicionamiento se confirma cuando se superponen ambos cóndilos femorales), la rodilla se debe angular 135° (ángulo entre el fémur y la tibia). Tras obtener la radiografía se utiliza una plantilla estandarizada de TTA (Imagen 9) que se coloca sobre la radiografía para determinar cuánto se tiene que desplazar la cresta tibial, el tamaño de caja que se debe utilizar, así como el de la placa (Boudrieau, 2009).

Para realizar la cirugía es imprescindible realizar primero una radiografía laterolateral centrada en la rodilla (el perfecto posicionamiento se confirma cuando se superponen ambos cóndilos femorales), la rodilla se debe angular 135° (ángulo entre el fémur y la tibia). Tras obtener la radiografía se utiliza una plantilla estandarizada de TTA (Imagen 9) que se coloca sobre la radiografía para determinar cuánto se tiene que desplazar la cresta tibial, el tamaño de caja que se debe utilizar, así como el de la placa (Boudrieau, 2009).



1.2.4. Triple osteotomía de la rodilla (TTO): Esta técnica es una combinación de las dos anteriores desarrollada por Bruce y colaboradores (2007). En ella se adelanta la tuberosidad tibial y se alinea 90° la meseta tibial con respecto al ligamento patelar, de esta manera se produce la nivelación con cambios angulares menos radicales.

2. COMPLICACIONES DE LAS TÉCNICAS:

2.1 COMPLICACIONES EN TÉCNICAS EXTRACAPSULARES:

Las complicaciones tras la realización de una estabilización extracapsular de la rotura del ligamento cruzado anterior son esperables en el 17-25% de los casos y entre ellas se incluyen infección, reacción tisular, formación de senos, posteriores desgarros de menisco, lesión del nervio peroneo, dolor e inestabilidad. La mayoría de estas complicaciones se piensa que están relacionadas con el fallo prematuro de los materiales estabilizadores, lo cual puede ser el resultado de unas propiedades mecánicas inferiores, su colocación no isométrica, o el fallo del material y/o su fijación (Muir, 2011).

2.2 COMPLICACIONES EN TTA:

Las complicaciones de TTA se dividen en dos grandes grupos en todos los trabajos revisados atendiendo a si es necesario realizar una nueva intervención quirúrgica o no:

- **COMPLICACIONES MAYORES** (Entendiendo por ellas las que requieren una reintervención quirúrgica): Desgarro de menisco, fractura de tibia, granuloma de lamido, fallo del implante, artritis séptica y luxación medial de rótula.
- **COMPLICACIONES MENORES** (Entendiendo por ellas las que no requieren reintervención): Fracturas sin desplazamiento de tibia, fallo del implante (roturas de tornillos sin desplazamiento que no requieren reintervención), baja mineralización en el lugar de la osteotomía, hinchazón de la rodilla y miembro distal, infección superficial de la piel, dehiscencia de la sutura.

2.2.1. Estudio de casos 1 (Lafaver et al, 2007)

En un estudio realizado en Alameda East Veterinary Hospital, se realizaron 114 TTA en 101 perros ya que 30 presentaban daño bilateral y la segunda TTA se realizó un tiempo después de la primera. Se reportaron complicaciones (Tabla II) en 36 de las 114 rodillas (31,5%), de ellas 14 fueron clasificadas como complicaciones mayores (12,3%) y 22 como complicaciones menores (19,3%). Todas se resolvieron con buenos resultados excepto una complicación menor que consistía en un click audible y cojera persistente pero que no volvió a ser examinado.

COMPLICACIONES MAYORES	NÚMERO DE CASOS	COMPLICACIONES MENORES	NÚMERO DE CASOS
Desgarro de menisco	7	Fractura de tibia incompleta	4
Fractura de tibia	2	Pequeño desgarro de menisco	3
Fallo del implante con desplazamiento	1	Fallo del implante sin desplazamiento	3
Granuloma de lamido	2	Pobre mineralización de la zona de osteotomía	3
Artritis séptica	1	Hinchazón postoperatoria de la zona	3
Mal cuidado con consecuentes cojeras	1	Infección de piel superficial	2
		Dehiscencia de sutura	1
		Trauma en la incisión	1
		Mal cuidado con consecuente cojera	1
		Fractura de tibia intraoperatoria sin desplazamiento	1

Tabla II: Relación de complicaciones observadas en un estudio realizado tras cirugía de TTA en 101 perros (Lafaver et al., 2007)

2.2.2. Estudio de casos 2 (Dymond et al., 2010):

En otro estudio realizado en Animal Referral Hospital (Australia), se realizaron 92 TTA a 74 perros, 18 presentaban rotura bilateral con un tiempo medio de 111 días entre la cirugía de una y otra rodilla. La edad media de los perros en el momento de la cirugía fue de 6 años (rango de 1 a 12 años) y el peso medio fue 34,8 kg (rango de 10 a 90 kg). Las razas más representadas fueron Retrievers (21%), Rottweilers (16%) y mestizos (9%). El periodo de cojera previo a la cirugía fue de 3 días a 24 meses, con una media de 3,8 meses. En el momento de la cirugía, un 20,6% (19) de las rodillas presentaban ruptura parcial del LCA y 79,3% (73) de las rodillas presentaban ruptura total. 51 rodillas (55,4%) presentaban daño en el menisco en el momento de la cirugía, se realizó una menisectomía parcial en 47 rodillas (92,2%) y una total en 4 rodillas (7,8%). Todos los perros llevaron un vendaje ligero un mínimo de 24 horas tras la cirugía, la duración de la hospitalización tras la cirugía varió entre 24 y 96 horas.

Ocurrieron complicaciones menores en 27 perros (29,3%), tales como: hinchazón o moratón en el lugar de la incisión (13 perros, 14,1%), inapetencia (4 perros, 4,3%), diarrea (2 perros, 2,2%) y dehiscencia de sutura e infección superficial de la piel (8 perros, 8,7%). Las complicaciones mayores ocurridas incluyen daño de menisco (4 perros, 4,3%) y fractura de tuberosidad tibial (2 casos, 2,2%).

En total un 87% (60) de los propietarios declararon una gran mejora en sus animales con perros que no presentaban cojera en reposo y no mostraban o era suave cojera tras el ejercicio vigoroso.

2.3. COMPLICACIONES EN TPLO:

La TPLO es una técnica con buenos resultados en general para cualquier tipo de problema de LCA. Las complicaciones asociadas son mínimas cuando el procedimiento es realizado bajo las técnicas de asepsia, manipulación adecuada de tejidos y aplicación de principios de fijación interna y biomecánica. En este sentido, la experiencia del cirujano tiene un impacto considerable en la ocurrencia de complicaciones. Las complicaciones más frecuentes en la cirugía de TPLO son causadas por el mal posicionamiento u orientación de la osteotomía. La posición incorrecta de la osteotomía puede causar el adelgazamiento excesivo de la tuberosidad tibial o el sitio de inserción del ligamento patelar y predisponer su fractura. Una osteotomía excesivamente distal genera cambios en la biomecánica articular que producen un incremento en la tensión del ligamento patelar. El incremento, a su vez, puede desencadenar una serie de complicaciones como desmitis del ligamento patelar, fractura de la tuberosidad

tibial e incremento en la fuerza compresiva en el sitio de la osteotomía (Lozier et al., 2004; Berrío et al., 2009).

2.3.1 Estudio de casos 1 (Gatineau et al., 2011):

Estudio realizado en el Centre Vétérinaire DVM, entre Febrero de 2004 y Febrero de 2008. En el estudio todos los perros con rotura de ligamento cruzado anterior se operaron mediante la técnica TPLO. Se realizó artrotomía medial exploratoria en todos los perros, se eliminaron los restos de ligamento cruzado a discreción del cirujano y se evaluó el menisco. Cuando la lesión meniscal era evidente se eliminaba el cuerno mediante una menisectomía. Cuando el menisco se encontraba intacto, el cuerno caudal se dejaba intacto o se realizaba menisectomía de este en función de las preferencias del cirujano. La técnica TPLO se realizó en todos los casos siguiendo la técnica original de Slocum (Slocum et al., 1993). Los perros se reevaluaron 2 y 4 meses tras las cirugía mediante radiografías.

Los 348 perros objeto de este estudio consistían en 119 (57,2%) hembras esterilizadas, 4 (1,1%) hembras enteras, 138 (39,7%) machos esterilizados y 7 (2%) machos enteros. La edad media de los perros en el momento de la cirugía era de 5 años y su peso medio era 36 kilogramos. Estaban representadas en el estudio 39 razas distintas de perros, un 10% de los perros eran mestizos, las razas más comunes fueron Labrador Retriever, Golden Retriever, Rottweiler y Boyero de Berna.

Durante la artrotomía previa a la cirugía se observaron rotura completa de LCA en 286 ligamentos (60,1%) y se realizó desbridamiento de rotura parcial de LCA en 163 (85,8%) de 185. Daño de menisco encontrado en 173 rodillas (36,4%) y asociado a un click audible en 54 (31,2%). Se realizó menisectomía parcial en 173 rodillas (36,4%). Durante la fase inicial de este estudio se realizó menisectomía medial en todos los procedimientos de TPLO cuando el menisco estaba intacto, esto representa un 19,3% de los procedimientos. Se obtuvo una calificación de excelente o buen progreso clínico en 446 (93,7%) rodillas.

Complicaciones observadas: Se observaron complicaciones en 46 casos (9,7%), de ellas se clasificaron en:

- Complicaciones mayores (descritas como aquellas que requieren una cirugía posterior) un 4,2% (20 casos). Se observó daño de menisco en 10 casos (2,1%) tras unos 9,5 meses después de la operación, en todos ellos se realizó una menisectomía parcial para reparar el daño y el resultado fue bueno a excelente en todos los casos. Problemas relacionados con el implante aparecieron en 10 casos con 8 roturas del

implante (una de ellas durante la cirugía y 7 después), una placa doblada y un aflojamiento de tornillo que requirió cirugía para quitarlo, todos ellos se clasificaron con un progreso bueno a excelente tras la segunda cirugía.

- Complicaciones menores (descritas como aquellas que no requieren una cirugía posterior) un 5,5% (26 casos). 14 (2,9%) presentaron infección postoperatoria, de ellos 12 (87,5%) no habían sido tratados oralmente con cefalexina postoperatoria.

Apareció desplazamiento pivotante en 14 perros, uno de ellos bilateralmente. La causa de este desplazamiento es desconocida pero se cree que es debido a una insuficiente corrección de torsión tibial o una rotación interna tibial.

Finalmente como resultado de este estudio cabe decir que los perros con TPLO sin menisectomía tuvieron un mejor y más rápido retorno a la normalidad que aquellos en los que se realizó menisectomía.

2.3.2. Estudio de casos 2 (Coletti et al., 2014):

Estudio realizado en Veterinary Specialty Services en St. Louis (Missouri) entre Enero de 2005 y Enero de 2010. Los criterios de inclusión incluían completo historial médico y TPLO realizada por un cirujano que ya hubiera realizado al menos 100 TPLO previamente.

Se realizaron un total de 1579 TPLO, de ellas se excluyeron 60 casos por historial médico incompleto. De un total de 1231 perros se realizaron TPLO unilateral en 943 y bilateral en 288. La edad media de los perros fue de 5,4 años. En el estudio se encontraban 392 perros mestizos (31,8% de la población), en el resto (839 perros) estaban representadas 61 razas distintas, siendo las más comunes Labrador Retriever (29,7%), Golden Retriever (7%) y Rottweiler (5,3%). El peso medio fue de 37,3 kilogramos.

Antes de la cirugía se padecieron problemas en la misma extremidad de la cirugía en 42 perros (2,8%) y en la contralateral en 347 casos (22,9%). La duración media de la cojera previa a la cirugía fue de 56 días. El ángulo de meseta tibial medio antes de la cirugía fue de 27º y postcirugía 6º. El ligamento se encontraba completamente roto en 1305 rodillas (85,9%) y parcialmente roto en 195 rodillas (12,8%). Se encontró daño de menisco en 611 rodillas (40,2%), realizándose menisectomía en 452 rodillas. 339 perros (27,5%) desarrollaron rotura del ligamento cruzado contralateral tras la primera cirugía, no todos ellos se operaron del segundo ligamento en el periodo de tiempo que duró el estudio.

Las complicaciones se clasificaron en mayores y menores (dependiendo de si fue necesario cirugía posterior o no). Se observaron en total 11,4% de complicaciones de las cuales mayores fueron 3,1% (Tabla III) y menores 8,3% (Tabla IV).

COMPLICACIONES MAYORES	TOTAL	PORCENTAJE SOBRE 47
Luxación de rótula medial o lateral	10	21,3%
Infección de la articulación	9	19,2%
Fractura de tibia/ fallo del implante	9	19,2%
Retirada de la placa	5	10,6%
Fractura de tibia y persistencia del empuje tibial	3	6,4%
Lenta curación de la osteotomía	3	6,4%
Valgus persistente	3	6,4%
Cojera que persiste tras exploración negativa	1	2,1%
Rotura de ligamento colateral medial	1	2,1%
Continua inestabilidad y colocación de sutura lateral	1	2,1%
Estenosis esofágica	1	2,1%
Fallo renal	1	2,1%
TOTAL	47	100%

Tabla III: Complicaciones mayores tras la realización de 1519 TPLO (Coletti et al., 2014)

COMPLICACIONES MENORES	TOTAL	PORCENTAJE SOBRE 146
Problemas en la incisión	47	37,3%
Fractura de cresta tibial/rótula	44	34,9%
Migración de tornillo	27	21,4%
Tendinitis del ligamento patelar	5	4%
Luxación de rotula (resolución sin cirugía)	3	2,4%
TOTAL	126	100%

Tabla IV: Complicaciones menores tras la realización de 1519 TPLO (Coletti et al., 2014)

3. COMPARACIÓN DE TÉCNICAS:

Para la comparación de las técnicas explicadas en este trabajo se realiza una revisión bibliográfica de estudios comparativos obteniendo estos resultados:

3.1. Estudio comparativo de técnicas quirúrgicas 1 (Lazar et al., 2005):

Estudio realizado por Lazar y colaboradores cuyo objetivo es evaluar el progreso de la osteoartritis en función de la técnica quirúrgica empleada. La técnica TPLO se cree que controla la progresión de osteoartritis en la rodilla lo que implica estabilidad funcional tras la cirugía pero esto aún no ha sido evaluado a largo plazo. Este estudio compara la evolución radiográfica de la osteoartritis en función del uso de TPLO o de técnicas extracapsulares para corregir la rotura del ligamento cruzado anterior.

Para ello se recogen datos retrospectivos de animales tratados de rotura del ligamento cruzado anterior con pesos superiores a 22,7 kg y evaluados 12 meses tras la cirugía, con radiografías pre y post operatorias, sin cirugía de rodilla previa ni otras patologías de rodilla.

Se realizan 27 cirugías extracapsulares en 22 perros (5 bilaterales) y 52 TPLO en 44 perros (8 bilaterales).

Tras realizar el estudio radiográfico de estos animales no se encuentran diferencias significativas en la evolución de osteoartritis entre una y otra cirugía.

3.2. Estudio comparativo de técnicas quirúrgicas 2 (Boudrieau, 2009):

Boudrieau realizó en 2009 un trabajo comparativo entre las técnicas TTA y TPLO, obteniendo estos resultados:

En cuanto a la cirugía el número de errores técnicos que pueden ocurrir durante la TPLO es significativamente alto, esto puede ser consecuencia de que el ángulo de visión durante la osteotomía es pequeño por lo que pueden tener lugar daños iatrogénicos de estructuras vitales. Realizar la osteotomía muy craneal o muy distal puede dar lugar a una mala angulación posterior de la meseta tibial y por lo tanto no se neutralizan las fuerzas de empuje tibial craneal. Se considera además que la curva de aprendizaje de TPLO es mayor que la de TTA.

La TTA se considera un procedimiento mucho más simple que la TPLO aunque también puede dar lugar a errores durante la cirugía como puede ser un fragmento de osteotomía muy pequeño que no permita el anclaje de la placa de sujeción, también se puede producir una mala colocación de la rótula. Aparentemente existen menos problemas técnicos asociados a TTA que a TPLO pero no hay evidencias publicadas de ello.

Aunque no hay evidencia de que el aumento de la flexión de la rodilla predisponga a daños de menisco, se supone que la TTA puede producir menos riesgo de daño meniscal ya que no

altera la posición de la articulación. Existen estudios que sugieren que la TPLO cambia radicalmente la biomecánica de la rodilla y predispone potencialmente a una mayor progresión de la osteoartritis; dado que la TTA no cambia la geometría de la articulación y las distribuciones de presión permanecen sin cambios se produce un menor desarrollo de osteoartritis.

También se realizó un estudio para evaluar el porcentaje de rodillas con tendinitis del ligamento patelar en el que se reportaron tras dos meses de la operación mediante TPLO un 79,8% de perros con esta lesión, por otro lado no existen estudios publicados de tendinitis de ligamento patelar tras una TTA en este momento.

Complicaciones de las técnicas:

- TPLO (basadas en 4 estudios con un total de 1772 casos): tuvieron lugar un total de 26,3% de complicaciones. Las complicaciones de la incisión (edema de lamido, seroma y dehiscencia de sutura) son las que más comúnmente aparecieron ocurriendo en un 9,3% de los casos. La siguiente complicación más común fue infección con un 6% de casos seguida de cerca por problemas relacionados con el hueso (fracturas de tuberosidad tibial o de tibia) que ocurrieron en un 5,4%. Problemas intraoperatorios (hemorragia, rotura de tornillos, daño del cortex medial tibial, etc) se reportaron en un 2,8% de los casos. Y problemas relacionados con el implante ocurrieron en un 2,4% de los casos. Otras complicaciones relacionadas con los cambios anatómicos tras TPLO incluyen desplazamiento pivotante y tendinitis del tendón rotuliano.
- TTA (basadas en 2 estudios con un total de 179 casos): tuvieron lugar un total de 31% (6-59%) de complicaciones. Gran número de complicaciones menores (entendiendo por menores aquellas que no requieren una reintervención posterior) ocurrieron en ambos estudios entre las que se incluyen edema de lamido y seroma, las complicaciones menores tuvieron lugar en un 19,3-21% de los casos. Como complicaciones mayores (aquellas que requieren cirugía posterior) se reportaron daños de menisco (7,2%), infecciones (3,9%), luxación medial de rótula (1,1%), fracturas de tibia (1,1%) y fallo catastrófico del implante (1,1%)

En este momento las revisiones de los resultados recientes y complicaciones de ambas técnicas TTA y TPLO indican que ambas tienen un pronóstico similar.

Existen aparentes ventajas y desventajas en ambas técnicas, TTA y TPLO. TTA puede corregir el empuje craneal de manera más cercana al punto neutral que TPLO, lo que puede proteger el

ligamento cruzado caudal de estrés adicional. Otra ventaja de la TTA es que no modifica la geometría ni las presiones originales de la rodilla en comparación con TPLO. Además la TTA es una cirugía menos invasiva, más simple de realizar y con menos problemas potenciales en los tejidos con efectos adversos, también la TTA puede ser más adecuada para la corrección de casos con rotura del ligamento cruzado y luxación de rótula subsecuente.

Por otro lado, TPLO es un procedimiento más versátil que TTA en casos con mayor grado de inclinación de la meseta tibial, y en aquellos casos con deformaciones y variaciones de angulación de la extremidad. Los implantes son más caros en el caso de TTA. Por último la TTA tiene una curva de aprendizaje más corta y el proceso es más simple y con menos problemas técnicos.

3.3. Estudio comparativo de técnicas quirúrgicas 3 (Cook et al., 2010):

Estudio realizado por Cook y colaboradores con los perros admitidos en su institución de cuidado animal entre Octubre de 2006 y Abril de 2007 con rotura del ligamento cruzado anterior. Se excluyeron del estudio aquellos perros con un peso inferior a 15 kg. El tipo de tratamiento (TR o TPLO) se determinó entre el cirujano y el cliente antes de la cirugía y se basó en las preferencias del cliente en realizar una u otra cirugía a su perro. Todos los perros fueron reexaminados a las 8 semanas y a los 6 meses tras la cirugía. Se realizaron exploraciones físicas y ortopédicas y se sedaron para realizar las pruebas cajón anterior y compresión tibial.

Se realizaron 24 rodillas mediante la técnica TightRope y 23 mediante TPLO. Sin diferencias significativas entre grupos en edad, peso y radiografías preoperatorias. De las cirugías por TR 17 presentaban desgarro completo de LCA y 7 desgarro parcial, en las cirugías por TPLO 15 presentaban desgarro completo y 8 parcial. En todos los casos el LCA fue completamente desbridado. Además presentaban al momento de la cirugía desgarro de menisco 14 rodillas en la técnica TR y 16 en TPLO, todas ellas tratadas por menisectomía parcial.

Las complicaciones mayores no fueron significativamente distintas entre grupos, presentándose en un 12,5% de TR y 17,4% de TPLO. Tampoco hubo diferencias significativas en las complicaciones menores presentándose en un 29,2% de TR y un 39,2% de TPLO. Aunque TPLO presenta mayores ratios de complicaciones no se consideran estadísticamente significativos.

Los estudios realizados de cajón anterior y compresión tibial tampoco muestran diferencias significativas pre y postoperatorias.

Como conclusión de este estudio se determina que ambas técnicas se consideran equivalentes basándose en el estatus preoperatorio de la rodilla y manejo postoperatorio por lo que la elección de una u otra en pacientes similares se puede realizar basándose en otros factores como los aspectos técnicos del procedimiento, la percepción del cliente, el coste y la seguridad.

3.4. Estudio comparativo de técnicas quirúrgicas 4 (Christopher et al., 2013):

Estudio realizado entre Noviembre de 2006 y Mayo de 2009 por Christopher y colaboradores para la selección de casos se escogieron aquellos perros que tras la cirugía los dueños accedieron a rellenar un cuestionario de evolución del animal. Se analizaron 162 casos de rotura del ligamento cruzado anterior de los cuales 65 se resolvieron mediante la técnica TPLO (43%), 18 mediante TTA (56%) y 79 por TR (55%). De esos 162 perros 79 eran perras esterilizadas (48,8%), 5 hembras enteras (3,1%), 65 machos castrados (40,1%) y 13 machos enteros (8%).

La raza más común del estudio fue el Labrador Retriever, además se incluyó un perro de trabajo en cada uno de los tres procedimientos.

La articulación de la rodilla se evaluó predominantemente mediante artrotomía en los casos de TPLO y TTA mientras que en TR se evaluó por artroscopia. Se desbridaron fragmentos del ligamento cruzado en 12 TPLO, 9 TTA y 18 TR. La patología de menisco se presentó en un 50% de TPLO y TR, se dieron menos patologías de menisco al momento de la cirugía en los casos de TTA.

Complicaciones observadas:

- Complicaciones menores (lamido, moratones, seroma) ocurrieron en 6 casos de TPLO, 4 de TTA y 7 de TR. Por lo que no se observan diferencias significativas entre los 3 estudios.
- Complicaciones mayores ocurrieron en 12 TPLO, 7 TTA y 7 TR. En proporción al número de casos inicial las complicaciones mayores (desgarro de menisco, fractura de tibia, granuloma de lamido, fallo del implante, artritis séptica y luxación medial de rótula) se asocian con significativa mayor probabilidad en TTA que en TPLO y ambas tienen mayor índice de complicaciones mayores que TR. La complicación mayor más común en los tres casos de estudio fue desgarro de menisco.

Se consideraron exitosos un 96,9% de los casos de TPLO, un 88,9% de TTA y 98,7% de TR.

Por tanto se deduce de este estudio que presentan mejor retorno de la completa función de la rodilla aquellos perros tratados mediante TPLO y TR en comparación con TTA y la técnica TR se asoció con el menor y menos grave ratio de complicaciones en comparación con las otras dos técnicas.

3.5. Estudio comparativo de técnicas quirúrgicas 5 (Krotscheck et al., 2016):

Se realizó un análisis de fuerza en cinta corredora, se trata de un análisis no invasivo, objetivo, proporciona una evaluación más precisa de la función e indica con mayor precisión y sensibilidad la cojera que un análisis visual. El propósito del estudio fue evaluar prospectivamente la función postoperativa a largo plazo tras la cirugía de TTA de una población heterogénea de perros y comparar los resultados con otros previamente publicados sobre TPLO y técnicas extracapsulares.

El grupo de control de TTA incluía 14 perros (9 machos y 5 hembras todos castrados), se incluían razas como Labrador Retriever, animales mestizos, un Alaskan Malamute, un Staffordshire Bull Terrier y un Golden Retriever. Los perros eran significativamente más jóvenes en los procedimientos de TTA y extracapsular que en TPLO. No se dieron diferencias entre distribución de sexos, de peso ni de tipo de desgarró de ligamento (parcial o completo).

Se observaron complicaciones en todos los grupos del estudio. En cuanto a las de TTA no ocurrieron infecciones o dehiscencias de la sutura. 8 rodillas mantuvieron el empuje tibial tras la cirugía, 3 perros tuvieron rotura del LCA contralateral y un perro tuvo rotura de menisco.

Algunos perros presentaban cojera residual que se presentaba con mayor prevalencia en perros atléticos y de trabajo. El estudio lleva a concluir que la técnica TPLO es más recomendable en perros activos. No se observan diferencias entre TTA y extracapsulares en el trote. TTA es considerablemente la de más rápida recuperación de cojera.

4. PREFERENCIAS SEGÚN CIRUJANO DE LAS TÉCNICAS:

4.1. Estudio 1 (Comerford et al., 2013):

Estudio realizado mediante la distribución de un cuestionario a los miembros de la Asociación Británica de Ortopedia Veterinaria (British Veterinary Orthopaedic Association) para que respondieran cual era el manejo que llevaban a cabo en roturas de ligamento cruzado en perros de raza pequeña (< 15 kilogramos).

Un 15,5% de los encuestados respondieron que realizan un manejo quirúrgico inmediato mientras que el 77,6% restante respondieron que actúan en función de la severidad de la cojera (81%), edad (72,6%), condición corporal (70,4%), grado de inestabilidad (64,8%) y duración de la cojera (64%). Como manejos no quirúrgicos los entrevistados utilizan: manejo con antiinflamatorios no esteroideos (91,1%), paseos de corta duración (91,1%), perder peso (89%), hidroterapia (53,6%), fisioterapia (41,9%) y reposo (24,2%).

Cuando se elegía manejo quirúrgico, un 63,4% técnicas extracapsulares, un 32,9% técnicas de osteotomía y un 6,8% técnicas intracapsulares.

4.2. Estudio 2 (Duerr et al., 2014):

Encuesta realizada on-line en el Colegio de Veterinarios Cirujanos Americanos (American College of Veterinary Surgeons), en la que veterinarios diplomados y otros veterinarios rellenaron unas preguntas acerca del manejo que llevaban a cabo en el tratamiento de rotura de ligamento cruzado anterior. El ratio de respuesta fue del 42% en el grupo de diplomados y 4% en el resto de veterinarios. La estabilización extracapsular fue la más recomendada para el tratamiento de rotura de LCA en perros de raza pequeña (media de 9 kilogramos). Para perros de más tamaño (media de 27 kilogramos) la técnica más recomendada fue TPLO. Los factores más importantes a la hora de tomar la decisión sobre qué técnica realizar fueron el tamaño del animal y el nivel de actividad.

DISCUSIÓN:

A pesar de que el objetivo inicial del trabajo era comparar la técnica TTA con las técnicas extracapsulares, tras la realización de la revisión bibliográfica se observó que tiene mucho peso en la actualidad la técnica TPLO por lo que se procedió a analizar junto con las anteriores tanto la técnica como sus posibles complicaciones. Tras ello se estudian diferentes trabajos que comparan las distintas técnicas entre ellas, comenzando con las complicaciones, siguiendo con estudios comparativos y se elaboran unas tablas con todos los resultados esquematizados:

1. Tabla sobre los estudios de complicaciones de técnicas (Tabla V)

EXTRACAPSULARES	TPLO	TTA
<u>Muir, 2011:</u> complicaciones esperables en el 17-25% de los casos	<u>Gatineau, 2011:</u> 9,7% de complicaciones de las cuales 4,2% fueron mayores y 5,5% menores	<u>Lafaver et al., 2007:</u> 31,5% de complicaciones de las cuales 12,3% fueron mayores y 19,3% fueron menores
	<u>Coletti, 2014:</u> 11,4% de complicaciones de las cuales 3,1% fueron mayores y 8,3% menores	<u>Dymond et al., 2010:</u> 35% de complicaciones de las cuales 6,5% fueron mayores y 29,5% menores

Tabla V: comparativa de 5 estudios sobre complicaciones de cada técnica (Entendiéndose por complicaciones mayores aquellas que requieren reintervención quirúrgica y por menores aquellas que no)

Tras la evaluación de estos estudios se llega a la conclusión de que los ratios de complicaciones son menores en TPLO, seguido por las técnicas extracapsulares y por último TTA.

2. Tabla sobre los estudios de comparaciones de técnicas (Tabla VI)

ESTUDIO	EXTRACAPSULARES	TPLO	TTA
Lazar et al., 2005	27 cirugías (no específica técnica)	52 cirugías	No se contempla en el estudio
	No se encuentran resultados significativos entre una y otra técnica en términos de evolución de osteoartritis.		
Boudrieau, 2009	No se contempla en el estudio	Mayor número de errores técnicos Mayor curva de aprendizaje 26,3% complicaciones	Más simple Menor riesgo de daño meniscal Menor progreso de osteoartritis 31% complicaciones
Cook et al., 2010	24 cirugías (TR) 12,5% complicaciones mayores 29,2% complicaciones menores	23 cirugías 17,4% complicaciones mayores 39,2% complicaciones menores	No se contempla en el estudio

Christopher et al., 2013	79 cirugías (TR)	65 cirugías	18 cirugías
	8,8% complicaciones mayores	18,5% complicaciones mayores	39% complicaciones mayores
	8,8% complicaciones menores	9,2% complicaciones menores	22% complicaciones menores
	Éxito en 98,7%	Éxito en 98,7%	Éxito en 88,9%
Mejor retorno a la funcionalidad con TPLO y TR y menos complicaciones y menos serias en TR			
Krotscheck et al., 2016	TPLO es más recomendable en perros activos. No se aprecian diferencias entre TTA y extracapsulares en el trote. TTA presenta la más rápida recuperación de la cojera		

Tabla VI: Resumen de 5 estudios de comparación de las técnicas.

Como se puede apreciar tras la realización de esta comparación entre estudios es difícil llegar a unas conclusiones de cuál es la técnica más adecuada y en qué casos, por ello se habla de que la elección de la técnica se toma en función de las preferencias del cirujano y el coste de la cirugía para el propietario. No todos los estudios analizan las mismas técnicas ni llegan a las mismas conclusiones. Como norma general aparecen mayores complicaciones en la técnica TTA. Sólo un estudio analiza el progreso de la osteoartritis y dictamina que la técnica TTA ofrece el resultado más favorable pero al tratarse de un único estudio en este trabajo no se considera representativo.

Por tanto como resultado de la bibliografía consultada podemos decir que hasta la fecha no se ha podido demostrar consistentemente una superioridad de un método quirúrgico sobre otro en relación al progreso de la osteoartrosis por lo que el método a utilizar depende generalmente de las preferencias de cada cirujano (Cook et al., 2010; Fischer, 2014).

Las ventajas de las técnicas de osteotomía para el tratamiento de la rotura del ligamento cruzado anterior en perro incluyen un teórico mecanismo dinámico de estabilización de la rodilla y además sugieren mejores resultados en razas grandes y gigantes en comparación con otras técnicas de estabilización. Por otro lado las ventajas de las técnicas extracapsulares como la técnica TightRope (TR) en comparación con las técnicas de osteotomía se concluye que su procedimiento es técnicamente más fácil, tiempos de anestesia y cirugía son cortos y presentan un mejor perfil de seguridad. (Jerram et al., 2003; Rodríguez et al., 2008; Christopher et al, 2013).

La técnica TTA tiene un gran número de ventajas sobre otras técnicas incluyendo un plano frontal de osteotomía de la tuberosidad tibial menos invasivo, con menos riesgo de alterar la angulación y rotación de la extremidad en comparación con otras técnicas. En comparación con la técnica TPLO la TTA reporta más rápido retorno de la función y menos ratio de complicaciones (Dymond et al, 2010).

CONCLUSIONES:

- Las técnicas más empleadas en la actualidad son TTA, TPLO y diversas técnicas extracapsulares.
- Aparecen mayores complicaciones en TTA que en técnicas extracapsulares o TPLO.
- Los estudios comparativos entre técnicas no muestran superioridad de una técnica sobre otra en el manejo de la osteoartritis subsecuente a la rotura del ligamento cruzado anterior.
- Las técnicas extracapsulares son más sencillas de realizar, presentan menos complicaciones y menos graves y tienen menor coste, pero están menos indicadas en razas grandes o gigantes.
- La técnica TPLO está más indicada en perros activos pero tiene una curva de aprendizaje mayor lo que conlleva a mayores errores en su realización.
- La técnica TTA presenta los mayores ratios de complicaciones pero consigue una mejora de la cojera más rápida y previene futuros daños de menisco al alterar en menor medida la geometría de la rodilla en comparación con TPLO.
- La elección de las técnicas en general se toma en función de las preferencias del cirujano y del coste de la cirugía para el dueño.

CONCLUSIONS:

- The most used techniques today are TTA, TPLO and extracapsular techniques.
- TTA has more complications than TPLO or extracapsular techniques.
- Comparative studies of techniques show no superiority of one technique over any other in managing osteoarthritis subsequent after rupture of cranial cruciate ligament.
- Extracapsular techniques are easier to perform, have fewer and less severe complications and have lower cost, but have worse results in large or giant breed.
- The TPLO technique is more suited to active dogs but has a greater learning curve which leads to greater errors during its realization.

- The TTA technique has the highest ratios of complications but improves lameness faster and prevents further damage of meniscus because TTA do not modifies the geometry of the knee in comparison to TPLO.
- The choice of which technique perform is generally made based on the surgeon's preference and the cost of surgery for the owner.

VALORACIÓN PERSONAL:

Gracias a este trabajo he podido conocer más a fondo una patología que lleva varios años llamándome la atención. Sobre todo me ha permitido aprender nuevas técnicas y procedimientos que se pueden llevar a cabo, de los cuales la mayoría apenas conocía dado que siempre había visto resolver este proceso mediante TTA.

Además de ello este trabajo me ha permitido llevar a cabo un manejo de bibliografía mucho más extenso de lo que hasta ahora había realizado así como mejorar mi comprensión lectora de artículos científicos en inglés.

Por último, quiero agradecer a mi tutora de este trabajo Azucena Gálvez su paciencia, ayuda y comprensión, al Hospital Veterinario San Fermín por iniciarme en el mundo de la traumatología veterinaria y a Ramón Sever por animarme a profundizar en la patología del ligamento cruzado.

BIBLIOGRAFÍA:

Arnoczky, S., Tarvin, G., Marshall, J., & Saltzman, B. (1979). The over-the-top procedure: A technique for anterior cruciate ligament substitution in the dog. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 15, 283-290.

Berrío Betancur, A. M., & Ochoa Vélez, J. J. (2009). TPLO - osteotomía niveladora del plato tibial. tratamiento quirúrgico para la rotura del ligamento cruzado anterior en caninos. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 4(2), 161-173.

Boudrieau, R. J. (2009). Tibial plateau leveling osteotomy or tibial tuberosity advancement? *Veterinary Surgery*, 38, 1-22.

Bruce, W., Rose, A., & Tuke, J. (2007). Evaluation of the triple tibial osteotomy (TTO): A new technique for the management of the canine cruciate-deficient stifle. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.*, 20(159), 168.

- Carlin, I. (1926). Ruptur des ligamentum cruciatum anterius. *Kniegelenk Beim Hund. Arch Wissensch Prakt Tierhalk*, 9, 43-52.
- Christopher, S., Beetem, J., & Cook, J. (2013). Comparison of long-term outcomes associated with three surgical techniques for treatment of cranial cruciate ligament disease in dogs. *Veterinary Surgery*, 42(3), 329-333.
- Coletti, T. J., Anderson, M., Gorse, M. J., & Madsen, R. (2014). Complications associated with tibial plateau leveling osteotomy: A retrospective of 1519 procedures. *Canadian Veterinary Journal*, 55, 249-254.
- Comerford, E., Forster, K., Gorton, K., & Maddox, T. (2013). Management of cranial cruciate ligament rupture in small dogs: A questionnaire study. *VTOC: Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 26, 493-497.
- Conzemius, M. G., Evans, R. B., Besancon, M. F., Gordon, W. J., Horstman, C. L., Hoefle, W. D., et al. (2005). Effect of surgical technique on limb function after surgery for rupture of the cranial cruciate ligament in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 226, no. 2(2)
- Cook, J., Luther, J., Beetem, J., Karnes, J., & Cook, C. (2010). Clinical comparison of a novel extracapsular stabilization procedure and tibial plateau leveling osteotomy for treatment of cranial cruciate ligament deficiency in dogs. *Veterinary Surgery*, 39(3), 315-323.
- Córdoba, M., Montenegro, I., & García, O. (2007). ¿Otra técnica nueva para resolver el mismo problema de siempre? *RCCV: Revista Complutense De Ciencias Veterinarias*, 1(2), 316-322.
- De Angelis, M., & Lau, R. (1970). A lateral retinacular imbrication technique for the surgical correction of anterior cruciate ligament rupture in the dog. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 157(1), 79-84.
- Duerr, F. M., Martin, K. W., Rishniw, M., Palmer, R. H., & Selmic, L. E. (2014). Treatment of canine cranial cruciate ligament disease. *VTOC: Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 27, 478-483.
- Dymond, N., Goldsmid, S., & Simpson, D. (2010). Tibial tuberosity advancement in 92 canine stifles: Initial results, clinical outcome and owner evaluation. *Australian Veterinary Journal*, 88, 381-385.
- Fischer Wiethucher, 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., & Bottcher, 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.
- Flo, G. L. (1975). Modification of the lateral retinacular imbrication technique for stabilizing cruciate ligament injuries. *Journal of the American Animal Hospital Association, 11*(5), 570.
- Fossum, T. W., Hedlund, Cheryl S., Johnson, Ann L., Schulz, K. S., Seim, H. B., Willard, M. D., Bahr, A., et al. (2009). Capítulo 33: Enfermedades articulares. In K. Schulz (Ed.), *Cirugía en pequeños animales* (3ª ed., pp. 1254-1275) Elsevier.
- Gambardella, P., Wallace, L., & Cassidy, F. (1981). Lateral suture technique for the management of anterior cruciate ligament rupture in dogs: A retrospective study. *Journal of the American Animal Hospital Association, 17*, 33-38.
- Gatineau, M., Dupuis, J., & Moreau, M. (2011). Retrospective study of 476 tibial plateau levelling osteotomy procedures. *VTOC: Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology, 24*, 1-9.
- Guerrero, T., Montavon, P., & Rodríguez Quirós, J. (2008). Errores y complicaciones de la TTA. *Canis Et Felis, 95*, 94-104.
- Hohn, R., & Miller, J. (1967). Surgical correction of rupture of the anterior cruciate ligament in the dog. *Journal of the American Veterinary Medical Association, 150*, 1133-1141.
- Jerram, R., & Walker, A. (2003). Cranial cruciate ligament injury in the dog: Pathophysiology, diagnosis and treatment. *New Zealand Veterinary Journal, 51*:4, 149-158.
- Johnson, F. (1960). Prosthetic anterior cruciate ligament. *Journal of the American Veterinary Medical Association, 137*(11), 646-647.
- Krotscheck, U., Nelson, S. A., Todhunter, R. J., Stone, M., & 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*(2), 261-268.
- Lafaver, S., Miller, N. A., Stubbs, W. P., & Taylor, R. A. (2007). Tibial tuberosity advancement for stabilization of the canine cranial cruciate ligament-deficient stifle joint: Surgical technique, early results and complications in 101 dogs. *Veterinary Surgery, 36*, 573-586.

- Lazar, T., Berry, C., DeHaan, J., Peck, J., & Correa, M. (2005). Long-term radiographic comparison of tibial plateau leveling osteotomy versus extracapsular stabilization for cranial cruciate ligament rupture in the dog. *Veterinary Surgery*, 34(2), 133-141.
- Lozier, S. (2004). TPLO complications, causes and solutions. *12 Th ESVOT Congress*, Munich. pp. 80-82.
- Martínez Galdames, J. J., Rubio de Francia, Á., & Mínguez Molina, J. J. (1998). Ligamentos cruzados. *Canis Et Felis*, 35, 15-35.
- Montavon, P., Damur, D., & Tepic, S. (2002). Advancement of the tibial tuberosity for the treatment of cranial cruciate-deficient canine stifle. *Proceedings of the 1st World Orthopaedic Veterinary Congress*, , 152.
- Muir, P. (2011). *Avances en el ligamento cruzado anterior canino*. Multimédisca Ediciones Veterinarias.
- Olmstead, M. (1993). The use of orthopaedic wire as a lateral suture for stifle stabilization. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 23, 735-753.
- Paatsama, S. (1952). Ligament injuries of the canine stifle joint: A clinical and experimental study. Doctoral Thesis, Helsinki University).
- Rodríguez Quirós, J., Jiménez Socorro, A., Montavon, P., & Guerrero, T. (2008). Técnica quirúrgica TTA. *Canis Et Felis*, 95, 58-75.
- Rodríguez Quirós, J., Jiménez Socorro, A., San Román Ascaso, F., & Guerrero, T. (2008). Rotura ligamento cruzado anterior en el perro: Signos clínicos, diagnóstico y tratamiento. *Canis Et Felis*, 95, 16-26.
- Slocum, B., & Devine, T. (1984). Cranial tibial wedge osteotomy: A technique for eliminating cranial tibial thrust in cruciate ligament repair. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 184, 564-569.
- Slocum, B., & Slocum, T. (1993). Tibial plateau leveling osteotomy for repair of cranial cruciate ligament in the canine. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 23, 777-795.
- Tamburro, R., Pinna, S., Tribuiani, A., Panacea, A., Carli, F., & Venturini, A. (2012). Biceps femoris muscle transposition for treatment of cranial cruciate ligament rupture in small breed dogs. *Journal of Veterinary Science*, 13(1), 93.
- Zaera Polo, J. P., & Frías Rides, C. (2012). Implantes avanzados en traumatología de animales de compañía. *Canis Et Felis*, 116(2), 69-81.