



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

**THE AMERICAN BRITISH COWDRAY MEDICAL CENTER I.A.P.**

RESULTADO FUNCIONAL REPORTADO POR  
PACIENTES POSTOPERADOS DE RECONSTRUCCIÓN DE  
LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR CON TÉCNICA  
TRANSTIBIAL VS TODO-ADENTRO

TESIS DE POSGRADO QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**ESPECIALISTA EN ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGÍA**

P R E S E N T A:  
DR. CARLOS ALEJANDRO VEGA NAJERA

ASESOR:  
DRA. RUY RODRIGUEZ CORLAY

PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ORTOPEDIA Y  
TRAUMATOLOGÍA  
DR. JAVIER CAMACHO GALINDO

CIUDAD DE MÉXICO, AGOSTO 2019





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**DR. JUAN OSVALDO TALAVERA PIÑA  
JEFE DE ENSEÑANZA  
CENTRO MÉDICO ABC**

**DR. JAVIER CAMACHO GALINDO  
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ORTOPEDIA Y  
TRAUMATOLOGÍA CENTRO MÉDICO ABC**

**DRA. RUY RODRIGUEZ CORLAY  
PROFESOR COLABORADORA DEL CURSO DE  
ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGÍA CENTRO MÉDICO  
ABC  
ASESOR DE TESIS**

**DR. CARLOS ALEJANDRO VEGA NAJERA  
RESIDENTE DE 4º AÑO DE ORTOPEDIA Y  
TRAUMATOLOGÍA  
AUTOR DE TESIS  
CENTRO MÉDICO ABC**



## **AGRADECIMIENTOS**

A mi Papá Carlos y mi mamá Gloria a quienes les tengo que agradecer simplemente todo.

A mis hermanos por siempre apoyarme en mis decisiones y siempre recordarme quien soy.

A mis abuelos que siempre me dijeron que este día llegaría.

Al Dr. Javier Camacho quien siempre dedicó su tiempo a nuestras enseñanza y formación como ortopedistas.

Al Dr. Diego Pérez Salazar Marina quien nunca se negó a brindarme su apoyo y consejos que me guiaron en esta residencia.

Al Dr. Ruy Rodriguez Corlay por su paciencia y asesoría en este trabajo y desde el inicio de la residencia.

A los doctores, Luis Manuel Alanis, Alejandro Rivera Ramirez, Pedro Iturbide Siles, Carlos Vidal Ruiz y Javier Martín Becerra quienes colaboraron en este arduo trabajo día con día.

Al Dr. Juan Talavera por el compromiso con los residentes y su ayuda en el análisis estadístico de este trabajo.

A Rosario Trejo por sus atenciones permanentes, modelo a seguir como trabajadora y persona.

A todos mis maestros del CM-ABC, Hospital Shriner, Legaria, Magdalena e ICATME por sus enseñanzas.

A todos los que compartieron esta residencia conmigo, por esa motivación de siempre elevar el nivel de competencia en conocimientos y habilidades.

A mis compañeros y amigos de generación Cinthya, Jorge y Alejandro quienes se ganaron día con día mi admiración por su dedicación, talento y solidaridad.

Y por supuesto a mi novia Laura Casas quien ha sido mi fortaleza y que con su cariño y afecto me ha enseñado que todo es posible.

# ÍNDICE

1.	Introducción.....	6
2.	Marco teórico.....	7
2.1.	Epidemiología.....	7
2.2.	Anatomía.....	7
2.3.	Biomecánica.....	8
2.4.	Mecanismo de lesión.....	9
2.5.	Factores de riesgo.....	10
2.6.	Diagnóstico.....	11
2.7.	Tratamiento.....	14
2.7.1.	Selección de Injerto.....	15
2.7.2.	Ubicación de túneles femoral y tibial.....	16
2.7.3.	Tipos de técnicas quirúrgicas.....	17
2.7.4.	Implantes de fijación.....	23
2.8.	Seguimiento.....	25
3.	Justificación.....	26
4.	Pregunta de la Investigación.....	27
5.	Hipótesis.....	27
6.	Hipótesis nula.....	27
7.	Objetivo.....	28
8.	Objetivos secundarios.....	28
9.	Material y métodos.....	28
9.1.	Participantes.....	28
9.2.	Criterios de selección.....	28
9.3.	Criterios de exclusión.....	29
9.4.	Técnicas quirúrgicas.....	29
9.5.	Recolección de datos y análisis.....	29
10.	Resultados.....	30
11.	Discusión.....	32
12.	Conclusión.....	33
13.	Bibliografía.....	34
14.	Apéndice 1.....	40
15.	Apéndice 2.....	41

## INTRODUCCIÓN

Los padecimientos ortopédicos repercuten directamente en las actividades de la vida diaria de los pacientes originando sensación de dolor, incapacidad funcional, disminución en la calidad de vida o limitación para la actividad deportiva. Dicho esto, los tratamientos ortopédicos están orientados hacia la mejoría de estos parámetros, ofreciendo ya sea un tratamiento conservador o un tratamiento quirúrgico.

La rodilla es una de las articulaciones más afectadas por lesiones agudas o crónicas. Dentro de las lesiones agudas la ruptura del ligamento cruzado anterior es una de las lesiones con mayor incidencia y es frecuentemente relacionada con actividades deportivas. Los ligamentos cruzados son llamados anterior y posterior de acuerdo a su inserción en tibia y son los principales estabilizadores de la rodilla. Proveen de resistencia a la traslación anteroposterior así como a las fuerzas rotacionales. Además debido a la gran cantidad de terminaciones nerviosa aportan propiocepción de la rodilla. Por lo mismo, la lesión de estas estructuras resulta en limitación funcional así como incapacidad para realizar actividades deportivas.

La reconstrucción de ligamento cruzado anterior ha evolucionado rápidamente en las últimas décadas dando pie a múltiples debates respecto a las diferentes opciones en técnicas y métodos de fijación que existen en la actualidad.

## MARCO TEÓRICO

### EPIDEMIOLOGÍA

En Estados Unidos se presentan alrededor de 200,000 lesiones de ligamento cruzado anterior al año de las cuales la mitad son tratadas con cirugía.(1) En el 2006 se estimó un gasto anual de 1 billón de dólares en cirugías de LCA. Según investigaciones recientes el 60% de las lesiones relacionadas a actividades deportivas son en la rodilla. De las lesiones de rodilla el ligamento cruzado anterior es afectado en el 50%. (2) La lesión en atletas mujeres se presenta dos a tres veces más que en los atletas masculinos.(2) La incidencia puede variar dependiendo de la disciplina practicada, en jugadores de futbol soccer se presenta en 14 por cada 10,000 por año. en esquiadores se presenta hasta en 50 por 100,000 por día. En jugadores de la NCAA se presentaron 17 por cada 100,000 entre 1989 y 2004.(1)

### ANATOMÍA

Los ligamentos cruzados son estructuras intraarticulares, sin embargo al estar cubiertos por sinovial se consideran extrasinoviales.

El ligamento cruzado anterior se inserta en la aspecto posteromedial del cóndilo femoral lateral, posteriormente discurre en dirección anterior, distal y medial para llegar a insertarse en la fosa intercondílea anterior y medial a la eminencia tibial medial. El espesor promedio del LCA es de 11 mm y longitud promedio 38mm. (3)

Está conformado por dos fascículos, el haz anteromedial y haz posterolateral llamados así por su situación tibial, mientras en su inserción femoral se encuentran en una disposición en el plano coronal del surco intercondíleo a las 10:30 y a las 9:30

respectivamente tratándose de una rodilla derecha. (3,4) La inserción femoral se encuentra proximal y posterior a la cresta del residente y la inserción de ambos fascículos están divididos por la cresta bifurcada la cual intersecta con la cresta del residente.(5) Se ha descrito un haz intermedio de transición por algunos autores.

Es irrigado por ramas de la arteria genicular media y ambas arterias geniculares inferiores. Cuenta con mecanorreceptores necesarias para la propiocepción lo cual es fundamental para la estabilidad secundaria por parte de las estructuras musculares. (3)

## BIOMECÁNICA

La estabilidad anteroposterior es la función primaria del LCA. El haz posterolateral se tensa con la rodilla en extensión, por lo cual en caso de lesión aislada de haz posterolateral la maniobra de Lachman será positiva. Al flexionar la rodilla se relaja el haz posterolateral y se tensa el haz anteromedial a partir de 60°, es por esto que al presentarse una lesión aislada del haz anteromedial es probable que se presente con maniobra de cajón anterior positiva y lachman negativa. (3)(5)

La rotación interna de la rodilla es restringida de manera primaria por el ligamento colateral lateral y secundariamente por el LCA, cápsula articular y la banda iliotibial. En caso de ruptura total de LCA el centro de rotación de la rodilla se traslada hacia anterior y por lo tanto el punto de rotación interna migra hacia medial, provocando así mayor desgaste de las estructuras intraarticulares.(5)

El LCA es expuesto a repetidas cargas de tensión dependiendo de las actividades diarias, al caminar sobre una superficie plana se han calculado 169 N mientras que al descender escaleras se llega a tensar con 445 N. Es por esto que se busca resistencia

mayor a 450 N de manera cíclica en el complejo de reconstrucción injerto/sistemas de fijación. (6)

En modelos cadavéricos de rodillas jóvenes se ha reportado una carga máxima para la falla en tensión axial de 2160 +/- 157 N y una rigidez de 242+/-28 N/mm, mientras que en cajón anterior se reportó carga máxima para la falla de 496+/-85 N y rigidez 124+/-16 N/mm. (7)

## MECANISMOS DE LESIÓN

Se han desarrollado diferentes estudios para determinar los mecanismo de lesión utilizando modelos anatómicos, estudiando patrones de hematomas en imagenología y/o analizando videos de lesiones en eventos deportivos.

El principal mecanismo de lesión involucra rotación interna con el pie fijo en el suelo con desaceleración y rotación repentina, presentándose comúnmente en la práctica de fútbol soccer y esquí. En rupturas por contacto se presenta el mecanismo de "clipping" que se presenta con la rodilla en flexión el pie fijo en el suelo y se aplica fuerza externa en la cara lateral del muslo causando valgo forzado combinado con rotación externa de fémur y rotación interna de tibia, esto puede producir triada infeliz de O`donoghue compuesta por lesión de LCA, lesión de LCM y lesion de menisco medial. Este mecanismo en pivot shift provoca una traslación anterior de la tibia por lo cual el contacto de las estructuras óseas provoca un hematoma óseo en el cóndilo femoral lateral y en la esquina posterolateral del platillo tibial. el segundo mecanismo de lesión es hiperextensión aislada formando un hematoma óseo en beso por el contacto del borde anterior del surco intercondíleo y el borde anterior del platillo tibial. El tercer

mecanismo de lesión implica una rotación externa de tibia con estrés en varo condicionando un hematoma óseo en el compartimento medial acompañado de distracción lateral que puede provocar una fractura por avulsión de borde lateral de platillo tibial por ligamento colateral lateral (fractura de segond). (3),(8,9)

## FACTORES DE RIESGO

El sexo femenino es un factor de riesgo, se ha demostrado mayor probabilidad de lesión en mujeres de 2 a 5 veces mayor a la población masculina. Esto se ha observado en mujeres post puberales en quienes se presenta un mayor vector de fuerza en músculo cuádriceps en comparación con una debilidad de músculos isquiotibiales lo cual provoca un mayor momento en las rodillas exacerbado en el aterrizaje. (1,2,8)

Basado en esta observación se ha estudiado la relación de la fase ovulatoria del ciclo menstrual con la laxitud de los tejidos laxos por efecto estrogénico. De igual manera al no observar este efecto en mujeres menores, se ha estudiado el efecto de la madurez esquelética en población femenina. Otro factor de riesgo es la falla en el reclutamiento muscular a la exposición de los diferentes mecanismos de lesión, esto debido a debilidad muscular, desbalance muscular y defecto en la propiocepción, hipótesis alimentada por la disminución en el riesgo de presentar lesión LCA al realizar entrenamientos de fortaleza y balance. (8,10) Se ha observado que el aumento en el índice de masa corporal es directamente proporcional con el riesgo de ruptura de LCA. (3)

El antecedente de una lesión de LCA aumenta la posibilidad de re ruptura de 15 a 25 veces. Se hipotetiza que es debido a la pérdida en la propiocepción, debilidad muscular posterior a la lesión. De manera similar se aumenta el riesgo de lesión en la rodilla contralateral.

Factores genéticos relacionados a patologías de laxitud de tejidos con lo es el Síndrome de Ehlers Danlos o Síndrome de Marfan, sin embargo la evidencia no es contundente.(8)

## DIAGNÓSTICO

Inicialmente se debe de realizar un adecuado interrogatorio específicamente en el padecimiento actual correlacionando la actividad que el paciente realizaba al momento de la lesión, una lesión sin contacto se presente al realizar actividades demandantes como desaceleración y movimientos de pivote frecuentes en actividades como el futbol y basquetbol, por otro lado una lesión por contacto se relaciona por cargas en la cara lateral del muslo presentes en actividades como el fútbol, rugby, artes marciales mixtas y fútbol americano.(11,12).

En caso de una lesión aguda la presentación clásica es gonalgia y un efecto audible de “pop” en el momento de la lesión, con subsecuente dolor al apoyo y aumento de volumen. La presencia de hemartrosis se correlaciona hasta en un 72% con lesión de LCA parcial o completa, esta se puede presentar dentro de las primeras 12 horas. En cuadros agudos es poco probable que se refiera inestabilidad debido al dolor, apoyo diferido y al aumento de volumen.(13,14)

En un cuadro crónico el dolor es frecuente que esté ausente o relacionado a gestos específicos. La sensación de inestabilidad es el síntoma predominante.

Es importante tomar siempre en cuenta la probabilidad latente de presencia de lesiones secundarias como lesiones meniscales, lesiones condrales, fracturas o rupturas de otros ligamentos.(11–13)

En la inspección se observa la presencia o ausencia de aumento de volumen secundaria a efusión. Se podrá presentar marcha antálgica en lesiones agudas o bien apoyo diferido. Es importante evaluar los rangos de movimiento, en una extensión activa se pondrá a prueba el mecanismo extensor, la flexión puede estar limitada por la hemartrosis, lesiones meniscales o incluso en fracturas, en caso de déficit en la extensión pasiva se orienta hacia un espasmo en los isquiotibiales. A la palpación se descarta aumento en la temperatura local así como densidad del aumento de volumen, se podría encontrar dolor en línea articular especialmente si existen lesiones meniscales relacionadas. Se palpan los ligamentos colaterales para descartar lesiones asociadas. (11,12,15)Existen maniobras especiales para evaluar el LCA. La prueba de Lachman es la más sensible de ellas y se realiza fijando el muslo con una mano y la otra mano se traslada hacia anterior en una posición de 20° de flexión con el paciente en decúbito supino, la prueba es comparada con la rodilla contralateral y se estadifica en tres grados. Grado I en caso de una traslación anterior de hasta 5 mm, grado II de 5-10mm y grado III mayor a 10mm. La prueba de cajón anterior se realiza con el paciente en decúbito supino, la rodilla en flexión de 90° , el examinador se debe de sentar sobre el pie para crear un apoyo. La maniobra es positiva en caso de detectar una traslación mayor en comparación con la pierna contralateral, es importante descartar un falso positivo provocado por una lesión de LCP en la cual se

experimentará una traslación anterior provocada por la reducción de su traslación posterior. El pivot shift es una maniobra que evalúa la estabilidad rotacional del LCA la cual se realiza ejerciendo rotación interna de la tibia y valgo forzado con la rodilla de flexión a extensión, se experimenta un subluxación y reducción entre 15 y 25° de flexión, el orden de la maniobra varía entre autores a nivel mundial. Para aumentar su sensibilidad se debe de realizar con el paciente bajo sedación de lo contrario la resistencia por la aprehensión del paciente dificulta la maniobra.(11,12);(13,15)

En lesiones de rodilla se aconseja el uso de estudios de gabinete. El primero de ellos es una radiografía AP y lateral de rodilla para descartar lesiones secundarias y radiografías axiales en caso de sospecha clínica. Es posible observar signos indirectos de ruptura de LCA como la fractura de Segond.(8,11)

La Resonancia Magnética es el estudio de gabinete más utilizado debido a su capacidad de valorar tejidos blandos. En fase aguda se observa en cortes sagitales una discontinuidad de las fibras del LCA además de un arqueamiento de las fibras del LCP. En cortes coronales se puede apreciar un signo de escotadura vacía esto acompañado de cambios inflamatorios y hemartrosis. En fase crónica se puede observa atrofia o discontinuidad de LCA así como una disposición más horizontal de sus fibras. (16) Existe evidencia de una sensibilidad, especificidad y certeza similar o por debajo del diagnóstico clínico, sin embargo ante la duda o falta de experiencia se aconseja su uso.(16,17)

El estándar de oro para el diagnóstico de ruptura de LCA es la artroscopia diagnóstica en la cual se observa directamente el tejido, se valora su aspecto que puede presentar hematomas, discontinuidad total o parcial de las fibras, en ocasiones se encuentra ya cicatrizado o bien el signo de la pared vacía es patognomónico. De igual manera se

puede palpar su consistencia y además de observar su comportamiento ante una maniobra de estrés.(16)

## TRATAMIENTO

Una vez diagnosticada la lesión de LCA, se debe de realizar una evaluación del caso tomando en cuenta el grado de la lesión, edad del paciente, actividad realizada antes de la operación, la expectativa del paciente en cuanto a la actividad física a realizar posterior a la lesión, comorbilidades, lesiones previas y por ultimo pero mas importante la decisión del paciente. (18)

Se propone tratamiento quirúrgico a pacientes jóvenes que realicen actividad deportiva y más aún a atletas de alto rendimiento cuya expectativa de regresar al mismo nivel es alta. Existe evidencia respecto a la probabilidad de lesiones meniscales a largo plazo en caso de no realizar un tratamiento quirúrgico en pacientes jóvenes y atletas con actividades de riesgo para lesiones de rodilla.(19) El desarrollo de artrosis secundario a la ausencia de ligamento cruzado anterior es controversial. Sin embargo, la tendencia actual ha cambiado de enfoque a pacientes que quieran realizar actividad deportiva demandante dejando de lado la edad del paciente.(18) Esto debido a que la práctica del deporte es cada vez más prevalente en edades mayores y también radica en la pobre satisfacción de pacientes que tras realizar un largo tratamiento conservador con rehabilitación terminan por optar por el tratamiento quirúrgico para regresar de nuevo a la terapia física.(20) Actualmente en un promedio general el tratamiento conservador falla en un 17.5% sin embargo es necesario desarrollar futuras investigaciones para contar con mayor evidencia.(21)

La decisión de cuándo realizar la cirugía continúa siendo controversial, el consenso actual es esperar 14-21 días de la fecha de la lesión para realizar el procedimiento. Esto con la finalidad de evitar una posible artrofibrosis ya sea por el dolor y la limitación de una una fase agudas o bien por un inicio de la rehabilitación tardía.(18,19)

Una vez que se a decidido realizar la reconstrucción de ligamento cruzado anterior se deben analizar diferentes puntos claves involucrados en la técnica quirúrgica como lo es localización y dirección de los túneles tibial y femoral, selección del injerto, técnicas de reconstrucción, implantes de fijación. En un principio se debe considerar la integración del injerto el cual toma entre 6 a 12 semanas en autoinjertos Hueso-Tendón Patelar-Hueso. El injerto se transforma morfológicamente hasta convertirse en lo más similar a un LCA nativo, este proceso es llamado ligamentización y se presenta en tres etapas, la primera de necrosis (0-4 semanas) revascularización y proliferación celular (4-12 semanas) y remodelación (3-6 meses). (22,23)

### **Selección de injerto**

En la selección del injerto interviene una serie de características tomar en cuenta de cada injerto disponible. Al conocer estas características a detalles el cirujano será capaz de decidir cuál es el implante más adecuado para cada paciente.

Tabla 1			
Injerto	Ventajas	Desventajas	Otras consideraciones

H-TP-H	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incorporación mas rapida (hueso-hueso)</li> <li>Fijacion rigida en línea articular</li> <li>- Buena opción en paciente con actividad física demandante o hiperlaxos</li> <li>-Mayor estabilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dolor anterior de rodilla al arrodillarse</li> <li>-Riesgo de fractura patelar</li> <li>-Riesgo de lesión en unión tendinosa</li> <li>-Riesgo de lesión de rama infrapatelar del nervio safeno</li> <li>-Posibilidad de discrepancia injerto-túneles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Contraindicaciones</li> <li>1. Artrosis patelofemoral</li> <li>2.Tendinitis patelar</li> <li>3.Inmadurez esquelética</li> <li>4.Osgood-Schlatter activo</li> </ul>
Isquiotibiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Menor dolor anterior en rodilla y menor riesgo de fractura patelar</li> <li>-Incisión más pequeña y menos dolor postoperatorio</li> <li>-4 bandas con mayor carga para la falla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Mayor riesgo de infección</li> <li>-Discreto déficit de flexión en flexiones profundas</li> <li>Fijación menos segura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Mayor incidencia en amplitud de túneles</li> <li>-Debilidad de isquiotibiales en mujeres atletas</li> </ul>
Cuadriceps	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Sin problemas de discrepancia túnel-injerto</li> <li>-Mayor diámetro de injerto</li> <li>Menor dolor anterior en rodilla que H-TP-H</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Preocupación respecto a cierre de defecto y migración de líquido sinovial</li> <li>-Discrepancia de túnel-injerto dependiendo de la talla del huésped</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Siempre con pastilla ósea</li> <li>-Conflicto respecto a carga para la falla</li> <li>-Espesor total mejor que espesor parcial</li> </ul>
Aloinjerto	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Sin dolor en sitio de toma</li> <li>-Mayores diámetros de injerto</li> <li>-Menor tiempo quirúrgico</li> <li>-Probablemente rehabilitación mas rapida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Mayor costo</li> <li>Mayor riesgo de falla en pacientes menores de 25 años</li> <li>-Riesgo de transmisión de enfermedades</li> <li>-Incorporación del injerto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Adecuado en revisiones o en reconstrucción de ligamentos múltiple</li> <li>-Radiación y procesos químicos producen mayor osteolisis</li> </ul>

(24–29).

## **Ubicación de túneles femoral y tibial**

La huella de inserción tibial del LCA se encuentra en la superficie preespinal de la tibia, en relación medial al cuerno anterior del menisco lateral y posterior al cuerno anterior del menisco medial, el punto central se encuentra en promedio a 15 mm de la inserción del cruzado posterior o en el 46% de la distancia anteroposterior del platillo tibial. En este sitio se coloca la guía tibial con una angulación de 55 a 60° para permitir una longitud de túnel de 35-40mm.

La inserción femoral se encuentra posterior a la cresta intercondílea lateral, también llamada cresta del residente y ambos fascículos están divididos por la cresta bifurcada lateral. En caso de no observar adecuadamente dichas estructuras anatómicas, se traza una línea de proximal a distal del cóndilo femoral lateral a 43% de la distancia intersectando una línea a cortical posterior a una distancia de 2.5mm más el radio del túnel femoral deseado. En caso de una técnica transtibial se usa la referencia "over the top", colocando un reloj en el surco intercondíleo y dirigiendo la broca entre las 10 y 11 en una rodilla derecha. (5,30)

## **Tipos de técnicas quirúrgicas**

Técnica transtibial convencional - Reconstrucción de ACL a través de pines transversos (utilizando Rigid-Fix®)

En esta técnica, se realiza un túnel completo en la tibia, y la cavidad femoral, se realiza a través de la abertura tibial. Por lo tanto, el túnel tibial determina la posición de esta cavidad femoral y se observó que el injerto se fija en una posición más vertical y anterior que el ligamento original, lo que puede afectar su isometría durante el movimiento de la rodilla.

La creación de los túneles no es independiente. El túnel tibial dicta la posición del túnel femoral.

Perforación total del hueso tibial lo que aumenta la morbilidad.

La isometría del injerto puede verse afectada durante el rango de movimiento de la rodilla debido a su orientación vertical.

En primer lugar, el gracilis y el semitendinoso (isquiotibiales) se cosechan para obtener un injerto. Este injerto se prepara y se tensa en una estación especial para obtener una longitud final de 100-120 mm. Con una guía artroscópica, identificamos las huellas de la ACL lesionada, las fibras restantes se desbridan y se marca su zona de inserción.

El túnel tibial se crea con un taladro del mismo diámetro del injerto. Se realiza de forma externa (desde el hueso hasta la articulación de la rodilla) y cruza todo el hueso (túnel completo).

Cuando el túnel ya se realizó, la posición sobre la parte proximal se identifica en el fémur y un taladro del mismo diámetro del injerto realiza el socket femoral con una longitud de 25-30 mm.

Para crear la fijación del injerto en la cavidad femoral, se debe colocar la guía Rigid-Fix a través de túnel tibial hasta la altura deseada en el canal femoral, se colocan las camisas de pines femorales, se incide piel para introducir las hasta estar en contacto con periostio. se perfora cortical femoral. se retira guía Rigid-Fix dejando únicamente las camisas. se pasa el injerto desde túnel tibial hacia femoral con la ayuda de suturas.

Para fijar el injerto en el fémur, se inserta un implante especial (Rigid-Fix pin®), similar a un tornillo, a través del paso femoral transversal de lateral a medial. Finalmente, para fijar el injerto en el túnel tibial, se usa un tornillo de interferencia que se inserta por presión. (31)

## **Técnica Todo-Adentro**

Esta técnica presenta tres características principales: en primer lugar, utiliza sockets en lugar de túneles completos para insertar el injerto. En segundo lugar, los receptáculos se crean de forma independiente utilizando pasadores de perforación retrógrada (FlipCutter®, Arthrex) y los receptáculos femorales y tibiales se realizan de adentro hacia afuera (desde la articulación de la rodilla hasta el hueso). En tercer lugar, esta técnica utiliza endobuttons corticales como dispositivos de fijación de suspensión que permiten tensar el injerto incluso cuando ya está fijado.

Conserva los huesos, ya que solo requiere enchufes y no tuneles completos, lo que conduce a menos dolor postoperatorio.

La creación de los túneles es independiente, lo que da como resultado una posición más anatómica del injerto, imitando mejor las características de un LCA no lesionado.

El injerto se une con suturas TightRope®, y luego se prepara en una Graft Station®, obteniendo un injerto de cuatro hilos.

El injerto luego se tensa en esta Graft Station®, obteniendo una longitud de injerto final de 75 mm y 8 mm de diámetro. En este caso, una longitud exacta del injerto es importante ya que las longitudes de la cavidad femoral y tibial están predeterminadas, midiendo 25 mm y 30 mm, respectivamente, y la longitud del injerto intraarticular mide 20 mm.

Las suturas TightRope® (que tienen un endobutton en su extremo) serán útiles para tirar y tensar el injerto en los siguientes pasos.

Con una guía artroscópica, identificamos las huellas del LCA lesionado, las fibras restantes se desbridan y se marca su zona de inserción. Se fija un gancho de marcado en la huella femoral de la LCA y se inserta un pasador guía en el hueso femoral,

avanzando hasta la articulación. Luego, presionando un botón, el pasador guía (con un diámetro de 3 mm) se convierte en un taladro retrógrado (con un diámetro de 8 mm) que realiza el socket femoral. Al presionar el botón una vez más, vuelve a ser un pasador guía y se retira del hueso. Después de retirar el FlipCutter®, dejamos una cavidad femoral de 25 mm con una delgada cortical óseo.

Las suturas de extracción se pasan desde la cavidad femoral hasta un portal anteromedial. Estas suturas serán útiles en los siguientes pasos.

Para crear el socket tibial, seguimos los mismos pasos de la creación del socket femoral.

Después de la creación de ambas cavidades, ensamblamos las suturas TightRope® y las suturas de tracción (previamente pasadas por las cavidades) en el endobutton, creando un sistema de injerto. Este sistema permite extraer el injerto del portal anteromedial hasta la cavidad femoral. El endobutton presente en el extremo de la sutura TightRope® también servirá como la fijación cortical.

Cuando el botón alcanza la superficie externa del fémur, se voltea y con la sutura TightRope® podemos tensar el injerto para llenar totalmente el socket. Primero, arrastramos (con las suturas de tracción del sistema de bucle de injerto), luego volteamos (el endobutton que sirve como fijación cortical) y finalmente lo rellenamos (con las suturas TightRope®).

Se siguen los mismos pasos para la fijación tibial, lo que significa que primero rastreamos las suturas de tracción, luego volteamos el endobutton y luego tensamos el injerto. Incluso después de voltear ambos botones, el injerto se puede tensar. (32,33)

## **Técnica por portal anteromedial**

Con el fin de realizar una reconstrucción anatómica se ideó la técnica de perforación del Túnel Femoral (TF) a través del portal anteromedial (PAM) para colocar el TF independiente del túnel tibial.

Colocación del PAM: La introducción de las guías y la perforación del TF se realiza a través del mismo PAM que utilizamos para la artroscopia, no se requiere de un portal accesorio. Es muy importante que el PAM sea colocado con cuidado; éste debe ser tan inferior como sea posible, pero sin lesionar el cuerno anterior del menisco medial. También debe ser lo más medial posible, pero no tanto que los instrumentos dañen el cartílago articular del cóndilo femoral medial. Cuando la rodilla se lleva a la hiperflexión, los tejidos blandos anteriores de la rodilla se acercan a la superficie de los cóndilos femorales y se comprimen, reduciendo el espacio entre éstos. Si el cirujano intenta introducir a la fuerza la guía y/o la broca con la rodilla hiperflexionada, lo más seguro es que dañe el cartílago articular.

Tipo de fijación femoral: Con esta técnica de perforación, los túneles tienen una orientación diferente a la técnica transtibial y son más cortos, es importante entender esto ya que hay que hacer ajustes en la fijación femoral. Los métodos de fijación femoral que se pueden utilizar son:

Tornillos interferenciales, una ventaja de utilizarlos es que se introducen igualmente por el PAM lo que minimiza la divergencia entre el tornillo injerto, optimizando la fijación.

Fijación por suspensión Al ser túneles cortos es necesario contar con implantes cortos, la longitud habitual de estos dispositivos utilizando esta técnica es de 15 a 20 mm.

Sistemas transfictivos, éstos tienen el inconveniente de que por la oblicuidad del TF es difícil que se anclen adecuadamente, especialmente los que utilizan dos pines.

El túnel femoral puede realizarse indistintamente antes o después del túnel tibial.

Se localiza el punto de perforación femoral.

Una vez que el cirujano está satisfecho con la colocación precisa de la marca femoral, se introduce la guía femoral a través del PAM con la rodilla flexionada a 90° y gentilmente se hiperflexiona la rodilla. Aunque el procedimiento se puede realizar a manos libres, se recomienda siempre utilizar guías para garantizar la integridad de la cortical posterior del fémur. Existen en el mercado guías especialmente diseñadas para utilizar con ésta técnica. La guía se seleccionará de acuerdo al diámetro del injerto, al igual que se hace con la guía transtibial convencional.

Una vez que estamos satisfechos con la posición y orientación de la guía introducimos el clavillo con ojal de 2.4 mm hasta sacarlo en la superficie lateral del muslo. Retiramos la guía y con la rodilla en la misma posición se introduce la broca femoral del mismo diámetro del injerto. Dependiendo de la técnica de fijación femoral a utilizar, será la profundidad de la perforación femoral.

Durante el procedimiento es importante que nuestro asistente mantenga la posición de la rodilla para evitar que la guía o broca se mueva y se modifique la posición del TF o se lesionen otras estructuras.

Una vez que el TF se perforó al diámetro y a la profundidad deseada se retira la broca, en el ojal de la guía 2.4 mm se coloca una sutura, ésta servirá para pasar el injerto. Hay que recordar que como el TF no se está perforando a través del túnel tibial, los túneles no son paralelos, por lo que no se puede pasar directamente el injerto. El clavillo guía se retira por el muslo de manera que la sutura entrará a través del PAM, hacia el TF y salga por el muslo. Con una pinza de agarre o con el gancho palpador se recaba la sutura a través del túnel tibial para que con esta pasemos el injerto de la tibia

hacia el fémur. En el caso de que el túnel tibial se perfora después al TF, la sutura se deja referida con una pinza y se recupera una vez realizado el túnel tibial.

Para pasar el injerto se amarran las suturas rienda del injerto a la sutura que sale por el túnel tibial, se tracciona la sutura del muslo hasta que las suturas del injerto salgan por el muslo. La rodilla se coloca en flexión entre 100 y 120 grados y se introduce el injerto. La técnica de fijación dependerá del cirujano. (34,35)

### **Implantes de fijación**

Históricamente la reconstrucción de ligamento cruzado anterior inicio con reconstrucciones extraarticulares para después evolucionar a reconstrucciones intraarticulares, fue entonces cuando al realizar túneles ya se femoral, tibial o ambos los médicos de la época se vieron en la necesidad de fijar los injerto implantados por lo que iniciaron a usar una técnica de poste con tornillos y arandela, posteriormente desarrollaron la grapa metálica que se usaba típicamente par fijación tibial o bien para una fijación secundaria.(36) Actualmente estos implantes se usan en caso de la falla de los implantes más actuales o bien en caso de inaccesibilidad a los mismos. Actualmente entre los implantes para fijación femoral más usado se encuentran los pines de fijación transversa, los tornillos metálicos y biodegradables o bien los implantes de tenosuspensión, ,mientras que los implantes de fijación tibial son los tornillos o implantes de tenosuspensión. (24)

Cada uno de ellos cuenta con ventajas y desventajas, las cuales se pueden ajustar dependiendo del paciente al que se la van a implantar, tomando en cuenta edad, sexo, actividad física, constitución anatómica, disposición de recursos, entre otros.

Los sistemas evaluados en este trabajo son los implantes de tenosuspensión los

cuales si bien técnicamente no ha tenido diferencias con otros implantes en estudios de laboratorio se ha reportado un elongamiento del sistema dependiendo de la marca o si es deslizable o fijo. En caso de los pines transversos en un principio se diseñaron para fijación de pastillas óseas, sin embargo en la actualidad se usan para la fijación de injertos de tendones sin pastilla osea, anclandose a tejido o bien a las suturas del injerto. De igual manera su estabilidad se ha puesto a prueba. En los dos implantes previos se ha descrito el efecto de limpia parabrisas debido a su fijación distante al punto de salida del injerto hacia la articulación lo cual resulta en un ensanchamiento del túnel óseo. En caso de los tornillos para fijación tibial llamados también sistemas de apertura en teoría dan una mayor estabilidad por su fijación en el punto articular del túnel, sin embargo existen ensayos en los cuales reportan un ensanchamiento por expansión. (37–44)

Tabla 2

Tipo de fijación	Indicación	Ventajas	Desventajas
Tornillo de interferencia de metal	- Fijación de injertos con pastilla ósea	- Estabilización de la articulación - Comprime la pastilla ósea contra la pared del túnel	- Artefacto en RM - Posible retiro en revisiones
Tornillo de interferencia de bio- interferencia	- Fijación a hueso o tejido blando	- Fijación a nivel de articulación - Sin artefacto en RM - Retiro mas fácil	- Riesgo de fractura femoral - Requiere tarraja e inserción mas difícil - Fractura de implante
<u>Tenosuspensión</u>	- Fijación en extremo femoral - Opción fractura de pared posterior	- Fijación resistente - Buena alternativa en fémur pequeño. (fractura)	- Ensanchamiento de canal (efecto limpia parabrisas) - Fijación distante - Confirmación con fluoroscopia
Tronillo/arandela (poste)	- Usado como refuerzo en tibia o fémur - Discrepancia túnel injerto	- Técnicamente fácil	- Fijación lejos a articulación - Menor carga para la falla
Grapa metálica	- Usado como refuerzo en tibia - Discrepancia túnel injerto	- Técnicamente fácil	- Menor carga para la falla - Aflojamiento de injerto
Fijación transversa	- Fijación de pastilla ósea	Fijación similar a tornillos	- Fractura en pastillas <9 mm - Técnicamente difícil

(24)

## SEGUIMIENTO

Actualmente existe una variedad de herramientas para obtener de una valoración clínica un parámetro cuantitativo, el cual permite medir de manera objetiva el progreso clínico de los pacientes y así dar a conocer tanto al paciente como al médico su evolución, además de permitir usar esa información para compartir el conocimiento científico. Dentro de las opciones disponibles contamos con mediciones radiográficas, artrómetros, dinamómetros, baterías de actividad funcional, entre otras. Los cuestionarios de actividad funcional son la única opción que valora el estado real del paciente, si bien de una manera subjetiva, es la única opción con la que se cuenta hoy en día. Las escalas funcionales pueden ser objetivas, es decir valoradas directamente por la exploración física del médico, o bien reportados por el paciente. Las escalas

objetivas pueden ser basadas en el desempeño físico mediante la medición de diversas tareas físicas o bien basado en la funcionalidad y síntomas del paciente.

De las mediciones de seguimiento reportado por el paciente (PROM por sus siglas en inglés) se eligió el International Knee Documentation Committee (IKDC) el cual es un instrumento subjetivo específico de lesiones deportivas de la rodilla la cual ha sido validada en pacientes con lesión de LCA. Este PROM consiste en 18 incisos y de sus respuestas se obtiene un resultado funcional en una escala del 0-100, un resultado mayor significa menor nivel en los síntomas así como mejor funcionalidad diaria y deportiva. Las preguntas se dividen en tres unidades síntomas actividades, físicas y funcionalidad. En la actualidad el IKDC cuenta con evidencia de ser un instrumento con una confiabilidad validada. Incluso ha sido el instrumento de medición para grandes estudios como el ensayo MOON. (45–48)

## **JUSTIFICACIÓN**

La lesión de ligamento cruzado anterior es una lesión común entre deportistas a nivel amateur y profesional. La ruptura completa de ligamento cruzado anterior es una indicación relativa para el manejo quirúrgico y se hace con el objetivo de mantener una adecuada estabilidad de la rodilla y permitir al paciente reintegrarse a sus actividades deportivas lo antes posible. Por lo tanto, La reconstrucción de ligamento cruzado anterior por artroscopia de rodilla es una práctica prevalente en el campo de la ortopedia. En Estados Unidos se realizan alrededor de 20,000 reconstrucciones de LCA al año (1). En el Centro médico ABC los dos sistemas de fijación femoral más

utilizados basados en la evidencia son la tenosuspensión y la fijación con pines transversos usando técnica de perforación de túnel femoral todo dentro y transtibial respectivamente. El debate en cuanto a que técnica otorga una mejor estabilidad es controvertido. Determinar cual de estas dos técnicas confiere una mejor resultado funcional es importante para reducir el índice de falla por implante y la laxitud postoperatoria del injerto. (42,49–58)

## **PREGUNTA DE LA INVESTIGACIÓN**

¿Existe diferencia en el estado funcional postoperatorio de los pacientes con reconstrucción de ligamento cruzado anterior con técnica transtibial y todo dentro?

## **HIPÓTESIS**

Los paciente postoperados de ligamento cruzado anterior con técnica todo dentro presentan el mismo estado funcional que los pacientes con reconstrucción con técnica transtibial

## **HIPÓTESIS NULA**

La reconstrucción de ligamento cruzado anterior con técnica transtibial resulta en mejor actividad funcional en el periodo postoperatorio que los pacientes con reconstrucción con técnica todo dentro.

## **OBJETIVO**

Determinar qué técnica de reconstrucción de ligamento cruzado anterior brinda más estabilidad en el periodo postoperatorio.

## **OBJETIVOS SECUNDARIOS**

- Evaluar los sistemas de fijación empleados en cada técnica
- Evaluar el regreso a sus actividades cotidianas y deportivas

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Diseño del estudio**

Estudio de cohorte, prospectivo, transversal.

### **Participantes**

La muestra será tomada de pacientes postoperados de dos cirujanos adscritos del Centro Médico ABC. Se incluirán pacientes operados entre Enero del 2015 y Diciembre del 2018.

### **Criterios de selección**

1. Pacientes con lesión de ligamento cruzado anterior que fueron sometidos a tratamiento quirúrgico

2. Ambos géneros
3. Cualquier edad
4. Cualquier nivel socioeconómico.

### **Criterios de exclusión**

1. Periodo postoperatorio menor a 6 semanas
2. Periodo postoperatorio mayor a tres años,
3. Lesiones secundarias que resulten en inestabilidad como lesión de ligamento cruzado posterior o ligamentos colaterales.

### **Técnicas quirúrgicas**

La muestra es incluida de la población de pacientes de dos cirujanos con amplia experiencia realizando reconstrucción de ligamento cruzado anterior, el primero de ellos usó el sistema Rigidfix de pines transversales con técnica transtibial y el segundo cirujano usó el sistema de tenosuspensión tight rope de Arthrex con técnica todo dentro.

### **Recolección de datos y análisis**

Se somete protocolo de investigación al Comité de Ética en Investigación del Centro Médico ABC. Al ser aprobado se inicia la pesquisa de los pacientes.

Se realiza un registro en formato excel con el nombre del paciente, edad, sexo, diagnóstico, procedimiento quirúrgico realizado, fecha de la cirugía y correo electrónico. A cada ficha de identificación se le asignó un código de registro para la plataforma con el fin de conservar la confidencialidad de la información.

Se usa la plataforma Google Forms la cual cuenta con las certificaciones adecuadas para la confidencialidad de datos. Esta aplicación envía de manera automatizada los cuestionarios vía correo electrónico. Los pacientes fueron evaluados con escalas funcionales orientadas a la medición del dolor, la funcionalidad de la articulación, la calidad de vida y actividad deportiva, se uso la escala IKDC (International Knee Documentation Committee), la cual se anexa.. Los datos obtenidos fueron exportados al software IBM SPSS Statistics for Windows (v. 16.0, Chicago) para análisis estadístico.

APÉNDICE 1 Y 2

## **RESULTADOS**

Se realizaron 96 cirugías entre los dos grupos de cirujanos descritos entre Enero del 2016 y Diciembre del 2018. Al terminar el periodo de encuestas solo 29 de ellos contestaron el score IKDC, 15 de ellos entraron al grupo control en los cuales se practicó una reconstrucción de LCA con técnica transtibial por otro lado fueron 14 pacientes los que contestaron la encuesta del grupo de la intervención en los que se realizó reconstrucción de LCA con técnica todo dentro. Se excluyó un paciente de grupo de los controles debido a que se trataba de una cirugía de revisión de LCA.

## Características de la población

En la muestra se obtuvieron un total de 58 hombres y 38 mujeres, del grupo control 24 hombres y 14 mujeres, mientras del grupo de intervención fueron 34 hombres y 24 mujeres.

De las 96 cirugías 42 fueron en rodilla izquierda y 54 en rodilla derecha. De los pacientes con técnica transtibial 13 fueron izquierdas y 25 derechas, mientras que en el grupo de todo dentro 29 fueron rodillas izquierdas y 29 rodillas derechas. El tiempo de evolución postoperatorio promedio en el grupo control fue 27.9 (8.7-41.3) semanas y en el grupo de I maniobra fue de 22.9 (6.8-40) semanas.

Tabla 3

Género	Todo dentro	Transtibial	Total
Masculino	34 58.6%	24 63.2%	58 60.4%
Femenino	24 41.4%	14 36.8%	38 39.6%
Total	58 100%	38 100%	96 100%

Tabla 4

Lateralidad	Todo dentro	Transtibial	Total
Izquierda	29 50%	13 34.2%	42 43.8%
Derecha	29 50%	25 65.8%	54 56.2%
Total	58 100%	38 100%	96 100%

La escala funcional reportada por el paciente IKDC tuvo un score promedio de 82.6 en pacientes con técnica transtibial, mientras que en los pacientes con técnica todo dentro obtuvieron un score promedio de 79.5 obteniendo un valor de  $P < 0.152$  con un intervalo de confianza de 95%.

## **DISCUSIÓN**

El objetivo principal de la reconstrucción de ligamento cruzado anterior es regresar la estabilidad deseada a la rodilla y así regresar al paciente a sus actividades diarias y deportivas lo antes posible y al nivel que tenía antes de la lesión, para lograr el resultado deseado es necesario tomar en cuenta distintos factores como lo son la posición de los túneles, el injerto, el sistema de fijación, realiza un haz o dos haces. La técnica de todo adentro ha evidenciado mejor dolor postoperatorio, no obstante en este estudio no se valoró el periodo postquirúrgico inmediato. La otra evidencia reportada en la literatura es un incremento en el fallo de la reconstrucción. En los artículos publicado al respecto argumentan una actividad física más temprana que en las técnicas clásicas debido a su mayor estabilidad rotacional.(49) Una variante que ha preocupado a los cirujanos de la corriente de la técnica todo adentro es el aflojamiento de estos implantes, sin embargo existe evidencia en cuanto al estado funcionalidad a mediano y largo plazo encontrándose igual en ambos grupos.(37,42) En este estudio se pueden comparar de manera indirecta los implantes de fijación femoral entre los pines de fijación transversa contra los implantes de tenosuspensión. El objetivo principal es determinar qué técnica de fijación arroja mejores estados funcionales

usando la encuesta IKDC, lo cual indirectamente permite tener una referencia de que tan estable es la reconstrucción realizada, en nuestra muestra no se encontró diferencia ( $P < 0.152$ ). Lo cual permite descartar la hipótesis nula.

Las fortalezas del estudio son la estandarización de ambos procedimientos quirúrgicos realizados por cirujanos expertos con una curva de aprendizaje cumplida previo al inicio del reclutamiento de pacientes. Al enviar el cuestionario por medios electrónicos el resultado se encuentra libre del sesgo por observador y por ende fue estrictamente voluntario. La muestra es homogénea en cuanto al género, edad, lateralidad y tiempo de evolución. La intervención seleccionada es la técnica todo dentro de la cual la evidencia publicada es escasa.

Entre las debilidades del estudio se encuentran la valoración de solo el estado funcional, si bien el factor más importante es la satisfacción del paciente y su estado funcional los instrumentos de reporte funcional no son objetivos. El sesgo más importante se encuentra en la pérdida en el seguimiento de pacientes por falta de respuesta de los pacientes, sin embargo la muestra obtenida logra ser representativa. El tamaño de la muestra es pequeña en comparación a los pacientes requeridos para obtener un adecuado poder del estudio.

## **CONCLUSIÓN**

El debate de qué técnica de tunelización femoral es mejor aún es controversial, más aun al estudiar la opción todo dentro la cual es recientemente practicada y por ende no se ha cumplido un seguimiento a largo plazo como las técnicas más clásicas. En este

estudio es imperativo continuar con el reclutamiento de pacientes para lograr la muestra deseada para lograr el poder adecuado para el estudio, de igual manera el método de recolección de datos no obtuvo la respuesta esperada, por lo que se debe mejorar la estrategia. Aun así, se deben de usar más y mejores instrumentos de medición para integrar una evaluación más completa del resultado del paciente.

Actualmente basados en los resultados de este y otros estudios permiten a los cirujanos ofrecer cualquiera de las técnicas de reconstrucción debido al buen resultado con cualquiera de ellas. El factor determinante es con qué técnica se está familiarizada y tomar en cuenta las características de cada paciente. Estas conclusiones se pueden tomar de igual manera a los sistemas de fijación usados.

## **Bibliografía**

1. Kaeding CC, Léger-St-Jean B, Magnussen RA. Epidemiology and Diagnosis of Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Clin Sports Med*. 2017 Jan;36(1):1–8.
2. Singh N. International Epidemiology of Anterior Cruciate Ligament Injuries [Internet]. Vol. 1, *Orthopedic Research Online Journal*. 2018. Available from: <http://dx.doi.org/10.31031/oproj.2018.01.000525>
3. Clarke HD, Norman Scott W, Insall JN, Pedersen HB, Math KR, Vigorita VJ, et al. Anatomy [Internet]. *Insall & Scott Surgery of the Knee*. 2012. p. 2–45. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-1-4377-1503-3.00001-9>
4. Thompson JC. *Netter's Concise Orthopaedic Anatomy E-Book, Updated Edition*. Elsevier Health Sciences; 2015. 416 p.
5. Noyes FR, Barber-Westin SD. Anterior Cruciate Ligament Primary Reconstruction [Internet]. *Noyes' Knee Disorders: Surgery, Rehabilitation, Clinical Outcomes*. 2017. p. 137–220. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-323-32903-3.00007-x>
6. Dargel J, Gotter M, Mader K, Pennig D, Koebke J, Schmidt-Wiethoff R. Biomechanics of the anterior cruciate ligament and implications for surgical reconstruction [Internet]. Vol. 2, *Strategies in Trauma and Limb Reconstruction*.

2007. p. 1–12. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s11751-007-0016-6>
7. Woo SL-Y, -Y. Woo SL, Abramowitch SD, Kilger R, Liang R. Biomechanics of knee ligaments: injury, healing, and repair [Internet]. Vol. 39, *Journal of Biomechanics*. 2006. p. 1–20. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2004.10.025>
  8. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Paterno MV, Quatman CE. Mechanisms, prediction, and prevention of ACL injuries: Cut risk with three sharpened and validated tools. *J Orthop Res*. 2016 Nov;34(11):1843–55.
  9. Zhang L, Hacke JD, Garrett WE, Liu H, Yu B. Bone Bruises Associated with Anterior Cruciate Ligament Injury as Indicators of Injury Mechanism: A Systematic Review [Internet]. Vol. 49, *Sports Medicine*. 2019. p. 453–62. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-019-01060-6>
  10. Campbell CJ, Carson JD, Diaconescu ED, Celebrini R, Rizzardo MR, Godbout V, et al. Canadian Academy of Sport and Exercise Medicine Position Statement [Internet]. Vol. 24, *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2014. p. 263–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1097/jsm.0000000000000068>
  11. Salzler M, Nwachukwu BU, Rosas S, Nguyen C, Law TY, Eberle T, et al. State-of-the-art anterior cruciate ligament tears: A primer for primary care physicians. *Phys Sportsmed*. 2015 May;43(2):169–77.
  12. Heard WMR, VanSice WC, Savoie FH. Anterior cruciate ligament tears for the primary care sports physician: what to know on the field and in the office [Internet]. Vol. 43, *The Physician and Sportsmedicine*. 2015. p. 432–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/00913847.2015.1092857>
  13. Sarraf KM, Sadri A, Thevendran G, Vedi V. Approaching the ruptured anterior cruciate ligament. *Emerg Med J*. 2011 Aug;28(8):644–9.
  14. Maffulli N, Binfield PM, King JB, Good CJ. Acute haemarthrosis of the knee in athletes. A prospective study of 106 cases. *J Bone Joint Surg Br*. 1993 Nov;75(6):945–9.
  15. Magee DJ. *Orthopedic Physical Assessment - E-Book*. Elsevier Health Sciences; 2014. 1184 p.
  16. Ruzbarsky JJ, Konin G, Mehta N, Marx RG. MRI Arthroscopy Correlations: Ligaments of the Knee. *Sports Med Arthrosc*. 2017 Dec;25(4):210–8.
  17. Brady MP, Weiss W. Clinical Diagnostic Tests Versus MRI Diagnosis of ACL Tears. *J Sport Rehabil*. 2018 Nov 1;27(6):596–600.
  18. Long WJ, Norman Scott W. Anterior Cruciate Ligament Injuries and Reconstruction [Internet]. *Insall & Scott Surgery of the Knee*. 2012. p. 371–84. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-1-4377-1503-3.00041-x>
  19. Paschos NK, Howell SM. Anterior cruciate ligament reconstruction: principles of

treatment. *EFORT Open Rev.* 2016 Nov;1(11):398–408.

20. Monk AP, Davies LJ, Hopewell S, Harris K, Beard DJ, Price AJ. Surgical versus conservative interventions for treating anterior cruciate ligament injuries. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016 Apr 3;4:CD011166.
21. Krause M, Freudenthaler F, Frosch K-H, Achtnich A, Petersen W, Akoto R. Operative versus conservative treatment of anterior cruciate ligament rupture [Internet]. *Deutsches Aerzteblatt Online.* 2018. Available from: <http://dx.doi.org/10.3238/arztebl.2018.0855>
22. Archibald JD, Baer GS. Complications of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction [Internet]. *Insall & Scott Surgery of the Knee.* 2012. p. 428–34. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-1-4377-1503-3.00048-2>
23. Muller B, Bowman KF Jr, Bedi A. ACL graft healing and biologics. *Clin Sports Med.* 2013 Jan;32(1):93–109.
24. Richter DL, Winston Gwathmey F, Miller MD. Graft Choices and Fixation Devices [Internet]. *Operative Techniques: Knee Surgery.* 2018. p. 159–64. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-323-46292-1.00018-6>
25. Yoo S-H, Song E-K, Shin Y-R, Kim S-K, Seon J-K. Comparison of clinical outcomes and second-look arthroscopic findings after ACL reconstruction using a hamstring autograft or a tibialis allograft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017 Apr;25(4):1290–7.
26. Bottoni CR, Smith EL, Shaha J, Shaha SS, Raybin SG, Tokish JM, et al. Autograft Versus Allograft Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Prospective, Randomized Clinical Study With a Minimum 10-Year Follow-up. *Am J Sports Med.* 2015 Oct;43(10):2501–9.
27. Salem HS, Varzhapetyan V, Patel N, Dodson CC, Tjoumakaris FP, Freedman KB. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Young Female Athletes: Patellar Versus Hamstring Tendon Autografts. *Am J Sports Med.* 2019 Jul;47(9):2086–92.
28. Maletis GB, Inacio MCS, Reynolds S, Desmond JL, Maletis MM, Funahashi TT. Incidence of postoperative anterior cruciate ligament reconstruction infections: graft choice makes a difference. *Am J Sports Med.* 2013 Aug;41(8):1780–5.
29. Mistry H, Metcalfe A, Colquitt J, Loveman E, Smith NA, Royle P, et al. Autograft or allograft for reconstruction of anterior cruciate ligament: a health economics perspective. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019 Jun;27(6):1782–90.
30. Chambat P. ACL tear [Internet]. Vol. 99, *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research.* 2013. p. S43–52. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.otsr.2012.11.012>
31. [No title] [Internet]. [cited 2019 Jul 29]. Available from:

<http://prod.mitek.depuy.edgesuite.net/PDFsforWebsite/900392.pdf>

32. Lubowitz JH. All-Inside Anterior Cruciate Ligament Graft Link: Graft Preparation Technique [Internet]. Vol. 1, Arthroscopy Techniques. 2012. p. e165–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eats.2012.06.002>
33. Almazán A, Barclay F, Cruz F, Arcuri F. Reconstrucción del Ligamento Cruzado Anterior con técnica Todo-Adentro. GraftLink: Técnica Quirúrgica - Revista de Artroscopía [Internet]. [cited 2019 Jul 29]. Available from: <https://www.revistaartroscopia.com.ar/ediciones-anteriores/46-volumen-05-numero-1/volumen-18-numero-3/278-reconstruccion-del-ligamento-cruzado-anterior-con-tecnica-todo-adentro-graftlink-tecnica-quirurgica>
34. Harner CD, Honkamp NJ, Ranawat AS. Anteromedial Portal Technique for Creating the Anterior Cruciate Ligament Femoral Tunnel. *Arthroscopy*. 2008 Jan;24(1):113–5.
35. Díaz AA, Salazar HAA, Francisco Rodríguez Resendiz Dr. Luis Sierra Suárez, López FC, Córdova EV, Jiménez FJP, et al. Técnica para realizar el túnel femoral a través del portal anteromedial en la reconstrucción de LCA - Revista de Artroscopía [Internet]. [cited 2019 Jul 29]. Available from: <https://www.revistaartroscopia.com/ediciones-anteriores/2010/volumen-17-numero-3/64-volumen-05-numero-1/volumen-17-numero-3/602-tecnica-para-realizar-el-tunel-femoral-a-traves-del-portal-anteromedial-en-la-reconstruccion-de-lca>
36. Burnett QM 2nd, Fowler PJ. Reconstruction of the anterior cruciate ligament: historical overview. *Orthop Clin North Am*. 1985 Jan;16(1):143–57.
37. Barrow AE, Pilia M, Guda T, Kadrmas WR, Burns TC. Femoral suspension devices for anterior cruciate ligament reconstruction: do adjustable loops lengthen? *Am J Sports Med*. 2014 Feb;42(2):343–9.
38. Browning WM 3rd, Kluczynski MA, Curatolo C, Marzo JM. Suspensory Versus Aperture Fixation of a Quadrupled Hamstring Tendon Autograft in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Meta-analysis. *Am J Sports Med*. 2017 Aug;45(10):2418–27.
39. Celik H, Lee D-H. Comparison of the aperture and midportion femoral tunnel widening after anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review and meta-analyses. *Medicine* [Internet]. 2019 Jun [cited 2019 Aug 17];98(26). Available from: [insights.ovid.com](https://insights.ovid.com)
40. Houck DA, Kraeutler MJ, McCarty EC, Bravman JT. Fixed- Versus Adjustable-Loop Femoral Cortical Suspension Devices for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis of Biomechanical Studies. *Orthop J Sports Med*. 2018 Oct;6(10):2325967118801762.
41. Website [Internet]. [cited 2019 Aug 17]. Available from: DOI: <https://doi.org/10.22271/ortho.2018.v4.i1m.129>

42. Saccomanno MF, Shin JJ, Mascarenhas R, Haro M, Verma NN, Cole BJ, et al. Clinical and Functional Outcomes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Cortical Button Fixation Versus Transfemoral Suspensory Fixation: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials [Internet]. Vol. 30, *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2014. p. 1491–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arthro.2014.05.028>
43. Iuchi R, Mae T, Tachibana Y, Shino K, Nakagawa S, Yoshikawa H, et al. Mechanical Properties of an Adjustable-Loop Cortical Suspension Device for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Orthop J Sports Med*. 2018 Aug;6(8):2325967118791183.
44. Onggo JR, Nambiar M, Pai V. Fixed- Versus Adjustable-Loop Devices for Femoral Fixation in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review [Internet]. Vol. 35, *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2019. p. 2484–98. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arthro.2019.02.029>
45. van Meer BL, Meuffels DE, Reijman M. A Comparison of the Standardized Rating Forms for Evaluation of Anterior Cruciate Ligament Injured or Reconstructed Patients [Internet]. *The Anterior Cruciate Ligament*. 2018. p. 484–9.e2. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-323-38962-4.00120-x>
46. Sernert N, Kartus J, Köhler K, Stener S, Larsson J, Eriksson BI, et al. Analysis of subjective, objective and functional examination tests after anterior cruciate ligament reconstruction [Internet]. Vol. 7, *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 1999. p. 160–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s001670050141>
47. Wright R, Spindler K, Huston L, Amendola A, Andrich J, Brophy R, et al. Revision ACL Reconstruction Outcomes: MOON Cohort [Internet]. Vol. 24, *Journal of Knee Surgery*. 2011. p. 289–94. Available from: <http://dx.doi.org/10.1055/s-0031-1292650>
48. Lynch TS, Sean Lynch T, Parker RD, Patel RM, Andrich JT, Spindler KP. The Impact of the Multicenter Orthopaedic Outcomes Network (MOON) Research on Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Orthopaedic Practice [Internet]. Vol. 23, *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2015. p. 154–63. Available from: <http://dx.doi.org/10.5435/jaaos-d-14-00005>
49. Connaughton AJ, Geeslin AG, Uggen CW. All-inside ACL reconstruction: How does it compare to standard ACL reconstruction techniques? *J Orthop*. 2017 Jun;14(2):241–6.
50. Eysturoy NH, Nielsen TG, Lind MC. Anteromedial Portal Drilling Yielded Better Survivorship of Anterior Cruciate Ligament Reconstructions When Comparing Recent Versus Early Surgeries With This Technique. *Arthroscopy*. 2019 Jan;35(1):182–9.
51. 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 Dec 22;19(1):454.

52. Richardson MW, Tsouris ND, Hassan CR, Elbayar JH, Qin Y-X, Komatsu DE, et al. A Biomechanical Comparison of Alternative Graft Preparations for All-Inside Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthroscopy*. 2019 May;35(5):1547–54.
53. Başdelioğlu K, Meriç G, Pündük Z, Akseki D, Atik A, Sargin S. Outcomes of isokinetic tests and functional assessment of anterior cruciate ligament reconstruction: Transtibial versus single anatomic femoral tunnel technique. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2019 Mar;53(2):86–91.
54. Lubowitz JH, Schwartzberg R, Smith P. Randomized controlled trial comparing all-inside anterior cruciate ligament reconstruction technique with anterior cruciate ligament reconstruction with a full tibial tunnel. *Arthroscopy*. 2013 Jul;29(7):1195–200.
55. Mehta A, Lin CC, Campbell RA, Chin G, McGarry MH, Lee TQ, et al. Effects of Anteromedial Portal versus Transtibial ACL Tunnel Preparation on Contact Characteristics of the Graft and the Tibial Tunnel Aperture. *Clin Orthop Surg*. 2019 Mar;11(1):52–9.
56. 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 [Internet]*. 2019 Jun 3; Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00590-019-02455-x>
57. Noh JH, Roh YH, Yang BG, Yi SR, Lee SY. Femoral Tunnel Position on Conventional Magnetic Resonance Imaging After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Young Men: Transtibial Technique Versus Anteromedial Portal Technique. *Arthroscopy*. 2013 May;29(5):882–90.
58. Youm Y-S, Cho S-D, Lee S-H, Youn C-H. Modified transtibial versus anteromedial portal technique in anatomic single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: comparison of femoral tunnel position and clinical results. *Am J Sports Med*. 2014 Dec;42(12):2941–7.

## Consentimiento Informado para Participantes de Investigación

El propósito de este consentimiento es proveer a los participantes en esta investigación con una clara explicación de la naturaleza de la misma, así como de su rol en ella como participantes.

Al contestar esta encuesta acepto participar voluntariamente en esta investigación, conducida por el Dr. Carlos Alejandro Vega Najera. He sido informado (a) de que la meta de este estudio es conocer la correlación que existe entre las escalas funcionales en pacientes post-operados de reconstrucción de ligamento cruzado anterior de rodilla por vía artroscópica usando dos sistemas diferentes de fijación. Me han indicado también que tendré que responder cuestionarios, preguntas en una encuesta. Lo cual tomará aproximadamente 10 minutos. Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento. He sido informado de que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento y que puedo retirarme del mismo cuando así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno para mi persona. De tener preguntas sobre mi participación en este estudio, puedo contactar a Dr. Carlos Alejandro Vega Najera o al Comité de Ética en Investigación del Centro Médico ABC. Entiendo que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido.

Acepto

## APÉNDICE 2

### Síntomas

Evalúe sus síntomas al nivel más alto de actividad al cual usted piensa que podría funcionar sin síntomas significativos, aunque usted realmente no esté haciendo actividades a este nivel.

1. ¿Cuál es el nivel más alto de actividad que usted puede hacer sin tener dolor significativo en la rodilla? \*

- Actividades muy agotadoras, tales como saltar o girar, como en el juego de baloncesto o fútbol
- Actividades agotadoras, tales como trabajo físico pesado, esquiar o jugar tenis
- Actividades moderadas, tales como trabajo físico moderado, correr o trotar
- Actividades livianas, tales como caminar, hacer trabajos en la casa o en el patio (jardín)
- No puedo hacer ninguna de las actividades indicadas arriba, debido a dolor en la rodilla

2. Durante las últimas 4 semanas, o desde que ocurrió su lesión, ¿cuán frecuentemente ha tenido usted dolor? Marque una casilla en la escala indicada abajo, que comienza en 0 (Nunca) y aumenta progresivamente a 10 (Constantemente) \*

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Nunca            Constantemente

3. Si usted tiene dolor, ¿cuán fuerte es el dolor? Marque una casilla en la escala indicada abajo, que comienza en 0 (Ningún dolor) y aumenta progresivamente a 10 (El peor dolor imaginable) \*

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Ningún dolor ○○○○○○○○○○ El peor dolor imaginable

4. Durante las últimas 4 semanas, o desde que ocurrió su lesión, ¿cuán tiesa (entumecida) o hinchada estaba su rodilla? \*

- Nada
- Levemente
- Moderadamente
- Mucho
- Muchísimo

5. ¿Cuál es el nivel más alto de actividad que usted puede hacer sin que la rodilla se le hinche significativamente? \*

- Actividades muy agotadoras, tales como saltar o girar, como en el juego de baloncesto o fútbol
- Actividades agotadoras, tales como trabajo físico pesado, esquiar o jugar tenis
- Actividades moderadas, tales como trabajo físico moderado, correr o trotar

- Actividades livianas, tales como caminar, hacer trabajos en la casa o trabajos en el patio (jardín)
- No puedo hacer ninguna de las actividades indicadas arriba, debido a hinchazón en la rodilla

6. Durante las últimas 4 semanas, o desde que ocurrió su lesión, ¿se le ha bloqueado o se le ha trabado temporalmente la rodilla? \*

- Sí
- No

7. ¿Cuál es el nivel más alto de actividad que usted puede hacer sin que la rodilla le falle? \*

- Actividades muy agotadoras, tales como saltar o girar, como en el juego de baloncesto o fútbol
- Actividades agotadoras, tales como trabajo físico pesado, esquiar o jugar tenis
- Actividades moderadas, tales como trabajo físico moderado, correr o trotar
- Actividades livianas, tales como caminar, hacer trabajos en la casa o trabajos en el patio (jardín)
- No puedo hacer ninguna de las actividades indicadas arriba, debido a que la rodilla me falla

Actividades deportivas

8. ¿Cuál es el nivel más alto de actividad que usted puede hacer rutinariamente? \*

- Actividades muy agotadoras, tales como saltar o girar, como en el juego de baloncesto o fútbol
- Actividades agotadoras, tales como trabajo físico pesado, esquiar o jugar tenis
- Actividades moderadas, tales como trabajo físico moderado, correr o trotar
- Actividades livianas, tales como caminar, hacer trabajos en la casa o trabajos en el patio (jardín)
- No puedo hacer ninguna de las actividades indicadas arriba, debido a la rodilla

9. Debido a su rodilla, ¿qué nivel de actividad tiene usted?, para: \*

	Ninguna dificultad	Dificultad mínima	Dificultad moderada	Sumamente difícil	No puedo hacerlo
a. Subir escaleras	<input type="radio"/>				
b. Bajar escaleras	<input type="radio"/>				
c. Arrodillarse sobre la parte delantera de la rodilla	<input type="radio"/>				
d. Agacharse	<input type="radio"/>				
e. Sentarse con la rodilla doblada (sentarse normalmente)	<input type="radio"/>				

f. Levantarse de una silla	<input type="radio"/>				
g. Correr hacia adelante en dirección recta	<input type="radio"/>				
h. Saltar y caer sobre la pierna afectada	<input type="radio"/>				
i. Parar y comenzar rápidamente a caminar [o a correr, si usted es un(a) atleta]	<input type="radio"/>				

## Funcionamiento

10. ¿Cómo calificaría usted el funcionamiento de su rodilla, usando una escala de 0 a 10, donde 10 es funcionamiento normal y excelente, y donde 0 es la incapacidad de realizar ninguna de sus actividades diarias usuales, que podrían incluir deportes?

FUNCIONAMIENTO ANTES DE QUE TUVIERA LA LESIÓN EN LA RODILLA: \*



FUNCIONAMIENTO ACTUAL DE LA RODILLA: \*

