



## TÍTULO

**RECONSTRUCCIÓN DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR**  
REVISIÓN SISTEMÁTICA DE ESTUDIOS PROSPECTIVOS  
RANDOMIZADOS QUE COMPARAN LOS RESULTADOS CLÍNICOS DE  
UN TÚNEL FEMORAL ANTEROMEDIAL VERSUS EL TÚNEL  
FEMORAL TRANSTIBIAL

## AUTOR

**Oswaldo Jorge Gómez Sosa**

**Esta edición electrónica ha sido realizada en 2021**

<b>Director</b>	Dr. Gabriel Domecq Fernández de Bobadilla
<b>Tutor</b>	Dr. Francisco Montilla
<b>Curso</b>	<i>Máster Universitario en Patología del la Rodilla (2019/20)</i>
©	Oswaldo Jorge Gómez Sosa
©	De esta edición: Universidad Internacional de Andalucía
<b>Fecha documento</b>	2020



## Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas

### Usted es libre de:

- Copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra.

### Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciador (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
- **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
- **Sin obras derivadas.** No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.
- *Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.*
- *Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.*
- *Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.*

# **RECONSTRUCCION DEL LIGAMENTO CRUZADO**

## **ANTERIOR:**

REVISIÓN SISTEMÁTICA DE ESTUDIOS PROSPECTIVOS  
RANDOMIZADOS QUE COMPARAN LOS RESULTADOS  
CLINICOS DEL UN TUNEL FEMORAL ANTEROMEDIAL  
VERSUS EL TUNEL FEMORAL TRANSTIBIAL

# **RECONSTRUCCION DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR: REVISIÓN SISTEMÁTICA DE ESTUDIOS PROSPECTIVOS RANDOMIZADOS QUE COMPARAN LOS RESULTADOS CLINICOS DEL UN TUNEL FEMORAL ANTEROMEDIAL VERSUS EL TUNEL FEMORAL TRANSTIBIAL**

## **1. INTRODUCCIÓN**

Un profundo conocimiento de la morfología del ligamento cruzado anterior (LCA) es fundamental para su reconstrucción anatómica [1]. La ruptura del LCA es la lesión ligamentosa más frecuente en la rodilla. Presentan una incidencia anual de 35 por 100.000 habitantes con un coste sanitario y laboral importante por cada intervención de ligamentoplastia, ya que la mayoría de lesiones se presentan en personas jóvenes. La mayoría de las rupturas se asocian a lesiones deportivas tras un mecanismo rotacional indirecto. En general es más frecuente en el sexo femenino que en el masculino (x2/8) [2,3].

La mayoría de los cirujanos estarán de acuerdo que es importante una reconstrucción anatómica de LCA, por ello es indispensable conocer su anatomía. Una reconstrucción anatómica del LCA es la restauración del LCA a sus dimensiones nativas, orientación y sitios de inserción [1]. Por ello, es importante tener en cuenta las propiedades anatómicas del LCA al realizar una cirugía de LCA. Esto puede conducir a una restauración más precisa de la cinemática de la rodilla al estado original y mejoras en los resultados a largo plazo.

### **1.1. Anatomía del LCA**

El LCA está formado por tejido conectivo denso envuelto de membrana sinovial. Se trata de una estructura intraarticular, pero extrasinovial (Figura 1). Se ha observado formación de LCA en el desarrollo fetal desde la octava semana de gestación [4].

Una de las primeras descripciones conocidas del LCA humano se hizo alrededor del 3000 a.C., escrito en un rollo de papiro egipcio. La descripción más temprana del LCA usando su nombre moderno "Ligamenta genu cruciate" fue durante la era romana (199-129 a.C.), por Claudius Galen.

En 1543, se realizó el primer estudio anatómico formal del LCA humano por Andreas Vesalius, que posteriormente fue descrito en su libro "De Humani Corporis Fabrica Libris Septum". En 1836, los hermanos Weber realizaron estudios de disección y notaron un movimiento anteroposterior anormal de la tibia después de la sección del LCA. Asimismo, describieron el LCA como dos haces

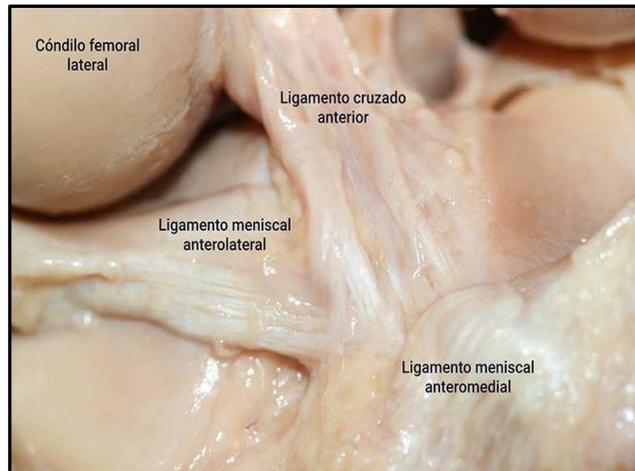


Figura 1. Anatomía del Ligamento Cruzado Anterior

separados que tensan en diferentes ángulos de flexión de la rodilla [5]. En 1845, Amóde Bonnet de Lyon en Francia, publicó los primeros estudios cadavéricos sobre el mecanismo de las lesiones de los ligamentos de la rodilla en su tratado de 1.300 páginas sobre el "tratamiento de las enfermedades articulares". Notó que el ligamento cruzado anterior (LCA) se rompía más a menudo en su inserción femoral (acompañada de un crujido) y rara vez en la inserción tibial [6].

El LCA se inserta en la parte posterior de cóndilo femoral externo y se dirige de manera oblicua en sentido anterior, distal y medial para insertarse en las espinas tibiales. Existen dos fascículos, anteromedial (AM) y posterolateral (PL), que se diferenciaron según su disposición tibial.<sup>6</sup> Los estudios histológicos han demostrado que hay un tabique de tejido conectivo vascularizado que separa los fascículos AM y PL del LCA [7].

La longitud total del ligamento es aproximadamente 31 a 38 mm y varía hasta en un 10% a lo largo de un rango de movimiento normal. Estudios anatómicos han mostrado una gran variación en el tamaño de los haces del LCA, se considera que la longitud media del haz AM está entre 28 y 38 mm; esto es más largo que el paquete PL, que tiene una longitud promedio de 17,8 mm. Ambos fascículos AM y PL, tienen diámetros similares, con un ancho total de 7 a 17 mm, sin embargo, el área de la sección transversal del ligamento varía significativamente a lo largo de su recorrido desde

aproximadamente 44 mm<sup>2</sup> en su mitad a más de tres veces tanto en sus origen e inserción. En los sitios de inserción femoral y tibial, el paquete AM es más grueso que el paquete PL [8]. El sitio de inserción tibial es aproximadamente 3,5 veces mayor que el diámetro en su sustancia media y 120% que la inserción del LCA a nivel femoral. Que la inserción tibial sea mayor que la femoral, la hace también más resistente motivo por el que se explica que la mayoría de las roturas sean proximales, es decir a nivel femoral [9,10].

## 1.2. Biomecánica del LCA

En general la principal función del LCA es limitar la traslación anterior de la tibia sobre el fémur, controla la rotación tibial y evita el hiperextensión de la rodilla [7]. Los estudios biomecánicos han demostrado que las fibras de LCA no son isométricas en todo el arco de flexión. Las fuerzas in situ del LCA varían considerablemente durante un rango normal de movimiento de la articulación de la rodilla. Con una aplicación de carga tibial anterior de 110 N, el LCA demuestra fuerzas elevadas in situ entre 0 y 30 grados de flexión, con un máximo de 15 grados. Las fuerzas in situ se encuentran en su punto más bajo entre 60 y 90 grados, con un mínimo en los 90 grados. Así mismo, estudios recientes han evaluado las funciones individuales de cada fascículo del LCA. El AM permanece constante durante el movimiento de flexión y de extensión de la rodilla, pero tiene su máxima tensión entre 45-60° mientras que el fascículo PL es más variable, el fascículo PL se tensa en extensión [11].

La experiencia clínica ha sugerido que las consideraciones biomecánicas de la traslación anterior-posterior por sí solas no se correlacionan con las evaluaciones subjetivas de la estabilidad de la rodilla y que es relevante una evaluación más completa del papel de la estabilidad rotacional [12]. La función secundaria del LCA es resistir la rotación tibial interna, que es más pronunciada en la extensión de la rodilla. En un estudio en 2014 por Gabriel y col., se incluyó un análisis de una carga rotatoria combinada de 10 Nm en valgo y 5 Nm en la rotación tibial interna a 15 y 30 grados de flexión. Para el paquete PL, se registraron fuerzas in situ de 21 N a 15 grados y 14 N a 30 grados. Para el paquete AM, las fuerzas in situ fueron de 30 N y 35 N, respectivamente [13]. Esto demuestra que los 2 fascículos AM y PL contribuyen a la estabilidad rotacional de la rodilla en estos ángulos.

Además, estudios recientes que utilizan análisis cinemático in vivo han evaluado la estabilidad rotacional en el LCA durante diversas actividades funcionales como caminar y correr [14,15]. Se ha visto que el LCA proporciona una parte importante de estabilidad rotacional tanto actividades de baja y alta demanda ayudando a mantener la posición normal de la articulación de la rodilla, un papel que es compartido por ambos fascículos del ligamento.

### 1.3. Rotura Ligamento Cruzado Anterior

El mecanismo lesional más frecuente es valgo forzado con la rodilla en ligera flexión acompañado de rotación interna de la tibia. La hiper-flexión y la hiper-extensión forzadas también se han señalado como mecanismos de ruptura del LCA. También pueden verse asociadas a lesiones multiligamentosas o a lesiones de otras estructuras de la rodilla como meniscos, cartílago, hueso subcondral [16]. (Figura 2)

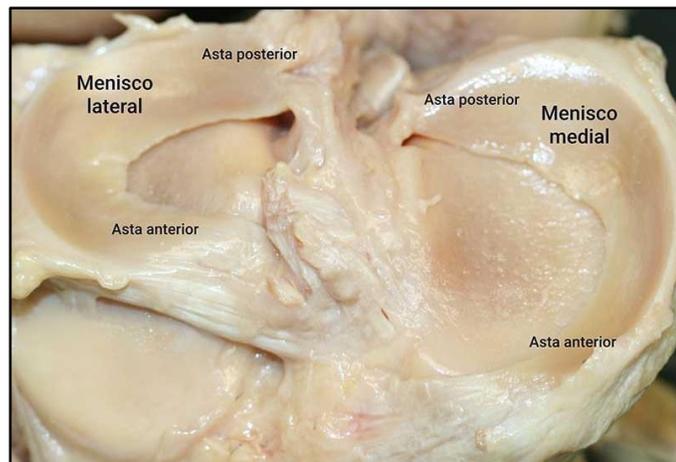


Figura 2. Anatomía de meniscos, que pueden lesionarse en una rotura del LCA.

Los pacientes que sufren una ruptura aguda del LCA refieren dolor, inestabilidad y derrame articular. Kobayashi y col., investigaron en 1.718 atletas japoneses, qué tipo de deporte estaban realizando cuando se lesionaron el LCA. La mayoría de las lesiones del LCA ocurrieron al jugar al fútbol, al jugar básquet, al esquiar o al hacer gimnasia [17]. En particular, los jugadores de fútbol imponen grandes exigencias a sus rodillas. Los cambios repentinos de dirección, los cortes duros y los pivotes ponen las rodillas del jugador en un gran riesgo de lesión del LCA.

Sin embargo, aunque es una lesión que se presenta muchas veces al realizar deportes, la afectación de la rotura del LCA suele conllevar a una inestabilidad que le conllevan a una limitación tanto del

ámbito cotidiano como el deportivo. Sobre todo, en el momento de realizar ejercicios de pivotaje, saltos laterales o al forzar el peso sobre una extremidad. Es por eso y debido a la alta prevalencia de este tipo de lesiones que es fundamental repararlas para poder volver a la funcionalidad previa de la rodilla.

#### 1.4 Cirugía del Ligamento Cruzado Anterior

El objetivo a corto plazo de la reconstrucción de LCA es la restauración de la estabilidad de la rodilla y así mejorar la sintomatología del paciente. A largo plazo el objetivo fundamental es evitar cambios degenerativos articulares [16]. Dada la alta frecuencia de esta lesión existen distintas técnicas con el fin de asemejarse lo máximo posible a la biomecánica del ligamento cruzado sano.

##### 1.4.1 Injerto

El tipo de injerto que elige el cirujano para la reconstrucción del LCA ha evolucionado durante las últimas décadas. En la década de 1970, Erickson popularizó el autoinjerto de injerto de tendón rotuliano o HTH. Esta se convirtió en la opción de injerto más popular durante más de tres décadas. De hecho, en encuestas a cirujanos de rodilla, aunque algunos ya no utilizan el HTH, el 80% todavía estaban a favor del uso. Sin embargo, debido al dolor del sitio de obtención del injerto, la rigidez posoperatoria asociada, muchos cirujanos comenzaron a examinar otras opciones, como injertos semitendinosos, cuádriceps, aloinjertos e injertos sintéticos. Fowler y Rosenberg popularizaron el uso del semitendinoso. Sin embargo, incluso Fowler no estaba convencido de la fuerza del injerto [18]. Injertos sintéticos fueron opciones de tratamiento, ejemplos Gore-Tex (Flagstaff, AZ), Leeds-Keio y Dacron (Stryker, Kalamazoo, MI). Evitaban la morbilidad del injerto de tendón rotuliano. La experiencia inicial fue generalmente satisfactoria, pero los resultados se deterioraron gradualmente con un seguimiento más prolongado, debido a su rotura por abrasión [19,20]. El aloinjerto fue otra opción que evitó el problema del sitio de obtención del injerto, a pesar que el aloinjerto inicial que se esterilizó con óxido de etileno tuvo muy malos resultados. Hoy en día los productos liofilizados, frescos congelados y crioconservados son los métodos más populares de conservación de

aloinjertos. Actualmente el aloinjerto se ha convertido en una alternativa popular al autoinjerto porque reduce la morbilidad del sitio de cosecha y el tiempo operatorio.

La fuerza del injerto es uno de los factores que influyen en la elección del injerto para la reconstrucción del LCA. Al comparar injertos, es importante notar la configuración de los injertos probados; en otras palabras, si se trata de un injerto simple, doble o cuádruple, y en el caso de HTH, si es un injerto de 10 mm o de 15 mm [21,22]. Actualmente se sabe, que los autoinjertos de isquiotibiales de cuatro hebras son los injertos disponibles más fuertes, seguidos de los injertos de cuádriceps y los de HTH, con datos insuficientes para evaluar los aloinjertos de tendón de Aquiles. Lo que sí se sabe es que todos tienen mayor fuerza que el LCA nativo [21]. Debido a que los injertos parecen retener sólo la mitad de su resistencia durante el tiempo, parecen deseables injertos significativamente más fuertes que el LCA nativo [22].

#### 1.4.2. Reconstrucción Monofascicular o Bifascicular.

A nivel quirúrgico se ha valorado la posibilidad de realizar una reconstrucción bifascicular que ha demostrado mejorar a nivel biomecánico respecto a la monofascicular, pero no existen diferencias en estudios clínicos. Dado que además se trata de una intervención más compleja y con mayores probabilidades de complicarse han provocado que esta técnica de momento no se generalice a toda la población.<sup>10</sup> Por lo tanto actualmente la técnica de elección en este momento es la reconstrucción del LCA mediante una banda simple que pueden ser de isquiotibiales, tendón rotuliano (HTH), cuádriceps o bien aloinjerto.<sup>11</sup>

#### 1.4.3. Túnel femoral.

La reconstrucción monofascicular ha ido evolucionando en el tiempo. Inicialmente se realizaba una reconstrucción artroscópica con doble incisión. Posteriormente se popularizó la técnica transtibial (TT) con el concepto de isometría de la plastia en la que únicamente se realiza un monotunel. La otra vertiente más anatómica es la técnica anteromedial (AM) siendo el objetivo principal la colocación anatómica de la plastia en las huellas de inserción del

ligamento cruzado anterior a nivel femoral. Se trata de la técnica más novedosa y una de las tendencias actuales para las reconstrucciones del LCA. En las encuestas más recientes, publicadas en 2013 y 2015, encontraron que el 68% de los cirujanos están usando una técnica de perforación independiente, técnica AM, y solo el 31% todavía usa una guía TT [23,24]. No obstante, la técnica AM no se encuentra exenta de complicaciones como, por ejemplo: los túneles femorales son más cortos, riesgo de rotura o de dañar estructuras laterales, lesión del cóndilo femoral interno. La tendencia impulsada a usar la técnica AM ha sido impulsada por el objetivo de obtener la reconstrucción más "anatómica" posible. Sin embargo, existe numerosa controversia sobre la relevancia clínica de la técnica transtibial versus la técnica anteromedial.

## **2. HIPÓTESIS Y OBJETIVO**

### **2.1. Hipótesis**

Existe diferencia en los resultados clínicos de la reconstrucción del LCA si comparamos la técnica para la realización del túnel femoral, túnel anteromedial versus túnel transtibial

### **2.2. Objetivo**

Realizar una revisión sistemática sobre los artículos prospectivos randomizados que comparan la técnica anteromedial versus transtibial para la realización del túnel femoral, con el fin de valorar si hay diferencias clínicas.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Revisión Sistemática

En septiembre del 2019 se realizó una búsqueda bibliográfica en la base de datos de artículos científicos de PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>). El diseño de la revisión sistemática se basó en los métodos de revisión Cochrane. De acuerdo con las pautas de la declaración Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Metaanalyses (PRISMA). Se buscaron estudios que evaluaran los resultados clínicos en pacientes que se sometieron a reconstrucción del LCA mediante la técnica AM o TT. Los términos de búsqueda utilizados en inglés fueron: 1. Reconstrucción del ligamento cruzado anterior ó reconstrucción del LCA, 2. Reconstrucción transtibial o convencional, 3. Reconstrucción anteromedial ó anatómica. También se realizaron búsquedas manuales de los artículos potencialmente omitidos por la búsqueda electrónica.

Se evaluaron los títulos y resúmenes de los artículos encontrados mediante la búsqueda sistemática y se seleccionaron los estudios relevantes para una revisión completa. Si el resumen no proporcionaba datos suficientes para decidir, se revisaba el artículo completo. Siguiendo las directrices del PRISMA, 2 independientes revisores (O.G., J.N.C.) evaluaron títulos, resúmenes, y artículos de texto completo. En caso de debate sobre la inclusión de un artículo, se consultó a un tercer revisor independiente (A.P.). Los estudios que se incluyeron en el análisis fueron: (1) Estudios prospectivos randomizados, (2) Estudios de pacientes operados de forma artroscópica primaria del LCA y que comparaban el túnel femoral AM y el túnel femoral TT, (3) Estudios que evaluaron clínicamente los resultados quirúrgicos de ambas técnicas mediante escalas de rodilla avaladas, (4) Estudios que informaron parámetros completos, incluidas número de muestra por grupo, las medias y la desviación estándar, (5) Estudios que evaluaron complicaciones postoperatorias y necesidad de reintervención. Se excluyeron: (1) Estudios en cadáveres, (2) Estudios sin texto completo en inglés, (3). Estudios con datos duplicados. Al analizar y organizar los estudios, se verificaron el país y la ciudad del hospital o la institución en la que se realizaron las cirugías artroscópicas, el nombre del cirujano en los estudios y el período de evaluación para excluir cohortes de pacientes duplicadas. Si

se evaluó la misma cohorte de pacientes en más de un estudio, se incluyó el último estudio con el período de seguimiento más largo, mientras que los demás se excluyeron (Figura 3).

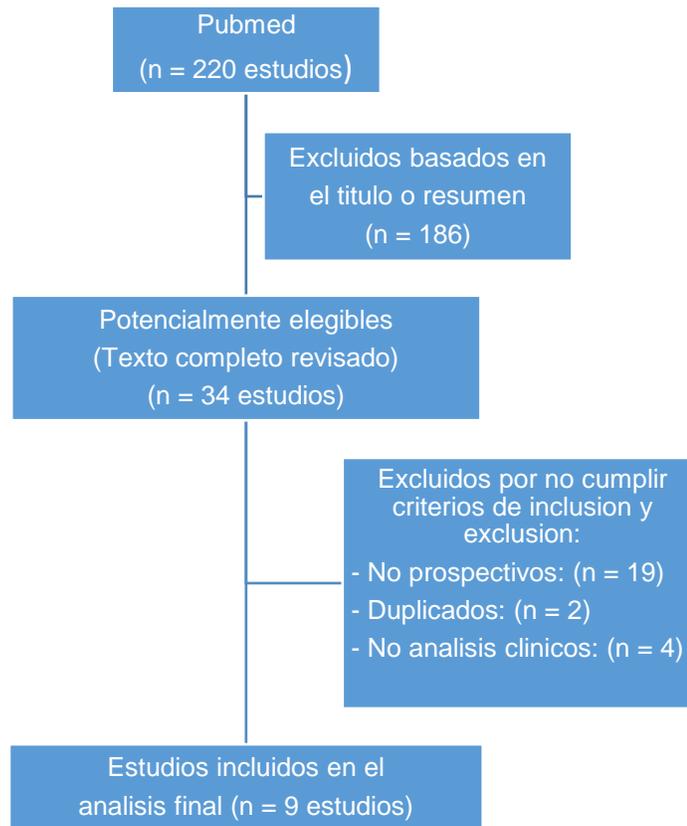


Figura 3. Diagrama de flujo de la identificación y selección de los estudios incluidos en esta revisión sistemática.

### 3.2. Variables analizadas

Dos investigadores extrajeron de forma independiente los datos de los 9 estudios incluidos en el análisis final. Para la extracción de datos se utilizó un formulario de extracción de datos predefinido. Cualquier desacuerdo no resuelto entre los 2, fue revisado por un tercer investigador.

Los resultados de interés incluidos fueron:

1. Demográficos: Se recolectó edad en el momento de la cirugía (años), género del paciente (masculino o femenino), tipo de injerto utilizado, tiempo entre lesión y cirugía (semanas), lesiones asociadas cartilaginosas y meniscales, y tiempo de seguimiento (meses).
2. Resultados Clínicos: Los resultados clínicos estandarizados recopilados incluyeron la escala IKDC (International Knee Documentation Committee, puntuación de rodilla de Lysholm y la puntuación de actividad de Tegner.
3. Complicaciones: Se recopiló las variables de complicaciones postoperatorias y necesidad de reintervención.

### *3.3. Análisis estadístico.*

Para todos los análisis se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS versión 25.0 (IBM Corp., Armonk, Nueva York, EE. UU.). Se realizó un análisis descriptivo por grupos y general. Las variables continuas, incluida la escala IKDC, la puntuación de rodilla de Lysholm y la puntuación de actividad de Tegner, se informaron como medias. Las variables continuas, incluida Lachman, pivot shift, y necesidad de reintervención, se informaron como porcentajes.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Resultados demográficos

9 estudios prospectivos randomizados fueron incluidos en el análisis final de esta revisión sistemática. Tabla 1. En total se analizaron en los 9 estudios 763 pacientes. En 386 pacientes se usó un túnel femoral AM para la reconstrucción del LCA (50.6 %), y en 377 se usó un túnel femoral para la reconstrucción del LCA (49.4 %).

Tabla 1. Resumen de los estudios incluidos en la revisión sistemática realizada

Estudio	Año	Injerto Usado	Túnel Femoral	Edad (Media)	Número de Pacientes
Hussein y col.	2011	injerto isquiotibiales	AM	34.2	78
			TT	32.6	72
Zhang y col.	2012	injerto isquiotibiales	AM	28	31
			TT	28	34
Mirzatoiooei y col.	2012	injerto isquiotibiales	AM	26.6	80
			TT	26.8	88
Noh y col.	2013	aloinjerto Aquiles	AM	22	31
			TT	24	30
Bohn y col.	2014	injerto isquiotibiales	AM	24.3	15
			TT	27.5	14
Youm y col.	2014	aloinjerto Aquiles	AM	27.6	20
			TT	29.7	20
Yanasse y col.	2016	injerto isquiotibiales	AM	NM	20
			TT	NM	20
Geng y col.	2018	injerto isquiotibiales	AM	29.6	56
			TT	31.8	48
Minguell y col.	2020	injerto isquiotibiales	AM	31	55
			TT	29.8	51

AM: anteromedial, TT: transtibial

En 7 estudios se utilizaron para la reconstrucción del LCA injerto autólogo de isquiotibiales (77.7%), y 2 utilizaron injerto de banco para la reconstrucción del LCA (22,3%). La edad fue informada en solo

8 estudios; edad media en general 28.3 años de edad. El género fue informado en 7 estudio; masculino (78.5%) y femenino (21.5%). Tiempo entre lesión y cirugía fue informada solo en 5 estudios; tiempo entre lesión y cirugía general fue de 35.5 semanas. Hay que recalcar que excluyendo el estudio de Minguell y col, el tiempo entre lesión y cirugía fue de 8.2 semanas (DE 2.2). Seguimiento medio 23.4 meses (rango 12 - 52).

Tabla 2. Datos demográficos generales de los estudios analizados.

	Tipo de Túnel Femoral		
	AM	TT	TOTAL
<b>Número de Pacientes (%)</b>	386 (50.6)	377 (49.4)	763 (100)
<b>Edad. Media (DE)</b>	27.9 (3.8)	28.7 (2.7)	28.3 (3.2)
<b>Genero</b>			
Hombre (%)	239 (50.9)	235 (49.1)	469 (78.5)
Mujer (%)	70 (54.7)	58 (45.3)	128 (21.5)
<b>Tiempo entre lesión y cirugía medio; semanas (DE)</b>	32.9 (57.6)	38.1 (64.8)	35.5 (57.8)
<b>Seguimiento medio; meses (DE)</b>	23.4 (12.0)	23.4 (12.4)	23.4 (11.8)

AM: anteromedial, TT: transtibial, %: Porcentaje, DE: Desviación estándar

#### 4.2. Resultados Clínicos

A nivel de resultados clínicos medidos mediante escalas de valoración de la rodilla se resumen en la tabla 3. En los estudios las escalas más utilizadas fueron la IKDC, la puntuación de Lysholm y la puntuación de Tegner. 8 estudios comparan al menos 2 escalas funcionales. Solo un estudio, el de Geng y col., compara las 3 escalas funcionales.

Tabla 3. Resumen de las puntuaciones de las escalas de rodillas en los estudios analizados

Estudio	Año	Túnel Femoral	Número de Pacientes	IKDC		LYSHOLM		TEGNER	
				PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST
Hussein y col.	2011	AM	78	67.7	90.6	73.6	91.8	NM	NM
		TT	72	63.7	90.2	71.5	90.9	NM	NM
Zhang y col.	2012	AM	31	NM	NM	66.7	95.1	NM	NM
		TT	34	NM	NM	69.7	94.5	NM	NM
Mirzatoioeei y col.	2012	AM	80	NM	NM	NM	81.41	5.08	5.9
		TT	88	NM	NM	NM	78.32	5.1	5.5
Noh y col.	2013	AM	31	NM	NM	56	95	NM	NM
		TT	30	NM	NM	57	92	NM	NM
Bohn y col.	2014	AM	15	62	76	73	86	3.9	5.5
		TT	14	58	71	70	81	3.7	5.6
Youm y col.	2014	AM	20	NM	83.9	NM	86.1	NM	7.45
		TT	20	NM	82.8	NM	85	NM	7.5
Yanasse y col.	2016	AM	20	NM	NM	NM	94.6	NM	5.2
		TT	20	NM	NM	NM	96.6	NM	5.9
Geng y col.	2018	AM	56	35.7	89.5	45.9	93.3	5	6.8
		TT	48	36.1	87.4	45.4	89.5	5	6.3
Minguell y col.	2020	AM	55	55.1	79.7	64.8	84.3	NM	NM
		TT	51	52.7	79.8	58.9	86.4	NM	NM

Pre: valor preoperatorio; Post: valor postoperatorio; AM: anteromedial, TT: transtibial, NM: No mencionado

A nivel general se aprecia una mejora de las puntuaciones Lysholm, IKDC y Tegner entre el preoperatorio y postoperatorio.

- A nivel general la escala Lysholm, la diferencia general entre el preoperatorio y el postoperatorio fue de 26.3 puntos. La puntuación Lysholm general preoperatoria fue de 62.7 puntos, y la puntuación Lysholm general postoperatoria fue de 89.0 puntos.
- A nivel general la escala IKDC, la diferencia general entre el preoperatorio y el postoperatorio fue de 29.2 puntos. La escala IKDC general preoperatoria fue de 53.9 puntos, y la escala IKDC general postoperatoria fue de 83.1 puntos.
- A nivel general la escala Tegner, la diferencia general entre el preoperatorio y el postoperatorio fue de 1.6 puntos. La escala Tegner general preoperatoria fue de 4.6 puntos, y la escala Tegner general postoperatoria fue de 6.2 puntos.

La tabla 4 resumen los resultados de las escalas de rodilla por grupo; es decir grupo antero medial y grupo transtibial.

En resumen, mejor puntuación postoperatoria a nivel de Lysholm y IKDC presenta el grupo AM, pero partían con una mejor puntuación Lysholm y IKDC preoperatoria en comparación del grupo TT. A nivel de la escala Tegner no se encuentran diferencias en los resultados. Solo 4 estudios de los 9 valoración la escala de Tegner. Sin embargo, de esos 4 estudios solo 2 dan valores preoperatorios y postoperatorios a nivel de la escala Tegner.

Tabla 4. Resumen de las puntuaciones de las escalas de rodillas en los estudios analizados por grupo Anteromedial y grupo Transtibial.

	TIPO					
	Antero-Medial			Trans-Tibial		
	Media	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo
Pre Lysholm	63,3	45,9	73,6	62,1	45,4	71,5
Post Lysholm	<b>89,7</b>	81,4	95,1	88,2	78,3	96,6
Pre IKDC	55,1	35,7	67,7	52,6	36,1	63,7
Post IKDC	<b>83,9</b>	76,0	90,6	82,2	71,0	90,2
Pre Tegner	4,6	3,9	5,0	4,6	3,7	5,1
Post Tegner	6,2	5,2	7,4	6,2	5,5	7,5

IKDC: International Knee Documentation Committee; Lysholm: puntuación de rodilla de Lysholm; Tegner: puntuación de actividad de Tegner.

#### 4.3. Complicaciones Postoperatorias

Una importante limitación es que a nivel de complicaciones y reoperaciones solo 2 estudios de los 9 estudios prospectivos randomizados han publicado el número de complicación postoperatorias. (Tabla 5)

Tabla 5. Resumen de las revisiones en los estudios analizados

Estudio	Año	Túnel Femoral	Número de Pacientes	Revisión	Revisión %
Mirzatooei y col.	2012	AM	80	2	2.56
		TT	88	4	4.76
Minguell y col.	2020	AM	55	4	7.3
		TT	51	5	9.8

AM: anteromedial, TT: transtibial, %: porcentaje

A nivel general analizando estos 2 estudios la tasa de revisión si sale porcentualmente mayor en el grupo TT.

Tabla 6. Resumen de las puntuaciones de las complicaciones en los estudios analizados por grupo Anteromedial y grupo Transtibial.

	TIPO					
	Antero-Medial			Trans-Tibial		
	Media	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo
Revision	3	2	4	5	4	5
Porcentaje Revision	4,9	2,5	7,3	7,3	4,7	9,8

## Discusión

Existe una tendencia importante hacia la sustitución de la técnica transtibial por la anteromedial de túneles independientes. En la última encuesta internación reciente se evidenció que la técnica anteromedial supera a la transtibial [23,24]. Por ello se observa que la tendencia actual es hacia la reconstrucción más anatómica ya sea con doble banda o monobanda anteromedial respecto a técnicas como la transibial. El objetivo de nuestro estudio como ya se ha dicho previamente es valorar dos técnicas de reconstrucción del túnel femoral en la cirugía artroscópica del LCA desde el punto de vista clínico como de satisfacción con el objetivo final de aportar el máximo grado de evidencia para decidir que técnica es la óptima para nuestros pacientes.

Un primer hallazgo fue que el injerto de primera elección en estos estudios prospectivos fuer el injerto isquiotibial autólogo. En nuestro estudio todos los estudios prospectivos exceptuando el de Youm y col. utilizaron injerto autólogo de isquiotibiales. Youm y col, usaron aloinjerto de tendón de Aquiles [25]. Otro hallazgo importante fue que, aunque la rotura del LCA es más frecuente en mujeres, a nivel de estos estudios prospectivos randomizados, el 78.5% de pacientes operados en estos

estudios fueron masculino (78.5%) y solo el 21.5 fueron femeninos. Asimismo, la mayoría de estudios la reconstrucción del LCA anterior se hizo precozmente en menos de 6 meses entre la lesión y la cirugía. Solo en el estudio de Minguell y col., el tiempo entre lesión y cirugía fue entre 34 y 38 meses [26].

Volviendo al objetivo de nuestro estudio es valorar si la técnica que recientemente está en auge y resulta ser más anatómica, la técnica anteromedial, ofrece beneficios respecto a la técnica no anatómica tradicional donde se usaba el concepto de plastia isométrica. Hasta 2010 no se había publicado ningún estudio comparativo de dichas técnicas. En ese año Alentorn- Geli y cols.<sup>13</sup> realizan una revisión bibliográfica para comparar los resultados clínicos de la técnica anteromedial frente a la transtibial para la reconstrucción del LCA con hueso- tendón- hueso incluyendo 21 estudios con un total de 859 paciente (257 AM- 602 TT) [27]. Sin embargo, ningún estudio incluido en esta revisión era un estudio prospectivo randomizado que comparaba las 2 técnicas, incluso ningún estudio en si comparaban las 2 técnicas. Señalando como una principal limitación que esa revisión sistemática y meta-análisis se basó en una comparación indirecta, con las limitaciones que esta tiene. En su estudio concluyeron que los pacientes que fueron intervenidos por técnica AM presentaban un retorno precoz a la carrera, mejor movilidad, mejor Lachman y mejor resultado en los test KT-1000 a los 1-2 años de seguimiento, pero estas diferencias desaparecieron con seguimientos a largo plazo. La conclusión del estudio a largo plazo fue que los supuestos beneficios de la técnica AM desaparece a largo plazo y no se puede concluir que una técnica sea superior a la otra. Posteriormente el mismo autor desarrollo otro estudio clínico retrospectivo con 47 pacientes (26 AM:21TT) utilizando HTH autólogo [28]. La conclusión del estudio era que la técnica AM mejoraba de manera significativa la estabilidad traslacional y rotacional, IKDC, así como mejor recuperación post- intervención. La limitación de este estudio también fue que se trataba de un estudio retrospectivo, con poca muestra de paciente, pacientes no aleatorizados, pacientes de diferentes periodos, así como diferentes periodos de seguimiento.

En el 2012, Hussein y col., realizaron un estudio prospectivo aleatorizado en 320 pacientes con un seguimiento medio entre 3-5 años comparando tres técnicas: TT, anatómica monofascicular y anatómica doble fascicular [29]. El estudio incluye 281 pacientes con un seguimiento entre 3-5 años. Los pacientes con doble fascículo presentaban una menor laxitud anteroposterior medida con KT-100 y menor laxitud rotacional valorar con el pivot shift, comparando con el grupo de un solo fascículo en la técnica AM y TT. Además, a nivel funcional el único resultado significativamente diferente era el Lysholm. Por lo tanto, como conclusión final del estudio resultó que a nivel biomecánico existen evidencias de diferencias significativas, pero eso no se traduce en unos mejores resultados clínicos. Otro estudio prospectivo aleatorizado, publicado en el 2012, por Zhang y col, con 64 pacientes también defiende que independientemente del tipo de la técnica que se use los resultados clínicos no son estadísticamente significativos [30]. La puntuación de la rodilla de Lysholm y la laxitud anterior KT-1000 no fueron significativamente diferentes entre los grupos TT y AM después de la operación, siendo estos  $p=0.716$  y  $p=0.351$ , respectivamente.

En 2013 Mirzatooei, presentó un estudio con 188 pacientes randomizados [31]. Este es el estudio prospectivo randomizado que compara ambas técnicas con más muestra de pacientes, teniendo 80 pacientes en el grupo AM y 88 pacientes en el grupo transtibial. Este estudio demostró a corto plazo mejores resultados clínicos tanto del IKDC como del Lysholm. Según la puntuación IKDC, hubo más rodillas normales en el grupo AM que en el grupo TT (37 vs 25). La puntuación media de Lysholm fue  $78,32 \pm 10,7$  en el grupo TT y  $81,41 \pm 8,2$  en el grupo AM ( $p = 0,037$ ). Asimismo, en el seguimiento final, 20 pacientes en el grupo TT y 10 en el grupo AM tenían una calificación de prueba de Lachman de 2 o 3. No obstante, refieren que los índices de complicaciones de la técnica quirúrgica AM son mayores en términos del paso de la plastia y de la rotura de la pared posterior. También en ese mismo año, 2013, Noh y col., publicaron un estudio prospectivo aleatorizado comparativo en 64 pacientes jóvenes varones con ruptura del LCA realizando una reconstrucción monofascicular con aloinjerto de Aquiles con un seguimiento de 30,2 meses [32]. No encontraron diferencias significativas en el test de Lachman, pivot shift, IKDC, Tegner ( $p > 0.05$ ). Sin embargo, se evidenció diferencias estadísticamente significativas en el test de Lysholm  $p < 0.025$  a favor del grupo AM.

También en el test radiológico Telos encontraron que la rodilla resultaba ser más estable en el grupo AM con diferencia estadísticamente significativa;  $p=0,008$ . También se observó que el túnel femoral en el grupo AM era unos 7 mm más posteriores que en grupo TT con estadísticas significativas  $p < 0.001$ .

Bohn y col, publicó en 2014 un estudio en el que comparaba mediante un estudio de la marcha pacientes intervenido mediante técnica transtibial, anteromedial y doble banda [33]. El análisis demostró que no existían diferencias significativas al andar, correr ni pivotar entre la técnica anatómica versus transtibial al año de seguimiento. Ese mismo año se presentó el artículo de Youm y col., en el que describen una modificación de la técnica transtibial sin modificar las características del túnel tibial y con la consiguen situar la plastia en la huella nativa del LCA obteniendo los mismos resultados en cuanto a estabilidad traslacional y rotacional, así como de satisfacción que con la técnica anatómica o AM [25]. Se consigue dicha colocación forzando el varo y la rotación interna. A nivel de la comparación entre ambos grupos encontraron.

En 2016, Yanasse y col., realizó un estudio para valorar la colocación de la plastia y evidenció que el túnel femoral estaba más lateralizado y anteriorizado en la técnica anteromedial, de modo que el injerto estaba más inclinado, aunque no se evidenciaron diferencias funcionales significativas entre ambas técnicas [34]. No hubo diferencia entre ambos grupos con respecto al IKDC ( $p = 0.93$ ), asimismo tampoco hubo diferencias en las puntuaciones de Lysholm postoperatorias ( $p = 0.09$ ) y Tegner postoperatorias ( $p = 0.32$ ). En 2017, se publicó un estudio de Silberberg para evaluar el diámetro de la emergencia del túnel con relación a la técnica de reconstrucción de LCA empleando isquiotibiales autólogas y comprobar diferencias entre las técnicas AM y TT [35]. El diámetro de la emergencia tibial con relación al tamaño de la plastia utilizada, obtenido a las 6 semanas en la proyección anteroposterior, manifestó un incremento del  $8,1\% \pm 2,9$  con la técnica AM y del  $21,20\% \pm 11,87$  con la técnica TT, mientras que en la proyección lateral fue de  $71\% \pm 4,72$  y del  $17,64\% \pm 11,48$ , respectivamente. Las diferencias fueron estadísticamente significativas tanto en el plano anteroposterior como en el lateral. Es decir, el diámetro de la emergencia tibial mostró ser

significativamente mayor con la técnica transtibial respecto a la anteromedial. Una de las posibles justificaciones a tales resultados será el afán de reproducir una orientación más anatómica en la tunelización femoral provocando un brocado excéntrico tibial generando un diámetro de emergencia tibial mayor al del tibial inicial. Sin embargo, aún no existen diferencias clínicas significativas que justifiquen que ese aumento del diámetro del túnel implique una mayor inestabilidad o tasa de fallo. Asimismo, este trabajo no se incluyó en el análisis de la revisión sistemática porque no dada ningún resultado clínico, respecto a la técnica TT o la técnica AM.

En 2018 Geng publicó un estudio prospectivo con 104 pacientes randomizados entre portal anteromedial vs. transibial [36]. No se evidenciaron diferencias significativas entre los grupos en el Lysholm ( $p = 0.123$ ), IKDC ( $p = 0.273$ ), Tegner ( $p = 0.81$ ). Se observó que el portal anteromedial resultó en un túnel femoral más corto respecto a la metodología transtibial. Sin embargo, no se evidenciaron diferencias significativas ni en termino de funcionalidad ni de estabilidad entre ambos métodos. En 2020 Minguell y col, realizaron un estudio clínico aleatorizado de ligamentoplastias navegadas en que se evidencia que la técnica anteromedial es más anatómica y con una biomecánica ligeramente superior pero no confirma que esta superioridad anatomo-biomecánica se traduzca en una mejoría clínica al año de la cirugía [26]. Valores de IKDC y Lysholm a los 12 meses y a los 2 años después de la cirugía no evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre ambas técnicas. Diferencias entre grupo AM y TT, IKDC a los 12 meses ( $p = 0.273$ ), IKDC a los 24 meses ( $p = 0.976$ ), Lysholm a los 12 meses ( $p = 0.685$ ), y Lysholm a los 24 meses ( $p = 0.539$ ). Minguell y col., en su estudio también concluyeron que la longitud del túnel femoral total por portal AM es significativamente menor a la realizada por tunelización TT. Pero ambas técnicas producen túneles suficientemente largos para la correcta fijación de la plastia. También se determinó que presentan un índice similar de fallos de la plastia al año de la cirugía. Tuvieron nueve casos de fracaso del injerto (8,57%), cuatro en el grupo AM y cinco en el grupo TT.

Ese mismo año, 2020 Ciloglu y col., publicaron un estudio prospectivo con 54 paciente donde se vio que no existen diferencias significativas en la dilatación de las técnicas entre ambas técnicas

independientemente de la técnica usada [37]. No se utilizó este estudio para el análisis de la revisión sistemática, ya que, aunque es un estudio prospectivo, no fue randomizado. No se evidenciaron resultados clínicos estadísticamente significativos entre ambas técnicas ( $p > 0.05$ ). Este estudio comenta que los cirujanos pueden usar cualquiera de los dos métodos sin que eso afecte a los resultados de manera clínica.

Teóricamente la técnica anteromedial al tener una plastia más horizontalizada y debería tener una estabilidad mayor en efectos clínicos sobre todo a nivel rotacional ya que la plastia al ser más oblicua debería ayudar a controlar más el pivot shift. Sin embargo, como hemos podido ver en varios de los artículos se evidencia posibilidad de complicaciones asociadas como por ejemplo la rotura de la pared posterior, posible lesión del cóndilo ya que es técnicamente más demandante que la transtibial. Teóricamente, al dar más estabilidad debería resultar en mayores escalas de funcionalidad como de menor tiempo para el retorno al deporte y a la actividad diaria. Por otro lado, hemos podido ver como distintos autores han buscado soluciones a la técnica transtibial para conseguir alcanzar implantar la plastia del cruzado a la huella femoral. Como se ha podido ver a lo largo de esta revisión bibliográfica existe aún mucha controversia sobre si existen diferencias relevantes entre ambas técnicas quirúrgicas, existiendo mucha heterogeneidad en los resultados definitivos entre los distintos estudios con grado de evidencia elevado. En algunos se comenta del beneficio a niveles de estabilidad tanto radiológica como clínica, pero a nivel de grado de satisfacción y de funcionalidad existen disparidad de opiniones sobre si los cambios que se producen son estadísticamente significativos. Pero al revisar los estudios prospectivos randomizados, ningún estudio ha mostrado que la técnica anteromedial sea superior o inferior a la técnica transtibial. Muchos concluyen que, aunque se alcanza una reconstrucción más anatómica a nivel media, esto no se relaciona con los resultados clínicos.

Otra limitación de este tipo de estudios que, aunque son estudios prospectivos randomizados es que habitualmente tiene seguimientos cortos. 4 estudios presentaron un seguimiento entre 12 y 18 meses [30,31,33,34]. 3 estudios con un seguimiento a 2 años [25,26,36] y solo 2 con un seguimiento mayor

a 2 años [29,32]. Al tener seguimiento corto, la técnica que se usa también es cirujano-dependiente. Me gustaría añadir es la necesidad de realizar estudios a largo plazo prospectivo que nos permitan evidenciar cómo puede afectar clínicamente en un futuro. Además, considero de especial interés realizar un estudio con el mayor grado de evidencia científica y con una muestra más elevada que nos puede determinar si estos resultados son correctos en una mayor población y no cambian durante el tiempo. La media de pacientes por estudio fue de 84.7 pacientes, es decir es decir 42.3 pacientes por grupo. El estudio con menos pacientes tuvo 29 pacientes, 14 pacientes en grupo TT y 15 pacientes en el grupo AM [33]. El estudio con más pacientes tuvo 150 pacientes, 72 pacientes en grupo TT y 78 pacientes en el grupo AM [29]. Otra importante limitación es el poco análisis de las complicaciones y necesidad de revisiones en estos estudios prospectivos randomizados, que pudiera hallar alguna variable clínica significativa para optar por una técnica u otra.

En la actualidad la reconstrucción del LCA mediante banda simple se considera de elección. Existen diferentes opciones terapéuticas para la reconstrucción del túnel femoral como la transtibial y la anatómica o anteromedial. Existen múltiples estudios que compara la técnica tradicional transibial basado en la isometría de la plástica respecto a la técnica anatómica donde se evidencian resultados significativos a nivel de test de rotación. No obstante, en las escalas de satisfacción no existen diferencias significativas. Por ese motivo se puede llegar a la conclusión de que cualesquiera de las dos técnicas realizadas de manera adecuada pueden dotar a la rodilla de suficiente estabilidad como para que el paciente desarrolle su actividad deportiva y cotidiana sin problemas. No obstante, se considera de necesidad realizar estudios con una muestra mayor y más homogénea para llegar a conclusiones que nos permitan determinar con más garantías que estamos en los cierto.

## Referencias

- [1] Fu FH, Karlsson J. A long journey to be anatomic. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 2010;18:1151–3. doi:10.1007/s00167-010-1222-1.
- [2] Gornitzky AL, Lott A, Yellin JL, Fabricant PD, Lawrence JT, Ganley TJ. Sport-Specific Yearly Risk and Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears in High School Athletes: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med* 2016;44:2716–23. doi:10.1177/0363546515617742.
- [3] Gianotti SM, Marshall SW, Hume PA, Bunt L. Incidence of anterior cruciate ligament injury and other knee ligament injuries: A national population-based study. *J Sci Med Sport* 2009;12:622–7. doi:10.1016/j.jsams.2008.07.005.
- [4] O'RAHILLY R. The early prenatal development of the human knee joint. *J Anat* 1951;85:166–70.
- [5] Pässler HH. The history of the cruciate ligaments: Some forgotten (or unknown) facts from Europe. *Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc* 1993;1:13–6. doi:10.1007/BF01552152.
- [6] A B. *Traité de thérapeutique des maladies articulaires*. 1853. doi:10.21203/rs.2.15787/v1.
- [7] Amis AA, Dawkins GPC. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries. *J Bone Jt Surg - Ser B* 1991;73:260–7. doi:10.1302/0301-620x.73b2.2005151.
- [8] Katouda M, Soejima T, Kanazawa T, Tabuchi K, Yamaki K, Nagata K. Relationship between thickness of the anteromedial bundle and thickness of the posterolateral bundle in the normal ACL. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 2011;19:1293–8. doi:10.1007/s00167-011-1417-0.
- [9] Hwang MD, Piefer JW, Lubowitz JH. Anterior cruciate ligament tibial footprint anatomy: Systematic review of the 21st century literature. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg* 2012;28:728–34. doi:10.1016/j.arthro.2011.11.025.
- [10] Harner CD, Goo Hyun Baek, Vogrin TM, Carlin GJ, Kashiwaguchi S, Woo SLY. Quantitative analysis of human cruciate ligament insertions. *Arthroscopy* 1999;15:741–9. doi:10.1016/S0749-8063(99)70006-X.

- [11] Flandry F, Hommel G. Normal anatomy and biomechanics of the knee. *Sports Med Arthrosc* 2011;19:82–92. doi:10.1097/JSA.0b013e318210c0aa.
- [12] Kocher MS, Steadman JR, Briggs KK, Sterett WI, Hawkins RJ. Relationships between Objective Assessment of Ligament Stability and Subjective Assessment of Symptoms and Function after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med* 2004;32:629–34. doi:10.1177/0363546503261722.
- [13] Gabriel MT, Wong EK, Woo SLY, Yagi M, Debski RE. Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads. *J Orthop Res* 2004;22:85–9. doi:10.1016/S0736-0266(03)00133-5.
- [14] Waite JC, Beard DJ, Dodd CAF, Murray DW, Gill HS. In vivo kinematics of the ACL-deficient limb during running and cutting. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 2005;13:377–84. doi:10.1007/s00167-004-0569-6.
- [15] Yang C, Tashiro Y, Lynch A, Fu F, Anderst W. Kinematics and arthrokinematics in the chronic ACL-deficient knee are altered even in the absence of instability symptoms. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 2018;26:1406–13. doi:10.1007/s00167-017-4780-7.
- [16] DeMorat G, Weinhold P, Blackburn T, Chudik S, Garrett W. Aggressive Quadriceps Loading Can Induce Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury. *Am J Sports Med* 2004;32:477–83. doi:10.1177/0363546503258928.
- [17] Kobayashi H, Kanamura T, Koshida S, Miyashita K, Okado T, Shimizu T, et al. Mechanisms of the anterior cruciate ligament injury in sports activities: A twenty-year clinical research of 1,700 athletes. *J Sport Sci Med* 2010;9:669–75.
- [18] Fowler PJ. Semitendinosus tendon anterior cruciate ligament reconstruction with LAD augmentation. *Orthopedics* 1993;16:449–53.
- [19] Barrett GR, Line LL, Shelton WR, Manning JO, Phelps R. The Dacron ligament prosthesis in anterior cruciate ligament reconstruction: A four-year review. *Am J Sports Med* 1993;21:367–73. doi:10.1177/036354659302100307.
- [20] Woods GA, Indelicato PA, Prevot TJ. The Gore-Tex anterior cruciate ligament prosthesis. *Am J Sports Med* 1991;19:48–55. doi:10.1177/036354659101900108.

- [21] Prodromos C, Joyce B, Shi K. A meta-analysis of stability of autografts compared to allografts after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 2007;15:851–6. doi:10.1007/s00167-007-0328-6.
- [22] Kaeding CC, Aros B, Pedroza A, Pifel E, Amendola A, Andrish JT, et al. Allograft versus autograft anterior cruciate ligament reconstruction: Predictors of failure from a moon prospective longitudinal cohort. *Sports Health* 2011;3:73–81. doi:10.1177/1941738110386185.
- [23] Duquin TR, Wind WM, Fineberg MS, Smolinski RJ, Buyea CM. Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction. *J Knee Surg* 2009;22:7–12.
- [24] Kim HS, Seon JK, Jo AR. Current Trends in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction 2013;25:165–73.
- [25] Youm YS, Cho SD, Lee SH YC. Modified Transtibial Versus Anteromedial Portal Technique in Anatomic Single-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Comparison. *Am J Sport Med* 2014. doi:10.1177/0363546514551922.
- [26] Minguell J, Nuñez JH, Reverte-Vinaixa MM, Sallent A, Gargallo-Margarit A, Castellet E. Femoral tunnel position in chronic anterior cruciate ligament rupture reconstruction: randomized controlled trial comparing anatomic, biomechanical and clinical outcomes. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2019;29:1501–9. doi:10.1007/s00590-019-02455-x.
- [27] Alentorn-Geli E, Lajara F, Samitier G, Cugat R. The transtibial versus the anteromedial portal technique in the arthroscopic bone-patellar tendon-bone anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 2010;18:1013–37. doi:10.1007/s00167-009-0964-0.
- [28] Alentorn-Geli E, Samitier G, Álvarez P, Steinbacher G, Cugat R. Anteromedial portal versus transtibial drilling techniques in ACL reconstruction: A blinded cross-sectional study at two- to five-year follow-up. *Int Orthop* 2010;34:747–54. doi:10.1007/s00264-010-1000-1.
- [29] Hussein M, Eck CF Van, Cretnik A, Dinevski D, Fu FH. Prospective Randomized Clinical Evaluation of Conventional Single-Bundle, Anatomic Single-Bundle, and Anatomic Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: 281 Cases With 3- to 5-Year Follow-up.

Am J Sport Med 2012. doi:10.1177/0363546511426416.

- [30] Zhang Q, Zhang S, Li R, Liu Y CX. Comparison of two methods of femoral tunnel preparation in single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction . A prospective randomized study 1  
Comparação entre dois métodos de preparação de túnel femoral na reconstrução do ligamento cruzado anterior. Acta Cir Bras 2012;27:572–6.
- [31] F M. Comparison of short term clinical outcomes between transtibial and transportal TransFix  
® femoral fixation in hamstring ACL reconstruction. Acta Orthop Traumatol Turc 2012;46:361–  
6. doi:10.3944/AOTT.2012.2679.
- [32] Noh JH, Roh YH, Yang BG, Yi SR LS. Femoral Tunnel Position on Conventional Magnetic  
Resonance Imaging After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Young Men :  
Transtibial Technique Versus Anteromedial Portal Technique. Arthrosc J Arthrosc Relat Surg  
2013;29:882–90. doi:10.1016/j.arthro.2013.01.025.
- [33] Bohn MB, Sørensen H, Petersen MK, Søballe K LM. Rotational laxity after anatomical ACL  
reconstruction measured by 3-D motion analysis : a prospective randomized clinical trial  
comparing anatomic and nonanatomic ACL reconstruction techniques 2014.  
doi:10.1007/s00167-014-3156-5.
- [34] Yanasse RH, Lima AA, Antoniassi RS, Ezzedin DA, Henrique M, Laraya F, et al. Transtibial  
technique versus two incisions in anterior cruciate ligament reconstruction : tunnel positioning  
, isometricity and functional evaluation &. Rev Bras Ortop 2016;51:274–81.  
doi:10.1016/j.rboe.2016.04.001.
- [35] Silberberg J, Fulvi AN, Vera G, García JLG. Valoración de la apertura del túnel tibial tras la  
reconstrucción del ligamento cruzado anterior empleando isquiotibiales autógenos : Estudio  
comparativo entre la técnica de portal anteromedial y la t 2018.  
doi:10.1016/j.recot.2017.11.005.
- [36] Geng Y, Gai P. Comparison of 2 femoral tunnel drilling techniques in anterior cruciate ligament  
reconstruction. A prospective randomized comparative study. BMC Musculoskelet Disord  
2018;19:1–7. doi:10.1186/s12891-018-2376-0.
- [37] Çiloğlu O, Çiçek H, Yılmaz A, Özalay M, Söker G, Leblebici B. Comparison of Clinical and

Radiological Parameters with Two Different Surgical Methods for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. J Knee Surg 2020;33:938–46. doi:10.1055/s-0040-1710363.

## **Agradecimientos**

Agradezco a los Dr. Jorge H. Nuñez, Dr. Aleix Pons, Dr. Ernesto Guerra y Dr. Antoni Fraguas por su apoyo en la revisión sistemática para la realización del presente trabajo.