

**HOSPITAL CENTENARIO MIGUEL HIDALGO**

**CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA**

**COMPARACIÓN CLÍNICA FUNCIONAL DE 2 TÉCNICAS DE  
PERFORACIÓN DE TÚNEL FEMORAL EN RECONSTRUCCIÓN  
ARTROSCÓPICA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR A TRAVÉS  
DE PORTAL ANTEROMEDIAL VERSUS PERFORACIÓN TRANSTIBIAL**

**PRESENTADA POR**

**José Luis Méndez Velázquez**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MÉDICO ESPECIALISTA EN  
TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA**

**ASESOR (ES)**

**Dr. Ángel Martínez Hernández**

**Dr. Luis Gabriel Ortiz Díaz**

**Dr. Efrén Flores Álvarez**

**Aguascalientes, Ags., Enero del 2016.**

JOSÉ LUIS MÉNDEZ VELÁZQUEZ  
ESPECIALIDAD EN TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA  
P R E S E N T E

Por medio de la presente se le informa que en cumplimiento de lo establecido en el Reglamento General de Docencia en el Capítulo XVI y una vez que su trabajo de tesis titulado:

**“COMPARACIÓN CLÍNICA FUNCIONAL DE 2 TÉCNICAS DE PERFORACIÓN DE TÚNEL FEMORAL EN RECONSTRUCCIÓN ARTROSCÓPICA DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR A TRAVÉS DE PORTAL ANTEROMEDIAL VERSUS PERFORACIÓN TRANSTIBIAL”**

Ha sido revisado y aprobado por su tutor y consejo académico, se autoriza continuar con los trámites de titulación para obtener el grado de:  
**Especialista en Traumatología y Ortopedia**

Sin otro particular por el momento me despido enviando a usted un cordial saludo.

**A T E N T A M E N T E**  
**“SE LUMEN PROFERRE”**  
Aguascalientes, Ags., 21 de Enero de 2016.

**DR. RAÚL FRANCO DÍAZ DE LEÓN**  
**DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD**



## CARTA DE LIBERACIÓN

### A QUIEN CORRESPONDA:

Por medio de la presente informo que asesoré y revisé el trabajo de tesis del **DR. JOSE LUIS MENDEZ VELAZQUEZ**, residente de cuarto año del servicio de Traumatología y Ortopedia del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, titulado **'Comparación clínica funcional de 2 técnicas de perforación de túnel femoral en la reconstrucción artroscópica de ligamento cruzado anterior a través de portal anteromedial versus perforación transtibial'** el cuál autorizo su impresión para la terminación de su especialidad.

Sin más por el momento:



---

**DR. ANGEL MARTINEZ HERNANDEZ**

Asesor de Tesis, Titular del curso de Ortopedia y Traumatología y profesor adscrito  
Asesor Metodológico

c.c.p Dr. Felipe de Jesús Flores Parkmann Sevilla. Jefe de enseñanza e Investigación del  
C.H.M.H

Aguascalientes, Ags, Méx. Enero 2016



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES

## CARTA DE LIBERACION

### A QUIEN CORRESPONDA:

Por medio de la presente informo que asesoré y revisé el trabajo de tesis del **DR. José Luis Méndez Velázquez**, residente de cuarto año del servicio de Traumatología y Ortopedia del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, titulado **"Comparación clínica funcional de 2 técnicas de perforación de túnel femoral en reconstrucción artroscópica de ligamento cruzado anterior a través de portal anteromedial versus perforación transtibial"** el cuál autorizo su impresión para la terminación de su especialidad.

Sin más por el momento:



---

**DR. LUIS GABRIEL ORTIZ DIAZ**

Asesor de Tesis y profesor adscrito

c.c.p Dr. Felipe de Jesús Flores Parkmann Sevilla. Jefe de enseñanza e Investigación del C.H.M.H

Aguascalientes, Ags, Méx. Enero 2016



UNIVERSIDAD AUTONOMA  
DE AGUASCALIENTES

## CARTA DE LIBERACION

### A QUIEN CORRESPONDA:

Por medio de la presente informo que asesoré y revisé el trabajo de tesis del **Dr. José Luis Méndez Velázquez**, residente de cuarto año del servicio de Traumatología y Ortopedia del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, titulado **"Comparación clínica funcional de 2 técnicas de perforación de túnel femoral en reconstrucción artroscópica de ligamento cruzado anterior a través de portal anteromedial versus perforación transtibial"** el cuál autorizo su impresión para la terminación de su especialidad.

Sin más por el momento:

**DR. EFREN FLORES ALVAREZ**

Asesor Metodológico, Titular del servicio de oncología y profesor adscrito de cirugía  
general

c.c.p Dr. Felipe de Jesús Flores Parkmann Sevilla. Jefe de enseñanza e Investigación del C.H.M.H

Aguascalientes, Ags, Méx. Enero 2016

## CARTA DE ACEPTACIÓN

**"Comparación clínica funcional de 2 técnicas de perforación de túnel femoral en reconstrucción artroscópica de ligamento cruzado anterior a través de portal anteromedial versus perforación transtibial"**

TESIS DE POSGRADO QUE SE REALIZA PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE ESPECIALISTA EN TRAUMATOLOGIA Y ORTOPEDIA

PRESENTADA POR:

**DR. JOSE LUIS MENDEZ VELAZQUEZ**

ASESORES:

**DR. ANGEL MARTINEZ HERNANDEZ**

Asesor de Tesis, Titular del curso de Ortopedia y Traumatología y profesor adscrito

**DR. LUIS GABRIEL ORTIZ DIAZ**

Asesor de Tesis y profesor adscrito

**DR. EFREN FLORES ALVAREZ**

Asesor metodológico y Jefe del servicio de Oncología del Centenario Hospital Miguel Hidalgo.

**DR. CARLOS RUBÉN CHAVEZ GALVÁN**

Jefe del servicio de Ortopedia y Traumatología Centenario Hospital Miguel Hidalgo

**DR. FELIPE DE JESUS FLORES PARKMANN SEVILLA**

Jefe de enseñanza e investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo



Aguascalientes, Ags, Méx. Enero 2016

## AGRADECIMIENTOS

A mi amada esposa Montserrat que ha sido el impulso durante toda mi carrera y el pilar principal para la culminación de la misma, que con su apoyo constante y amor incondicional ha sido mi amiga y compañera inseparable, fuente de sabiduría, calma y consejo en todo momento.

A mi preciosa hija Ana Sophia para la cual ningún sacrificio será suficiente, que con su luz ha iluminado mi vida y hace mi camino más claro.

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A mis hermanos, tíos, primos, abuelos y amigos.

Gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles.

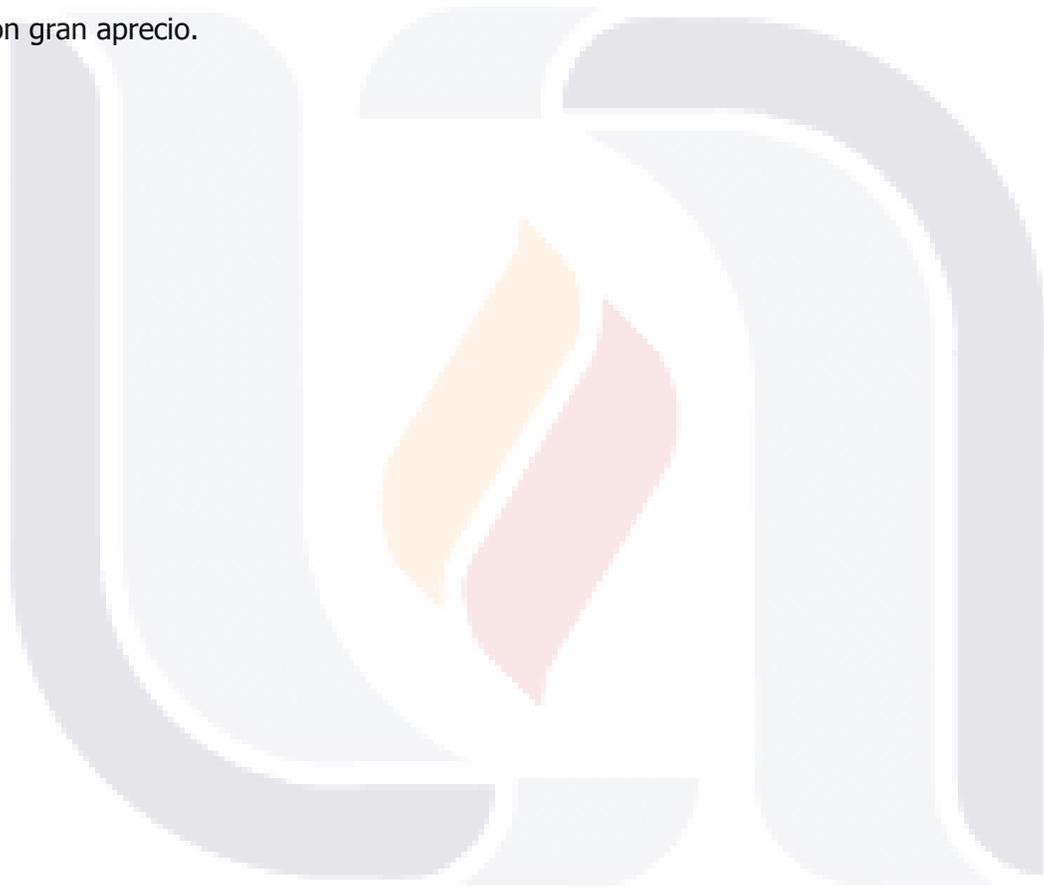
A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

## **DEDICATORIAS**

A mi esposa, la cual me acompañó durante todo este proceso, a mi hija que ha sido un gran aliciente en mi vida, a mis padres por todo el apoyo recibido, a mis hermanos por estar ahí siempre.

A mis maestros, compañeros, personal de enfermería, administrativo, los voy a recordar con gran aprecio.



## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	1
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	4
<b>ÍNDICE DE GRÁFICAS</b> .....	5
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	6
<b>ACRÓNIMOS</b> .....	7
<b>RESUMEN</b> .....	8
<b>ABSTRACT</b> .....	9
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	10
<b>CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO</b> .....	12
1.1 Embriología .....	12
1.2 Histología .....	13
1.3 Propiedades del ligamento cruzado anterior .....	14
1.4 Anatomía.....	14
1.4.1 Ligamento cruzado anterior .....	15
1.4.2 Fascículos.....	16
1.5 Biometría del LCA.....	17
1.5.1 Superficie de inserción.....	18
1.5.2 Dirección angular .....	18
1.5.3 Vascularización .....	19
1.5.4 Arteria articular media .....	19
1.5.5 Inervación .....	20
1.6 Mecanorreceptores.....	21
1.6.1 Propiocepción. ....	21
1.6.2 Biomecánica .....	23
1.7 Participación del LCA en la rodilla no lesionada .....	26
1.7.1 Biomecánica de la rodilla sin LCA.....	27
1.8 Función de los ligamentos cruzados.....	28
1.8.1 Mecanismos de lesión de los ligamentos .....	29
1.8.2 Clasificación de las lesiones del LCA.....	32

- 1.8.3 Clasificación de las inestabilidades..... 34
- 1.9 Exploración clínica..... 35
  - 1.9.1 Test de competencia del ligamento..... 37
  - 1.9.2 Test de Lachman. .... 37
  - 1.9.3 Test del cajón en flexión/rotación..... 38
  - 1.9.4 Test de cajón anterior ..... 38
- 1.10 Exploraciones especiales de la rodilla ..... 44
  - 1.10.1 Radiografías dinámicas ..... 46
  - 1.10.2 Radiografías de esfuerzo..... 48
  - 1.10.3 Tomografía Axial Computarizada (T.A.C.)..... 48
  - 1.10.4 Resonancia nuclear magnética (R.N.M.) ..... 49
  - 1.10.5 Artroscopia ..... 52
- 1.11 Tratamiento..... 53
  - 1.11.1 Tratamiento conservador ..... 53
  - 1.11.2 Tratamiento quirúrgico ..... 53
- 1.12 Objetivo tratamiento quirúrgico ..... 57
  - 1.12.1 Técnica quirúrgica perforación femoral de manera transtibial..... 57
  - 1.12.2 Técnica quirúrgica con perforación femoral en portal anteromedial..... 58
    - 1.12.2.1 Artroscopia ..... 59
    - 1.12.2.2 Creación de túnel tibial. .... 60
    - 1.12.2.3 Perforación de túnel femoral por el portal Anteromedial. .... 60
    - 1.12.2.4 Inserción del injerto ..... 61
    - 1.12.4.5 Fijación ..... 62
- 1.13 Tratamiento postoperatorio..... 62
- 1.14 Rehabilitación ..... 63
  - 1.14.1 Fase preoperatoria ..... 63
  - 1.14.2 Fase postoperatoria..... 64
  - 1.14.3 Apoyo en carga..... 65
  - 1.14.4 Fuerza..... 65
  - 1.14.5 Ejercicios isotónicos..... 66
  - 1.14.6 Ejercicios isocineticos ..... 67
- 1.15 Complicaciones ..... 68

<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA</b> .....	69
2.1 Justificación.....	69
2.2 Hipótesis.....	69
2.3 Objetivo general .....	70
2.4 Tipo de estudio.....	70
2.5 Definición del universo .....	70
2.6 Criterios de inclusión .....	70
2.7 Criterios de eliminación.....	70
2.8 Variables.....	71
2.8.1 Variables independientes .....	71
2.8.2 Variables dependientes.....	71
<b>CAPÍTULO III. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	72
3.1 Escala de actividad de Tegner .....	72
3.2 Recursos humanos.....	73
3.3 Recursos materiales .....	73
<b>RESULTADOS</b> .....	74
<b>DISCUSIÓN</b> .....	83
<b>CONCLUSIONES</b> .....	85
<b>GLOSARIO</b> .....	86
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	90
<b>ANEXOS</b> .....	96

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sexo. ....	74
tabla 2. Distribución por sexo y técnica quirúrgica utilizada.....	75
tabla 3. Prueba para muestras independientes. ....	79
tabla 4. Resumen de contrastes de hipótesis. ....	80
tabla 5. Prueba de muestras independientes. ....	81



## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Sexo.....	74
Gráfica 2. Distribución por sexo y técnica quirúrgica utilizada.....	75
Gráfica 3. Técnica transportal. ....	76
Gráfica 4. Extremidad afectada. ....	77
Gráfica 5. escala de Lysholm.....	78
Gráfica 6. Escala de Tegner postquirúrgico.....	82



## ÍNICE DE FIGURAS

Figura 1. 2Fascículos del LCA. ....	17
Figura 2. LCA en flexion y extensión. ....	24
Figura 3. LCA lesionado. ....	28
Figura 4. Fascículos LCA visto por visión artroscópica. ....	29
Figura 5. Prueba de cajon anterior. ....	39
Figura 6. Prueba de varo en extensión 0° ....	40
Figura 7. Hughston test. ....	42
Figura 8. Test de rotación interna de la tibia. ....	42
Figura 9. 10Test de Slocum. ....	43
Figura 10. Signo de Segond. ....	45
Figura 11. Proyeccion de Fick. ....	46
Figura 12. Lesión de LCA en visión tomográfica. ....	49
Figura 13. Lesion de Lca en vision de RMN. ....	50
Figura 14. Ligamento cruzado anterior lesionado visto por artroscopia. ....	52
Figura 15. Dr. Campbell. ....	54
Figura 16. Técnica de perforación anteromedial. ....	59
Figura 17. Técnicas de perforación. ....	69

## ACRÓNIMOS

ACL: ligamento cruzado anterior

LCP: ligamento cruzado posterior

LCM: ligamento colateral medial

LCL: ligamento colateral lateral

LCE: ligamento colateral externo

CAN: cajón anterior en neutro

CABE: cajón anterior en rotación externa

CARI: cajón anterior en rotación interna

VL: valgo

Cols.: colaboradores

LAR: Lachman activo radiológico

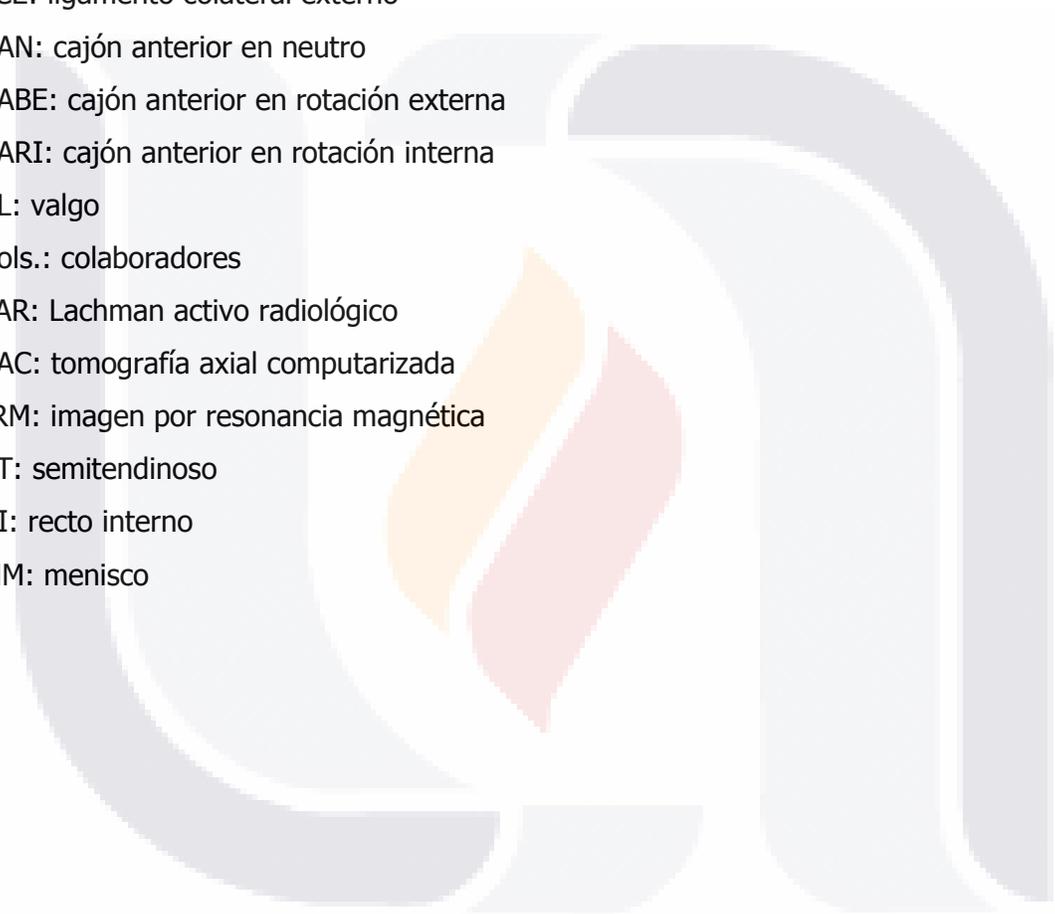
TAC: tomografía axial computarizada

IRM: imagen por resonancia magnética

ST: semitendinoso

RI: recto interno

MM: menisco



## RESUMEN

### **Comparación clínica funcional de 2 técnicas de perforación de túnel femoral en reconstrucción artroscópica de ligamento cruzado anterior a través de portal anteromedial versus perforación transtibial.**

**Objetivo:** Conocer si los resultados funcionales de la rodilla mejoran en los pacientes con lesión de ligamento cruzado anterior operados con la técnica de perforación femoral anatómica anteromedial vs no anatómica transtibial.

**Material y Métodos:** En este estudio se analizaron casos de 15 pacientes los cuales fueron sometidos a cirugía de reconstrucción artroscópica de ligamento cruzado anterior en el hospital centenario miguel hidalgo, con 2 técnicas diferentes de perforación de túnel femoral. Se utilizaron las escalas de Lysholm y Tegner para la cuantificación de los resultados.

**Resultados:** De los 15 pacientes que se incluyeron, 9 fueron para la técnica de perforación transtibial, mientras que 6 fueron para la perforación a través de portal anteromedial. Se encontró una media de 27.6 años. Prueba de Lysholm de la técnica de perforación femoral transtibial de los 9 pacientes, 3 tuvieron una evolución favorable, 3 con una evolución buena, evolución favorable 3, score medio de 87.6%. El Portal anteromedial se tuvieron resultados favorables en 2 pacientes, 1 paciente con una score y 3 con score de evolución excelente, score medio de 89.5%. Se observa en la prueba para muestras independientes una significancia de .793, con una significancia de  $p > 0.05$

**Conclusiones:** No existen diferencias estadísticamente significativas en este estudio para utilizar alguna de los dos técnicas en 6 meses de seguimiento. Es necesario continuar con el seguimiento de los pacientes a los 12 y 18 meses postquirúrgicos para una mejor valoración cuando la rodilla está sometida a mayor stress.

## ABSTRACT

### **Clinical and functional comparison of two arthroscopical femoral tunnel drilling techniques of anterior cruciate ligament reconstruction , transtibial versus anteromedial portal site.**

Author: Dr. José Luis Méndez Velázquez.

**Objective:** To determine whether functional outcomes of the knee improved in patients with injury of the anterior cruciate ligament operated with no anatomic technique vs anatomic anatomical femoral drilling.

**Material and Methods:** In this study 15 cases of patients who underwent arthroscopic surgery reconstruction of the anterior cruciate ligament in the hospital Centenary Miguel Hidalgo, with 2 different drilling techniques of femoral tunnel were analyzed. Lysholm scales and Tegner used for quantification of the results.

**Results:** 15 patients were included, 9 were for the drilling transtibial technique, while 6 were for drilling through anteromedial portal. An average of 27.6 years old was found. Lysholm test technique transtibial femoral drilling of the 9 patients, 3 had a favorable, 3 evolution with a good evolution, 3 poor evolution, average score of 87.6% .The anteromedial portal had favorable results in 2 patients, 1 patient with a score and 3 excellent performance score, average score of 89.5%. It is observed in the test for independent samples a significance of 0.793, with a significance of  $p < 0.05$

**Conclusions:** No statistically significant differences in this study to use one of two techniques in 6 months follow up. It is necessary to continue the monitoring of patients at 12 and 18 months post-surgery for a better assessment when the knee is subjected to greater stress.

## INTRODUCCIÓN

A mediados de siglo XIX los anatomistas y cirujanos mostraron un interés en la patología del ligamento cruzado anterior y nos dieron descripciones clínicas. Apareciendo en la literatura a principio del siglo XX reparaciones de ligamento cruzado anterior mediante sutura o reconstrucción.

Las 175,000 lesiones de ligamento cruzado anterior que son anualmente reconstruidos en los Estados Unidos cuestan más de 1.000.000.000.000 dólares.

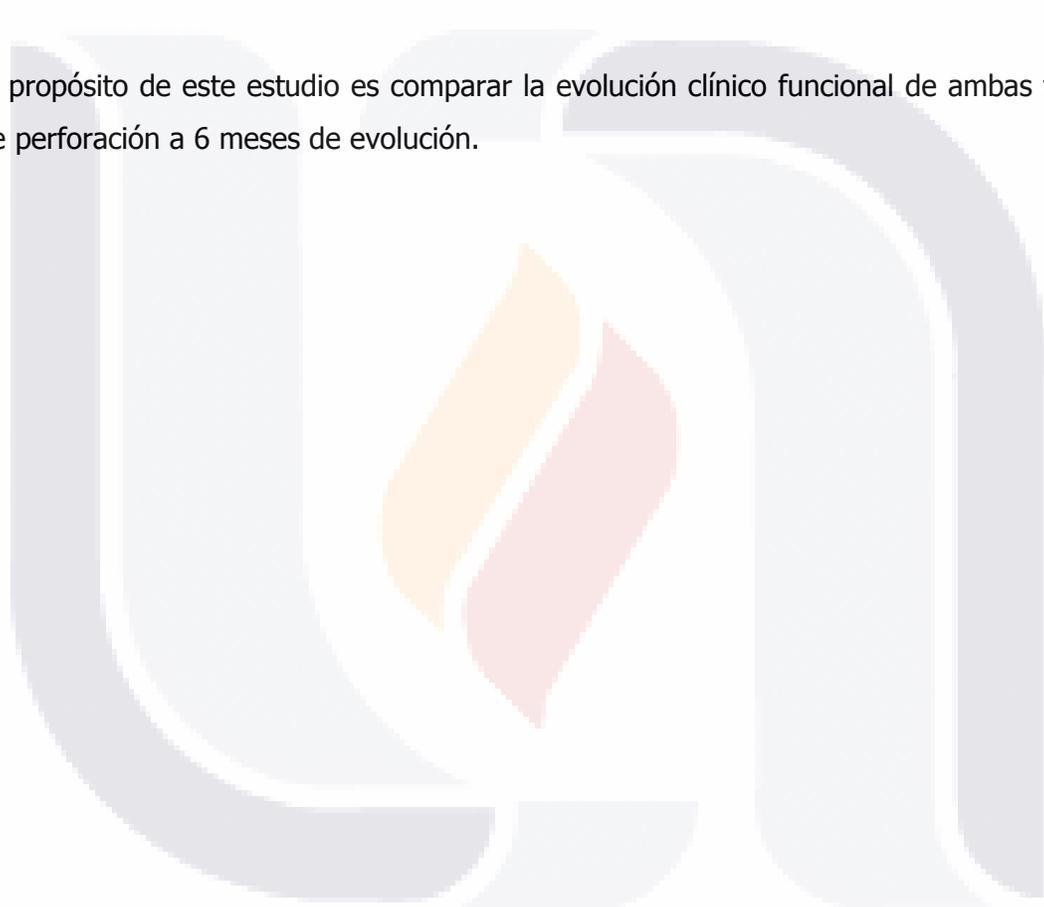
La necesidad de una reconstrucción anatómica para la restauración de la cinemática normal y función postquirúrgica de la rodilla han sido cada vez más reconocidas, así como la estabilidad traslacional puede ser lograda con un posicionamiento isométrico femoral y una orientación vertical del injerto, la inestabilidad rotacional y un pivot shift pueden persistir de manera postquirúrgica. Estudios biomecánicos han mostrado una mejoría en la cinemática de la rodilla y su estabilidad con la restauración de la orientación en su origen e inserción del ligamento nativo. La técnica quirúrgica en la cual preparar los sockets tibial y femoral con respecto al LCA nativo, permanece controversial, en donde algunos autores recomiendan la preparación del túnel femoral usando una técnica transtibial, otros han pugnado por una perforación femoral independiente a través de un portal artroscópico anteromedial.

De igual manera recientemente se ha reportado que con la técnica transtibial para la reconstrucción se coloca el injerto en un sitio de inserción femoral no anatómica. Dado que la causa más común de falla en la reconstrucción de LCA ha sido la colocación no anatómica del túnel femoral

La perforación femoral convencional puede no ser útil para la reconstrucción anatómica, por la dificultad para colocar el túnel en el centro del LCA nativo en su inserción femoral debido a la dificultad de realizar la perforación cuando el sitio de entrada es a través del túnel tibial.

El uso del portal anteromedial para la perforación del túnel femoral ha sido sugerido como un método para colocar el injerto en una posición anatómica y mejorar la estabilidad rotacional, sin incrementar la complejidad. Con la técnica transtibial, la posición del túnel femoral es dictada por el túnel tibial, mientras que en el portal anteromedial provee al cirujano una mayor libertad para la colocación del injerto en una posición anatómica. A la inversa, otros autores han demostrado que existe una relativa independencia para la colocación del túnel femoral en la técnica transtibial.

El propósito de este estudio es comparar la evolución clínico funcional de ambas técnicas de perforación a 6 meses de evolución.



## CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

### ***1.1 Embriología***

Siguiendo el sistema de estadiaje, propuesto por Streeter, el desarrollo embriológico de la rodilla sucede de la siguiente manera:

1. En el estadio 16 (33 días de edad), el blastema esquelético delimita de forma clara el fémur, la tibia, el peroné y la placa del pie. La porción femoral es cubierta rápidamente por los músculos en desarrollo.

2. Durante el estadio 18 (37 días de edad), las estructuras de la rodilla se desarrollan según una ordenada sucesión, comenzando por la condricificación de fémur, tibia y desarrollo del tendón rotuliano.

3. En el estadio 19 (39 días de edad), comienzan a formarse los cóndilos femorales, la rótula mesenquimal, el ligamento colateral externo (LCE) y el tendón poplíteo.

4. Sobre el día 40 de la edad embrionaria, la rodilla empieza a flexionarse, manifestándose claramente los cóndilos femorales y tibial. La cápsula articular fibrosa se forma a partir de una capa condensada del mesénquima que rodea la totalidad de la articulación, incluyendo el mesénquima vascular.

En el estadio 22 (45 días de edad), comienzan a aparecer los ligamentos cruzados, anteriores y posteriores, además del ligamento colateral medial (LCM) como proliferaciones celulares orientadas longitudinalmente en su posición definitiva en el adulto.

6. Al final del período embrionario, en el estadio 23 (47 días de edad), la rodilla recuerda claramente a la del adulto. Los meniscos son muy celulares y están bien definidos con unas pocas fibras de colágeno, aunque sin evidencia de fibrocartilago. Existe aún una fina interzona entre el fémur, los meniscos, y la tibia, que son vasos sanguíneos alrededor de la circunferencia de los meniscos. Los ligamentos cruzados son estructuras celulares perfectamente definidas y orientadas.

7. A las 9-10 semanas de edad, los meniscos se encuentran separados de las superficies articulares y están compuestos por masas de fibroblastos jóvenes con fijaciones a la cápsula y a los ligamentos cruzados. También se encuentran bien definidos y orientados

ambos ligamentos cruzados y ambos ligamentos colaterales con una abundante vascularización. Posteriormente, aparece el retináculo rotuliano, condricificación de la rótula, se define el ligamento oblicuo y la cápsula articular

### ***1.2 Histología***

Los ligamentos se definen como bandas cortas de tejido conjuntivo fibroso resistente, pero flexible, que conectan los huesos o sujetan estructuras óseas. En lo que respecta a la histología del ligamento cruzado anterior (LCA), se define como un tejido conectivo denso, orientado de forma regular, que contiene filas paralelas de fibroblastos distribuidas en haces paralelos de fibras colágenas. Los fibroblastos se encargan de la secreción de la matriz extracelular del colágeno (colágeno y proteoglicanos).

Todos los elementos de la matriz extracelular contribuyen a la función del ligamento, el componente fundamental en las estructuras de los ligamentos es el colágeno de tipo 1 (aproximadamente 9 un 70% de su peso en seco).

El colágeno está dispuesto según un complejo orden jerárquico, en el cual se presentan unas redes entrecruzadas de fibrillas de colágeno no paralelas, que se agrupan en fibras, las cuales forman a su vez una unidad subfascicular. Estas unidades subfasciculares están rodeadas de una banda de tejido conectivo laxo, conocida como endotenon. La agrupación de 3 a 20 subfascículos forma un fascículo, cuyo diámetro oscila entre 250 milimicras y que está rodeado por el epitenon. Estos fascículos individuales pueden orientarse en espiral, alrededor del eje mayor del ligamento (por ejemplo: el LCA) o conectar directamente la inserción femoral a la tibia. El conjunto de fascículos o ligamento completo está rodeado por el paratenon, un tejido conjuntivo similar al epitenon, aunque mucho más grueso. Esta disposición estructural jerárquica, junto con las uniones cruzadas del colágeno y la interacción con otros componentes de la matriz extracelular (agua, proteoglicanos) es lo que confiere al ligamento sus propiedades materiales inherentes. Desde el punto de vista biomecánico, una característica del colágeno que forma parte del ligamento es su patrón ondulado.

Este fenómeno visible histológicamente es conocido como “ondulación” o “rizo”, se piensa que está en relación con un cierto grado de elasticidad del ligamento, permitiéndole hacer un movimiento de muelle, de tal manera que en su máxima elongación se recupera fácilmente después de haberle sido aplicada una carga, permitiendo a los ligamentos someterse a importantes tensiones internas en el transcurso del movimiento normal de la articulación. El cambio brusco entre el tejido ligamentoso flexible y el hueso rígido viene mediado por una zona de transición con fibrocartílago y fibrocartílago mineralizado. Este cambio en la estructura microscópica de ligamento a hueso permite un cambio gradual de rigidez, evitando la concentración de la tensión en el lugar de la inserción.

### ***1.3 Propiedades del ligamento cruzado anterior***

Entre las propiedades del LCA destacan las siguientes:

- Anisótropo. Debido a que los distintos componentes del tejido asumen la carga con diferentes niveles de tensión, mostrando un comportamiento mecánico, no lineal según las distintas direcciones.
- Viscoelástico. Teniendo propiedades tiempo-dependientes.
- Arrastre o deformación progresiva con la aplicación de una carga constante, dando lugar posteriormente a la relajación de la tensión, lo que implica una disminución paulatina al aplicarse una deformación constante.

### ***1.4 Anatomía***

Los ligamentos cruzados constan de una matriz de colágena altamente organizada que representa aproximadamente dos tercios de su peso seco. La mayor parte de este colágeno es de tipo I (90%) y el restante pertenece al tipo III (10%). En el ligamento cruzado anterior, el colágeno se dispone en múltiples haces de fibras de 20 micras de anchura que se agrupan en fascículos de 20 micras a 400 micras de diámetro. El resto del peso seco está constituido por fibroblastos ocasionales y otras sustancias, como la elastina (menor del 5%) y proteoglicanos (1%). El agua suele representar el 60% del peso neto en condiciones fisiológicas. A nivel microscópico, las inserciones Oseas de los ligamentos y los tendones presentan una característica con fibras de colágeno, que se continúan

directamente con las fibras situadas en el seno del hueso. Es posible apreciar un frente calcificado, similar al observado entre la osteína y el hueso mineralizado.

Los ligamentos cruzados se nombran a partir de sus inserciones en la tibia y resultan fundamentales para la función de la articulación de la rodilla. Los ligamentos cruzados actúan estabilizando la rodilla e impidiendo el deslizamiento anteroposterior de la tibia sobre el fémur, la presencia de numerosas terminaciones nerviosas sensitivas también implican en la función en la propiocepción. Estos ligamentos son intrarticulares, pero al encontrarse revestidos por sinovial se consideran extra sinoviales. El aporte sanguíneo lo reciben a partir de las ramas de la arteria articular medial y las dos arterias articulares inferiores.

#### ***1.4.1 Ligamento cruzado anterior***

El ligamento cruzado anterior se origina en la superficie medial del cóndilo femoral lateral por detrás de la escotadura intercondilea en forma de segmento de círculo. La porción anterior de la inserción es casi recta y la porción posterior es convexa. El ligamento discurre anteriormente, distalmente medialmente hacia la tibia. A lo largo del transcurso de su trayecto, las fibras del ligamento experimentan una ligera rotación externa, la longitud media del ligamento es de 38 milímetros y su anchura media de 11 milímetros, aproximadamente 10 milímetros por debajo de su inserción femoral, el ligamento sobresale al proseguir en sentido distal hacia la inserción tibial, que representa una zona amplia y deprimida anterior y lateral al respecto de la tuberosidad tibial interna en la fosa intercondilea. La inserción tibial se encuentra orientada en sentido oblicuo, y es más resistente que la inserción femoral. Presenta una prolongación muy marcada que alcanza el asta anterior del menisco externo.

El ligamento cruzado anterior representa el principal estabilizador estático de la rodilla, impidiendo la translación anterior de la tibia sobre el fémur, alcanza el 86% de la fuerza total que se opone a dicho movimiento.

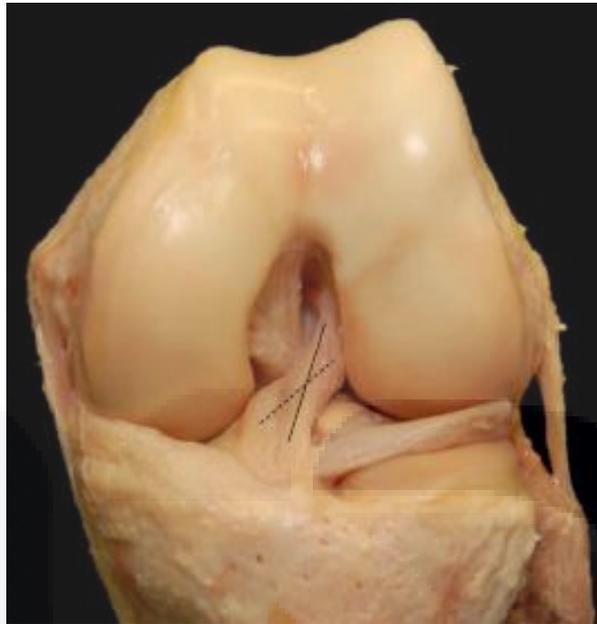
La fuerza tensora máxima del ligamento cruzado anterior es de aproximadamente 1725  $\pm$  270 N. el cual representa una fuerza inferior a los picos máximos que se producen en las actividades atléticas intensas. La estabilidad viene también reforzada por determinados factores dinámicos, como la acción de los músculos que actúan a través de la articulación. Para que los músculos puedan contribuir estabilizando la rodilla, resulta esencial que exista la adecuada retroalimentación por parte de los propioceptores que indican la posición de la rodilla. Parece ser que el ligamento cruzado anterior desempeña una importante función de propiocepción a través de numerosos receptores mecánicos y terminaciones nerviosas libres que han podido ser identificados.

En individuos que poseen insuficiencia funcional del ligamento cruzado anterior se ha descrito un umbral significativamente superior en cuanto a la detección del movimiento pasivo de la rodilla afectada. Las señales aferentes y eferentes transmitidas por ligamento cruzado anterior discurren a través de las ramas del nervio tibial posterior.

#### ***1.4.2 Fascículos***

Se han identificado 2 haces funcionales en el ligamento cruzado anterior nativo, el fascículo anteromedial y fascículo posterolateral. Estos fascículos han sido llamados por su relación en su inserción anatómica en la tibia. Ambos fascículos son distinguibles y están separados por un septum vascularizado durante el desarrollo fetal. Sugiriendo que ambos fascículos forma parte de una anatomía nativa.

El fascículo anteromedial se origina de la porción proximal de pared medial del cóndilo femoral lateral, mientras que el fascículo posterolateral yace más distal muy cercano a la superficie de carga articular. En el 80% de los casos un segundo anillo, el anillo bifurcado, puede ser identificado, este anillo separa los orígenes de los fascículos anteromedial y posterolateral y corre de manera perpendicular hacia el borde intercondíleo.



**Figura 1. 2Fascículos del LCA.**

La distinción entre ambos fascículos no está solo hecha en base a la anatomía. Ambos fascículos tienen una función sinérgica a través de todo el rango de movimiento de la rodilla, en una rodilla totalmente extendida, ambos fascículos están tensos. El posterolateral limita la rotación de la tibia hacia los 60-90° de flexión, después de los cuales el posterolateral se relaja. El fascículo anteromedial resiste la traslación anterior de la tibia y se encuentra hacia su máxima tensión cuando la flexión se encuentra entre los 45-60°.

### ***1.5 Biometría del LCA***

En el LCA, la longitud mínima se ha obtenido con la rodilla en extensión, rotación externa y varo. Mientras que la longitud máxima se ha medido con la rodilla en flexión de 90°. La longitud mínima varía entre 12 cm. y 24 cm., con una media de 18.5 cm. La longitud máxima se instaura entre 28 cm. y 39 cm., con una media de 33.5 cm. Las longitudes máximas y mínimas se corresponden a grupos de fibras entre los que existen todas las intermedias.

El diámetro del LCA se midió a tres niveles: proximal, medio y distal. Este ligamento que es descrito como "cortos y gruesos cordones fibrosos redondeados", toma a menudo la forma de bandeletas más o menos ovales en su sección.

El diámetro medio del LCA es:

- En el tercio proximal de 7,9 mm.
- En el tercio medio de 7,7 mm.
- En el tercio distal de 8,3 mm.

Las dimensiones mayores se producen en la inserción tibial, pudiendo ser la causa, en parte, de la mayor tendencia a la producción de avulsiones.

### ***1.5.1 Superficie de inserción***

En el LCA, la superficie de inserción a nivel del cóndilo femoral externo es de 1.85 cm<sup>2</sup>, y a nivel de la tibia es de forma ovoide y tiene una superficie de 2.25 cm<sup>2</sup>. Su inserción recuerda de manera aproximada el trazado de un segmento circular, con una ligera inclinación con respecto a la vertical; presenta un lado recto anterior y un lado posterior convexo. La inserción tibial más larga del ligamento se encuentra en el área intercondílea anterior, a unos 15 mm. de la cara anterior de la tibia. Ligeramente lateral y anterior a la espina tibial anterior, su fijación está íntimamente asociada a la del cuerno anterior del menisco medial y a veces coincide con él.

### ***1.5.2 Dirección angular***

a) Plano frontal: la dirección angular del LCA en la extensión es de 62.6° y en la flexión es de 67.5°.

b) Plano sagital: La angulación del LCA en la extensión es de 43° y en la flexión es igualmente de 43°.

### **1.5.3 Vascularización**

La articulación de la rodilla y estructuras asociadas reciben el aporte sanguíneo a través de las arterias articulares o geniculadas.

Sabemos que las inserciones ligamentosas y tendinosas son avasculares. A nivel de la rodilla el área avascular concierne a la inserción del cuádriceps, del tendón rotuliano, de los ligamentos cruzados, de los ligamentos laterales, de los músculos gemelos y del músculo poplíteo. El lecho no irrigado corresponde a la unión osteoligamentosa y se trata, histológicamente, de una zona fibrocartilaginosa.

El riego se debe a 5 arterias, que nacen de la arteria poplítea, recibiendo los siguientes nombres:

1. Arteria articular magna.
2. Arteria geniculada superior: interna y externa.
3. Arteria articular inferior: interna y externa.
4. Arteria articular media.
5. Arterias tibiales recurrentes: anteriores y posteriores.

### **1.5.4 Arteria articular media**

Es la que proporciona su vascularización al LCA. Nace de la arteria poplítea y se dirige hacia la parte posterior de la cápsula articular, penetrando en la escotadura intercondílea. Los vasos dan ramificaciones que nutren la epífisis femoral distal, los ligamentos cruzados, la membrana sinovial y la cápsula articular, así como la epífisis tibial proximal. La rama mayor para la parte proximal de la tibia desciende por la superficie posterior del LCA y se bifurca inmediatamente por encima de la espina tibial, sus ramificaciones terminales nutren las superficies articulares de los platillos tibiales.

Los vasos penetran en el ligamento a lo largo de los pliegues sinoviales, proximales y distales. En el pliegue proximal posterior, las arterias penetran en el ligamento y se ramifican en la sinovial paraligamentosa, en dirección proximal y distal, formando una fina

red de vasos dentro de la sinovial paraligamentosa. En el pliegue distal anterior, las pequeñas arterias penetran en el ligamento y se ramifican en dirección proximal. Estos vasos sinoviales se arborizan hasta formar una red de vasos periligamentosos que enfundan la totalidad del ligamento. Existen unas pequeñas ramas que penetran transversalmente en el ligamento, para anastomosarse con la red de vasos endoligamentosos que rodean los haces de fibras colágenas. Las arteriolas, cuyo calibre es de 0.01-0.02mm, corren dentro del tejido endoligamentoso en dirección longitudinal.

Cada arteria se acompaña de dos venas. Estas arteriolas se ramifican en capilares transversos de calibre inferior a 0.01 mm., envolviendo los haces de fibras colágenas dentro del tejido ligamentoso. En la inserción femoral hay unos pocos vasos endostales de calibre capilar, que se comunican con vasos endoligamentosos. La mayoría de estos vasos endostales no entran en el ligamento, terminando en lazos.

En la inserción tibial hay vasos periligamentosos y muy pocos endoligamentosos. Los vasos endostales terminan en lazos y no se comunican con los vasos endoligamentosos. Las arterias que se encuentran en la parte proximal del LCA son de un calibre mayor que las arterias que se encuentran en la parte media y distal.

### **1.5.5 Inervación**

La rotura del LCA no sólo priva a la rodilla de un fuerte elemento estabilizador, sino que también crea una denervación de la articulación a causa de la pérdida del sistema neurológico aferente intraligamentoso. Se identifican dos grupos distintos de nervios aferentes que inervaban la articulación de la rodilla:

- Un grupo posterior, en el que se encuentran los nervios:

1. Articular-posterior
2. Obturador

Un grupo anterior en el que se incluyen las ramas articulares de los nervios:

1. Femoral
2. Peroneo común
3. Safeno

El nervio más constante y grande que da aferencias a la rodilla es el nervio articular posterior, que es una importante rama del nervio tibial posterior que nace a una altura variable por encima de la rodilla o en el interior de la fosa poplítea.

## ***1.6 Mecanoreceptores***

### ***1.6.1 Propiocepción.***

Los mecanoreceptores desempeñan un papel importante en los arcos reflejos de la rodilla, que sirven para protegerla de una deformación más allá de los límites anatómicos. Su ausencia en la rodilla con deficiencia de LCA podría contribuir a una inestabilidad.

En secciones histológicas del LCA humanos, en su superficie, se identificaron escasos mecanoreceptores que recordaban morfológicamente a los receptores tendinosos tipo 3 de Golgi. También se hallaron algunos axones finos, simples, amielínicos, identificándose como receptores libres no especializados dentro de la sustancia profunda del LCA, también se ha encontrado en el LCA una extensa red nerviosa intraligamentosa. Las fibras nerviosas penetran por medio de un axón desde el tejido conectivo y terminan en varios receptores. Los receptores especializados fueron identificados dentro de la estructura colágena del ligamento, así como en los alrededores del tejido conectivo.

Los mecanoreceptores identificados morfológicamente distintos, los clasificaron como:

- Terminaciones tipo Ruffini (receptores tipo 2). Son mecanoreceptores de adaptación lenta, con un umbral de sensibilidad bajo, responden a los cambios de tensión dentro del ligamento e identifican el límite del movimiento en la flexoextensión y ángulo de rotación.
- Corpúsculos de Paccini. Son los más comunes de los mecanoreceptores, de adaptación rápida y que se activa por cualquier movimiento sin tener en cuenta la posición. La frecuencia de respuesta está en función de la velocidad del movimiento, además poseen un umbral muy bajo al principio y al final del mismo.

Por tanto, el LCA humano tiene un sistema de mecanorreceptores, generado por el movimiento articular, capaz de responder a la tensión del ligamento. El ligamento provee de información al sistema nervioso central sobre sí mismo y de sus relaciones con otras estructuras de la rodilla. Como la rodilla hace un movimiento continuo, la información suministrada por el conjunto de receptores intraligamentosos permite informar al sistema nervioso central de la velocidad, aceleración, dirección del movimiento y la posición de la articulación.

- Terminaciones libres. Estas terminaciones se encuentran dentro de las fibras de colágeno del LCA. Constituyen un sistema receptor del dolor para los tejidos de la articulación y en el ligamento sirven probablemente, para esta función. El pequeño número de terminaciones nerviosas libres indica que el ligamento es relativamente, insensible al dolor.

Los receptores especializados y las terminaciones nerviosas dentro del ligamento constituyen el 1 % del área total del LCA.

Los mecanorreceptores son responsables de la cinestesia y no del dolor, incluso en presencia de una estimulación excesiva. Otra propiedad fisiológica de un mecanoreceptor es su adaptabilidad que se relaciona con una disminución en la frecuencia de los impulsos nerviosos, cuando hay una estimulación continuada en un receptor. La sofisticada arquitectura nerviosa dentro del LCA indica que este ligamento tiene una importante función aferente, además de su función biomecánica.

Si se tracciona el LCA en su muñón tibial o femoral y se efectúa un registro electromiográfico, estas estimulaciones producen unas contracciones reflejas de los músculos sinérgicos (bíceps crural y semimembranoso). Este hecho nos hace pensar que deberíamos procurar conservar estos muñones del LCA para incorporarlos a las plastias que realicemos en la reconstrucción del mismo, a fin de conservar el reflejo LCA muscular, contribuyendo a mejorar la estabilidad de la rodilla.

### 1.6.2 Biomecánica

Según la definición de la American Society of Biomechanics biomecánica se define como "el estudio de la estructura y función de los sistemas biológicos por métodos mecánicos".

Dada la complejidad biomecánica de la rodilla, a pesar de conocerse muchas de sus funciones, aún no se ha podido hacer una descripción completa de la misma.

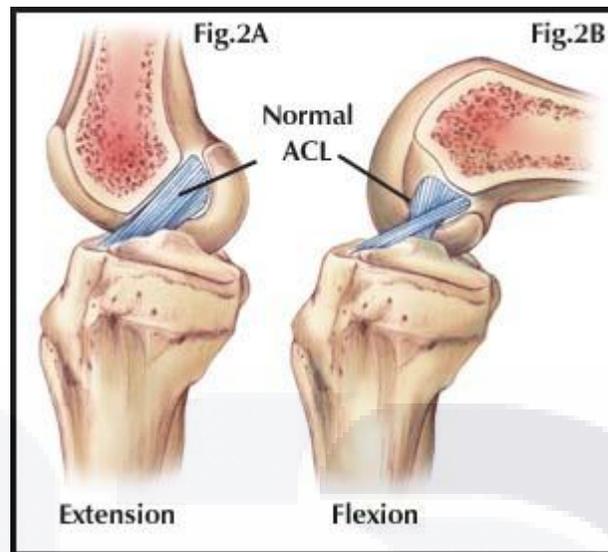
Insall menciona que salvo en las actividades posturales estáticas como es la posición de bipedestacion, la rodilla debe soportar cargas variables; al mismo tiempo, debe permitir el movimiento entre sus tres componentes óseos. El principal componente del movimiento de la rodilla controlado voluntariamente es la flexoextensión. Además de este movimiento, la rodilla realiza otros que estudiaremos a continuación.

La rodilla presenta una movilidad en los tres planos del espacio:

- a) Sagital o anteroposterior.
- b) Horizontal o rotatorio.
- c) Frontal.

#### *a) Movilidad en el plano sagital*

Los movimientos en dicho plano son los de flexoextensión, que van asociados a otros de rotación axial femorotibial y a una cierta movilidad en el plano frontal. La flexión pasiva de la rodilla es de 160°, permitiendo contactar el talón con la nalga.



**Figura 2. LCA en flexión y extensión.**

La flexión activa es de 140° con la cadera flexionada y de 120° con la cadera extendida. Existe una hiperextensión pasiva de 0 a 5°, prácticamente exclusiva en niños y adolescentes.

Durante la flexión para que los cóndilos no salgan de las cavidades glenoideas de la tibia, es necesario que el movimiento sea mixto, de rodadura y de deslizamiento anteroposterior de la tibia sobre el fémur.

Si el movimiento fuera solo de rodamiento, al ser la longitud del cóndilo más larga que la superficie tibial, el cóndilo sobresaldría por detrás de la tibia. Por el contrario, si fuese solo de forma deslizante, todos y cada uno de los puntos de la superficie condilar entrarían en contacto con el mismo punto tibial y esto haría que el fémur chocara con la tibia, siendo además el roce sobre un mismo punto excesivo.

Concluyendo, al principio de la flexión el movimiento es de rodamiento y luego, progresivamente, a partir de los 10/20° el deslizamiento se hace más importante sobre la rodadura conforme aumenta la flexión.

b) *Movilidad en el plano horizontal o rotatorio*

A medida que la rodilla avanza desde la flexión hasta la extensión, rota externamente mediante un "mecanismo de enroscamiento". Se ha comprobado que el movimiento de enroscamiento se debe a la existencia de una zona de carga más amplia en el cóndilo interno que en el externo.

El eje alrededor del cual se produce esta rotación y la influencia de los ligamentos cruzados en la rotación fueron analizados, demostrando que el eje de este movimiento de rotación pasaba a través del tubérculo intercondileo interno de la meseta tibial.

Al resear el LCA, se consiguió documentar que el mecanismo de enroscamiento permanecía intacto aunque se asociaba a un "deslizamiento" anterior de la tibia sobre el fémur. Cuando se combinaba con la resección del LCP, se encontraban cambios similares a los obtenidos con la resección del LCA solamente. Si se hace una resección del menisco medial, además de una resección del LCA, se demuestra un aumento en el desplazamiento anterior. Este hecho era más marcado a los 90° de flexión, aunque resultaba significativo a los 30° y 60°.

Al pasar de la extensión a la flexión de la rodilla, la tibia hace una rotación interna automática, progresiva respecto al fémur y al pasar de la flexión a la extensión la tibia hace una rotación externa automática, provocando el autoatornillamiento de la rodilla en máxima extensión.

El valor medio de esta rotación automática es de 10°. Esta situación produce la mejor coaptación del fémur sobre la tibia, con la ayuda de los meniscos, favoreciendo la estabilidad de la rodilla. Con independencia de esta rotación automática se puede producir, entre los 20 y 60° de flexión de la rodilla, una rotación axial activa como resultado de la contracción de los dos grupos musculares flexores. Esta rotación tibial activa puede alcanzar los 30° de rotación externa y los 10° de rotación interna. Se analizó la fuerza necesaria para producir un movimiento específico cuando una estructura está presente y volviéndola a medir con ella ausente, observando las alteraciones en la tensión

de las estructuras restantes, pudiendo determinar la contribución relativa a la estabilidad en la dirección del movimiento analizado.

Del empleo de estas técnicas se derivan los conceptos de estabilizadores primarios y secundarios. Un estabilizador primario absorbe la mayor parte de las fuerzas imprimidas por la fuerza deformante. Cuando los estabilizadores primarios están presentes, evitan que los estabilizadores secundarios tengan que soportar la mayor parte de la fuerza deformante. Si se extirpan los estabilizadores primarios, la fuerza es soportada por los estabilizadores secundarios, que pueden resultar suficientes o no para esa labor.

### *c) Movilidad en el plano frontal*

La flexión de la rodilla permite también unos ligeros movimientos laterales, en valgo y en varo, que no exceden de los 12°. En extensión, esta movilidad lateral es nula. Estos movimientos laterales, junto a las rotaciones activas de la tibia, posibilitan la adaptación del pie a las irregularidades del terreno. El LCA también ofrece una resistencia secundaria a la tracción en varo o en valgo, sobre todo en presencia de insuficiencia de los ligamentos laterales.

### **1.7 Participación del LCA en la rodilla no lesionada**

Los ligamentos cruzados actúan en la rodilla de forma compleja:

1. Ayudan a guiar el movimiento de las superficies femorales y tibiales de una sobre la otra.
2. Generan resistencia a los movimientos valgo/varo de la rodilla, como estabilizadores secundarios.
3. Limitan tanto la traslación anteroposterior como la rotación axial femorotibial.

El LCA es, claramente, el estabilizador primario de la traslación anterior de la tibia sobre el fémur, cuando se flexiona la rodilla. Está demostrado que a 90° de flexión, el LCA

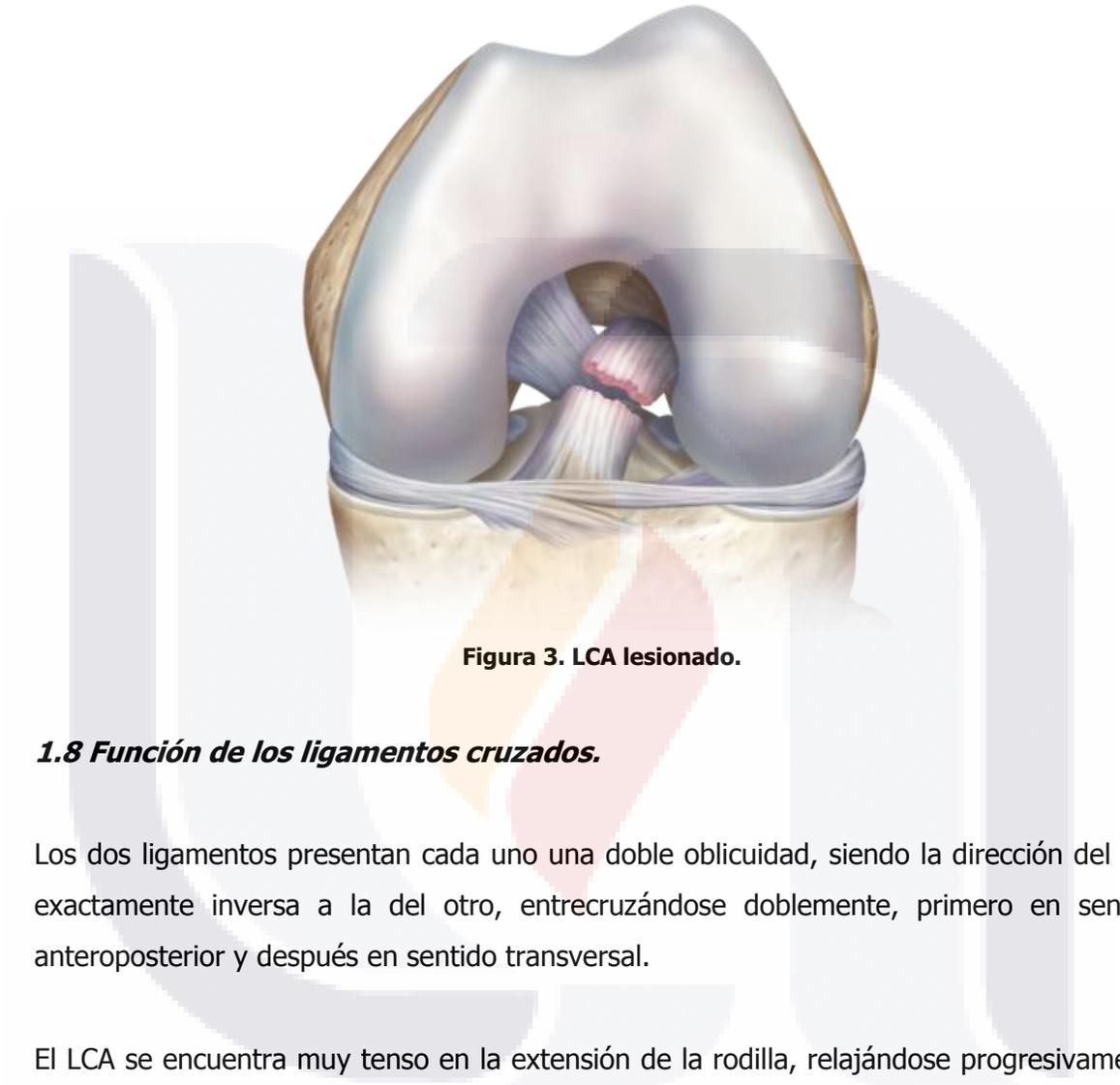
TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

aportaba un 85.1%  $\pm$ 1.9% de la fuerza restrictiva anterior y aumenta ligeramente a 30° de flexión de la rodilla. Al extirpar el LCA, la cintilla y la banda iliotibial y las cápsulas externa, media e interna aportan, en conjunto, entre un 20% y un 25% de la fuerza restrictiva restante, mientras que el LCM y LCE aportan de un 12% a un 17%. El conjunto de estos elementos completan el 100% de la resistencia al desplazamiento anteroposterior de la tibia sobre el fémur. A 10° de flexión, la rotación interna está limitada por el LCA centralmente y por la cápsula posterointerna, periféricamente. Al flexionar la rodilla 30°, el LCA sigue tenso en el centro con una estabilización periférica adicional procedente de la cápsula anteroexterna y la cintilla iliotibial. Al flexionar aún más la rodilla, los ligamentos cruzados se relajan y la resistencia a la rotación interna viene dada por las estructuras capsulares posterointernas y anteroexternas. La rotación externa no se ve limitada directamente por los ligamentos cruzados. A 30° de flexión, el LCM y la cápsula posteroexterna se comportan como estabilizadores primarios.

### ***1.7.1 Biomecánica de la rodilla sin LCA.***

En la rodilla con LCA deficiente, el cambio en la dirección lateral se realiza de una forma distinta a como lo hace en la rodilla normal. En general, los pacientes con una rodilla con insuficiencia de LCA tienen dificultad para realizar cualquier tipo de maniobra que implique una carga lateral o de rotación. En el paciente con insuficiencia del LCA, durante el movimiento lateral de 90°, el cuerpo se encuentra más flexionado a nivel de la cadera y la rodilla con el tronco vertical. Durante el cambio en la dirección lateral de 90°, presentan una flexión superior a la normal en la cadera y la rodilla. Al flexionar la rodilla, aumentan su capacidad para estabilizar la tibia empleando los músculos de la corva y evitando la traslación y rotación interna-externa anormales. Está demostrado que la resección del LCA implica un desplazamiento anterior de la tibia significativa, que aumenta aún más al extirpar el menisco medial. Este hecho es más marcado a los 90° de flexión, aunque resulta significativo a los 80°. Los pacientes con pérdida del LCA documentada presentan unos pequeños, aunque significativos, aumentos en la rotación interna a los 5, 15 y 90° de flexión y demuestran un importante aumento de la rotación externa pasiva a los 5° de flexión. Está demostrado que el desplazamiento anterior es máximo entre 20 y 45° de

flexión de la rodilla, lo que indica que ésta es una posición apropiada para realizar las pruebas clínicas que tratan de amplificar la laxitud aparente de la rodilla, sin LCA.



**Figura 3. LCA lesionado.**

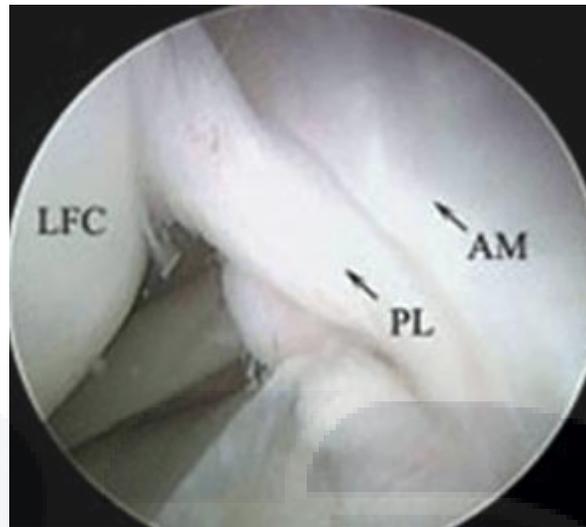
### ***1.8 Función de los ligamentos cruzados.***

Los dos ligamentos presentan cada uno una doble oblicuidad, siendo la dirección del uno exactamente inversa a la del otro, entrecruzándose doblemente, primero en sentido anteroposterior y después en sentido transversal.

El LCA se encuentra muy tenso en la extensión de la rodilla, relajándose progresivamente conforme llega la flexión hasta los 90°.

El LCA tiene dos fascículos:

1. Posterolateral. Este fascículo se encuentra muy tenso en la extensión de la rodilla, relajándose progresivamente conforme la flexión llega hasta los 90°.
2. Anteromedial. Este fascículo se mantiene en tensión, aún con la rodilla en flexión de 90°.



**Figura 4. Fascículos LCA visto por visión artroscópica.**

Los ligamentos cruzados no lo son solo entre sí, sino también respecto al ligamento lateral del lado homólogo, existiendo pues una oblicuidad alterna consecutiva de los cuatro ligamentos. Esta disposición salvaguarda de movimientos rotatorios extremos impidiendo la rotación interna, el enrollamiento de los ligamentos cruzados, la rotación externa y la tensión de los ligamentos laterales.

De este tensar y destensar sincrónico de ambos ligamentos surge la armonía del movimiento flexoextensor de la rodilla y de sus automatismos.

El LCA controla la extensión y el desplazamiento anterior de la tibia bajo el fémur, siendo el LCP el que controla la flexión y el desplazamiento posterior de la tibia.

### ***1.8.1 Mecanismos de lesión de los ligamentos***

Los mecanismos de lesión de los ligamentos están relacionados directamente con las propiedades mecánicas del ligamento y de sus inserciones. Cuando se sobrepasan los límites de elongación de un ligamento, se produce un patrón de fallo característico. Los ligamentos poseen una curva de extensión y estiramiento que puede dividirse en cuatro componentes principales que reflejan la respuesta física del ligamento:

- Región de la punta. Representa el estiramiento de las ondulaciones o rizos del colágeno.
- Región funcional. Es la porción media casi lineal, representa el tiempo en el que se produce el reclutamiento y la resistencia de las fibras. Esta es la zona de trabajo del ligamento que se produce ante cargas fisiológicas normales.
- Región de fallo precoz. A medida que aumenta la carga hasta los límites mecánicos del ligamento, puede producirse el fallo microscópico de las fibras de colágeno y de los haces de fibras. Aunque en este punto se produce la disrupción microscópica del ligamento, éste conserva su aspecto macroscópico normal y sigue siendo capaz de resistir cierta tracción.
- Región de fallo. Es la región final de la curva tensión/estiramiento. Esta zona representa el fracaso completo del ligamento, en la que no es capaz de resistir ninguna tracción. Es interesante señalar que en esta zona de la curva el ligamento puede seguir mostrando continuidad. El tipo de fallo del ligamento parece depender de diversos factores: del eje de carga, de la velocidad de estiramiento, de la edad y nivel de actividad.

Basados en la experiencia de Tria y cols, por orden de frecuencia de presentación los cuatro mecanismos primarios de lesión de la rodilla son:

1. La fuerza en dirección valgo. La lesión más frecuente de la articulación de la rodilla es la tensión en valgo con rotación externa, lesión que se produce frecuentemente en rugby, fútbol, etc.

La tensión aplicada a la cara interna de la rodilla da lugar a rotura del complejo LCM, de la cápsula posterointerna y del menisco medial. Si continúa la fuerza, el LCA llega a romperse, produciéndose la llamada triada de O'Donoghue. Puede producirse una lesión en valgo en un solo plano, pero sólo en casos muy raros, y ello da lugar a roturas aisladas del LCM

2. La hiperextensión. Es el segundo mecanismo más frecuente de la lesión, provoca el desgarró del LCA con desgarró asociados del menisco en un 30% de pacientes. Si se

permite que continúe la hiperextensión hasta el extremo, se pueden asociar lesiones del LCP y de la cápsula posterior. La hiperextensión extrema es rara.

3. La flexión con desplazamiento posterior. Esta se produce de forma más común con el impacto directo sobre la tuberosidad tibial en una rodilla flexionada a 90°. Este mecanismo se puede apreciar en los golpes contra el salpicadero del automóvil, que se produce en los accidentes de tráfico y en las lesiones que se producen montando a caballo, en las que la rodilla esta flexionada y el tobillo en flexión plantar, llevando con frecuencia a la rotura del LCP.

4. El varo. La lesión por tensión en varo es rara en la rodilla.

#### Mecanismos de cicatrización de los ligamentos

La comprensión del proceso de cicatrización es fundamental para establecer el tratamiento de las lesiones de los ligamentos de la rodilla. La capacidad de cicatrización de los mismos depende de su vascularización, de la aproximación o separación de los tejidos y de la fuerza aplicada sobre las estructuras ligamentosas.

En la rodilla existen dos tipos de ligamentos: los cordonales y los acintados.

Ambos tipos de ligamentos se comportan de manera distinta, en cuanto a su cicatrización, por tanto, debemos tenerlo en cuenta por lo que respecta a la conducta terapéutica a seguir. Cuando los ligamentos cordonales se separan ampliamente y su continuidad del LCA, se crea un defecto de tejido que lo ha ocasionado. Este defecto se llena inmediatamente de sangre desarrollándose un hematoma ocasionado por las lesiones vasculares debido al traumatismo. Los vasos de tejido adyacente penetran en el hematoma, formando una cicatriz fibrovascular. Posterior a la proliferación fibroblastica, hacia el quinto día aparece la producción de colágeno. Si el defecto anteriormente reseñado es pequeño o bien se sitúa en condiciones óptimas con acercamiento de sus bordes, el tejido cicatricial es mínimo y la estabilización es buena, pero si el defecto es grande, el puente cicatrizal será largo y laxitud será importante. A las dos semanas los fibroblastos se alinean y discurren paralelos. Después de tres semanas, existe ya una

buena resistencia tensional del ligamento. A las 8 semanas, el ligamento aparece más engrosado pero ofrece un aspecto normal.

Por tanto, en la reparación de los ligamentos lesionados, deben perseguirse como objetivos los siguientes:

- Una buena cicatriz
- Una buena orientación del colágeno mismo
- Cierre del defecto lesional, a fin de restablecer la longitud y la configuración topográfica del ligamento.

### ***1.8.2 Clasificación de las lesiones del LCA***

En toda lesión de rodilla queda prácticamente afectado su movimiento. Podría decirse que el movimiento normal de la rodilla oscila entre los  $-10^{\circ}$  de hiperextensión y los  $140^{\circ}$  de flexión.

Debe hacerse notar que en un ciclo de marcha normal se requiere un movimiento mucho menor. Aunque los movimientos de la rodilla se realizan con múltiples grados de libertad, las pruebas clínicas se hacen en un solo plano, por lo que realmente no reproducen el movimiento ni la estabilidad de la rodilla con exactitud. La estabilidad varía de un individuo a otro, es por esta razón por lo que las pruebas clínicas se miden en términos de comparación entre la extremidad afectada y la contralateral "normal". Si la rodilla "se va", hablamos de inestabilidad funcional, que a menudo se traduce como rotura del LCA.

En general, los sistemas de clasificación emplean más el término de inestabilidad que el de laxitud, puesto que es más exacto decir que una articulación muestra un estado de movilidad aumentada que de tensión disminuida. Se debe conocer que el concepto de laxitud e inestabilidad no son términos sinónimos. Los podemos definir como fenómenos reflejos de protección articular.

Laxitud es un término objetivo que puede detectar el explorador, empleándose cuando nos referimos a incompetencia o falta de sujeción de las estructuras capsulo-ligamentosas.

Entendemos como inestabilidad, a la sensación subjetiva que siente el paciente con percepción de malestar de su rodilla o de un fenómeno articular que ocurre en un determinado momento que es de difícil control o imposible.

Por tanto, la inestabilidad puede estar producida, además de por una lesión ligamentosa, por cualquier trastorno que, en un momento dado, produzca una alteración del funcionalismo normal articular, como puede ser una lesión meniscal, un cuerpo libre articular, una subluxación, etc. La falta de un solo ligamento puede quedar compensada perfectamente por otro. Esto no puede tener lugar si no existe al mismo tiempo una buena musculatura refleja. Los mecanorreceptores de adaptación rápida son los que determinan la contracción muscular protectora de defensa de la rodilla. Ante una tensión brusca del LCA, generada por un movimiento articular violento, por medio de un "arco reflejo" se mantendrá la tensión del ligamento y por tanto, la estabilidad de la rodilla. Cualquier lesión sobre los mecanorreceptores del LCA, determinará una laxitud articular. Por tanto, siendo la musculatura el principal protector de la rodilla, uno de los objetivos principales es obtener una rodilla lo más estable posible o, en su defecto, que exista una discreta "laxitud compensada" que se logrará con una buena recuperación funcional de la misma.

Las roturas del LCA pueden producirse a tres niveles:

1. Rotura completa a nivel de la inserción femoral. Cuando se produce a este nivel, el ligamento se desgarrará rápidamente en colgajos isquémicos, debido a que recibe su vascularización de la arteria articular media por su extremidad femoral. Constituyen el 18% del total de estas lesiones, siendo más frecuentes en los traumatismos por accidente de automóvil a elevada velocidad.
2. Rotura a nivel de la inserción tibial con avulsión ósea. Puede tratarse de una fractura-avulsión de la espina tibial, siendo de particular importancia en los niños. Estas roturas son muy poco frecuentes y constituyen solamente un 2% del total.

3. Rotura a nivel de la parte media del ligamento. Es el tipo más frecuente, representan el 80% de las lesiones ocurridas en los deportistas. Se produce una laceración en su parte media, normalmente en forma espiroidea, con un muñón más largo que está unido en la porción anterior de la tibia y otro más corto que ocupa la porción proximal posterior.

### ***1.8.3 Clasificación de las inestabilidades***

Se deben distinguir entre dos tipos:

**a) No rotatorias**, de tipo lineal, en un sólo plano. Se subdividen en inestabilidad anterior, posterior, interna y externa.

La inestabilidad anterior se gradúa entre 0 y 3 cruces, con las pruebas de los cajones anteriores:

0 = laxitud normal

1 + = traslación anterior < 0.5 cm.

2 + + = traslación anterior entre 0.5 cm y 1 cm.

3+++ + = traslación anterior entre 1 cm y – 1.5 cm.

Los mismos principios y grados se pueden aplicar a la inestabilidad varo, valgo y posterior. Algunos autores describen la graduación de inestabilidad entre los grados I y IV, donde el grado IV indica una traslación > 1.5 cm.

**b) Rotatorias**, simples o en dos planos.

1. Anterointerna. Se define como una abducción tibial, rotación tibial externa y traslación tibial anterior, haciendo que el platillo tibial interno se traslade o subluje anteriormente en relación al fémur.

2. Posterointerna. Se produce cuando existe una traslación posterior del platillo tibial interno, en relación con el fémur (la rodilla se explora en hiperextensión).

3. Anteroexterna. Se describe como una traslación anterior excesiva del platillo tibial externo.

4. Posteroexterna. Se define como la traslación posterior del platillo tibial externo.

Si se flexiona la rodilla 90 grados, se puede valorar la inestabilidad anterointerna y anteroexterna, rotando el pie hacia fuera y hacia dentro, respectivamente, mientras se tira hacia delante de la tibia proximal, como en la prueba estándar del cajón. En la exploración clínica de estas pruebas se produce una contracción muscular, por lo que a menudo no se puede provocar una traslación anormal, a no ser que el paciente esté bajo anestesia. Por este motivo y otras dificultades que se presentan en la exploración de las lesiones agudas de la rodilla, el sistema de clasificación descrito, probablemente, sea más útil en las inestabilidades crónicas.

- a) Combinadas. En una rodilla se pueden encontrar inestabilidades con todo tipo de combinaciones, aunque las más comunes son la anterointerna/anteroexterna; anterointerna/posterointerna y anteroexterna/posteroexterna.

### ***1.9 Exploración clínica***

Debido a que el mecanismo de lesión es a menudo, característico de la lesión sufrida, es importante tener una historia detallada de cómo se ha producido. La evaluación clínica de una lesión aguda de rodilla, especialmente cuando la lesión afecta al LCA, presenta con frecuencia dificultad a la exploración, debido al dolor y a los espasmos musculares de la rodilla asociados a la lesión. Sin embargo, la interpretación de esta información no debería ir solo dirigida hacia un diagnóstico, sino hacia un diagnóstico completo de la lesión, teniendo que hacer en la mayoría de los casos un diagnóstico diferencial. Dependiendo de la localización de la lesión, nos podemos encontrar con lesiones asociadas, como pueden ser: lesiones de los ligamentos colaterales, meniscos y superficies articulares. Es muy importante, no solo comprobar la condición física del paciente, sino preguntar sobre la lesión:

- Localización del dolor, si fue inmediato o tardío.
- Si el traumatismo fue con el pie apoyado, o con él en el aire.
- Si la rodilla estaba en flexión o extensión; si quedó en flexión.
- Si notó algún ruido en la rodilla.

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Si pudo continuar haciendo deporte.
  - Si fue retirado en camilla, andando o cojeando.
  - Si apareció un derrame de forma inmediata a las pocas horas o al día siguiente.

El paciente suele ser un deportista activo, aunque no debemos olvidar que muchos trabajos pesados, accidentes de tráfico, deportistas de fin de semana, pueden tener la misma lesión.

Aunque la exploración debe ser lo más completa posible, debería seguirse una progresión lógica, que empezará con los test menos dolorosos. Si el examen físico no se puede realizar debido al dolor, se hace necesario realizarlo bajo anestesia. Una lesión traumática reciente origina un gran dolor e impotencia funcional inmediata. En ocasiones, el dolor se localiza en una zona topográfica concreta, pero otras veces el dolor se aprecia de una manera difusa y afecta la articulación completa. En muchos casos, la naturaleza del dolor no suele permitirnos distinguir una lesión meniscal de aquellas lesiones que afectan a la cápsula o a los ligamentos.

En la palpación deberá detectarse la presencia de derrame, puesto que ello puede determinar si las estructuras capsulares están intactas o no. La ausencia de derrame puede ser el resultado de un desgarro capsular con evacuación espontánea desde la rodilla hacia los tejidos blandos circundantes. Los puntos de referencia óseos, como el tubérculo de Gerdy, la tuberosidad tibial y las facetas de la rótula, deben examinarse en busca de dolor. De este modo, el examinador no pasará por alto lesiones asociadas al evaluar los ligamentos.

Respecto a la naturaleza del derrame, distinguiremos entre:

- Derrame sinovial o hidrartros: Es un derrame intraarticular con hinchazón simétrica completa de la rodilla con la rótula palpable.
  - Hemartros: Es la presencia de sangre intraarticular, que en un porcentaje elevado de los casos, se asocia a una lesión del LCA.

Para comprobar la integridad del LCA existen diversas pruebas de utilidad. Deben emplearse pruebas diferentes en las rodillas con lesión aguda y en las que presentan una inestabilidad crónica, pues algunas de estas pruebas precisan una flexión de 90 grados o una posición de flexión de la rodilla y un valgo que puede no ser tolerado por el derrame y el dolor agudo.

Durante la aspiración intraarticular por hemartros se permite un aumento del arco de movilidad de la articulación al disminuir la presión intraarticular, así cómo se pueden encontrar gotas de grasa, pudiendo indicar la existencia de una fractura osteocondral no diagnosticada en las radiografías simples.

### ***1.9.1 Test de competencia del ligamento***

Cuando se realizan estos test específicos de ligamentos, habrá que explorar siempre la rodilla sana, como control orientativo, evaluando su movimiento antes de examinar la rodilla lesionada. En los test de estabilidad del ligamento, tendremos que comenzar primero con los test que producen menos tensión, para que así el dolor y el espasmo muscular no nos impida realizar el resto de los test de estabilidad.

En las lesiones agudas del LCA se realizarán los siguientes test:

### ***1.9.2 Test de Lachman.***

Se realiza con la rodilla flexionada 30°, aplicando sobre la tibia una fuerza de dirección anterior, similar a la que se aplica a la prueba de cajón anterior. Esta es la principal prueba que se realiza en una lesión aguda, puesto que el paciente suele ser incapaz de flexionar la rodilla más allá de 30° sin tener importantes molestias. Se considera positiva en cuanto exista un ligero aumento en el desplazamiento anterior de la tibia, comparado con la rodilla contralateral. El examinador debe prestar atención al grado de excursión anterior, así como el "punto final", el cual es blando o débil cuando existe rotura del LCA. Cuando se mira de perfil una rodilla, la silueta de la región entre el polo inferior de la rótula y la tibia proximal corresponde al tendón rotuliano, haciendo una concavidad. Si

existe rotura del LCA, la tracción anterior de la tibia proximal borra esta depresión del tendón rotuliano. Esta prueba es más específica para evaluar el haz posteroexterno del LCA.

### ***1.9.3 Test del cajón en flexión/rotación***

Combina elementos del test de Lachman y del desplazamiento lateral del pivote. El explorador agarra fuertemente entre sus manos la pantorrilla y moviliza la rodilla en un arco de 15 a 30° de flexión. En ausencia de LCA, a 15° de flexión la tibia se subluxa anteriormente y el fémur rota externamente. Al aumentar la flexión en 30°, la tibia se reduce posteriormente y el fémur rota internamente. En opinión de Tria y cols. Esta prueba del cajón en flexión/rotación no es tan sensible como la de Lachman; sin embargo, puede emplearse en la rodilla con lesión aguda y es más sensible que las pruebas de desplazamiento tibial.

Los test más adecuados para evaluar la lesión de la rodilla con inestabilidad crónica secundaria a una lesión aguda, son los siguientes:

### **1.9.4 Test de cajón anterior**

Permite valorar el desplazamiento femorotibial anteroposterior a 90° de flexión de la rodilla, con la cadera a 45° y el pie fijo sobre la mesa. Se imprimen en la rodilla movimientos de tracción y presión anterior y posterior neutra respectivamente, así como en rotación interna y rotación externa, para poner a prueba las distintas estructuras capsuloligamentosas responsables de la estabilidad anteroposterior. Es importante fijarse en el punto de partida tibial, antes de efectuar la prueba, pues si hubiese un desplazamiento tibial posterior con una rotura del LCP, nos daría un falso desplazamiento anterior de la tibia al traccionar. Se efectúa una tracción firme en dirección anterior para evidenciar, visual y palpablemente, si existe una laxitud. La existencia de un "punto final" en el límite del desplazamiento anterior denota continuidad en el LCA. Esta determinación en el punto final es subjetiva, pues lo que se siente es que el movimiento es bruscamente

limitado. Cuando el ligamento está roto, se llega a un punto final de consistencia esponjosa y carente de firmeza.



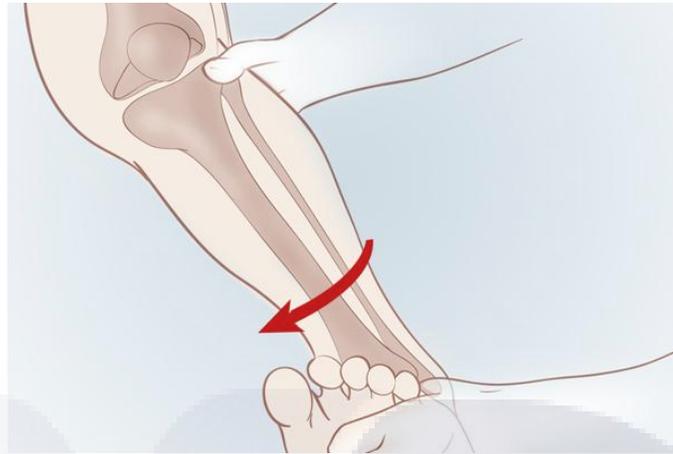
**Figura 5. Prueba de cajón anterior.**

**Cajón neutro anterior (CAN).**

Se realiza esta prueba con la tibia en posición neutra. Si se evidencia un desplazamiento anterior patológico, éste puede ser motivado por una rotura de: LCA aislada, LCA y complejo interno, LCA y complejo externo, o de ambos complejos.

**Cajón anterior-rotación externa (CABE).**

Se realiza haciendo una rotación externa, del pie y de la tibia, de 30° y la rodilla a 90° de flexión; en ese momento, se tensan las estructuras del complejo interno. Si es positivo moderado, indicará lesión del complejo interno y si es positivo intenso pensaremos, además, en una lesión del ángulo posteroexterno.



**Figura 6. Prueba de varo en extensión 0°**

***Cajón anterior-rotación interna (CARI).***

Al efectuar la exploración con la rotación interna tibial de 15°, se tensan las estructuras del complejo externo. Si el CARI es positivo moderado, con un CAN positivo, indicará lesión de las estructuras del complejo externo (LCE, cápsula externa y ángulo posteroexterno). Si es muy positivo, debemos pensar en lesión del LCP, además de las estructuras del complejo externo.

Se puede realizar un análisis más profundo de la cápsula posteroexterna mediante las pruebas del recurvatum en rotación externa.

Debemos explorar los ligamentos colaterales, forzando tanto el valgo como el varo con la rodilla en extensión completa y después flexionada 30°. Al realizar esta prueba, se comparara siempre la rodilla lesionada con la normal, se realiza con suavidad, aumentando la fuerza hasta el punto en que aparezca el dolor. De esta manera, se puede demostrar la máxima laxitud sin demostrar espasmo muscular. La exploración en extensión completa analiza el ligamento lateral y la cápsula posterointerna o posteroexterna asociadas.

### ***Valgo en extensión (VL 0°)***

Si es positivo indicará rotura de la porción superficial y profunda del LCM, ligamento oblicuo posterior, PAPI, desinserción periférica del menisco medial y LCA. Si es muy severo, también estará lesionado el LCP.

### ***Valgo en flexión de 30° (VL 30°).***

Un bostezo interno patológico leve indicará una rotura de la porción superficial del LCM. Si el bostezo es grave, estarán afectadas también las otras estructuras del complejo interno, además del LCA y del LCP.

### ***Varo en extensión (VR 0°).***

Indicará lesión del LCE, cápsula media, ligamento arcuato y cintilla de Maissiat, además del LCA. Si el bostezo es muy severo estará también lesionado el LCP.

### ***Varo en flexión de 30 grados (VR 30°).***

Un bostezo externo patológico indica lesión del LCE. Si el bostezo es muy severo, estarán lesionados también la cápsula medial, la cintilla de Maissiat y el ligamento arcuato.

### ***Test dinámicos de subluxación anterior.***

#### ***Test del desplazamiento lateral del pivote central (Pivot Shift).***

La prueba se empieza partiendo de la extensión, rotación interna de la tibia y valgo de la rodilla. Se flexiona progresivamente y hacia los 30° se siente un desplazamiento posterior de la tibia sobre el fémur. Este desplazamiento es causado por la reducción de la subluxación anterior de la tibia.

#### ***Test de sacudida súbita (Jerk test de Hughston).***

Esta prueba fue descrita por Hughston, es prácticamente la opuesta a la del desplazamiento del pivote central. Se flexiona la cadera 45° y la rodilla 90°. Se ejerce una fuerza en valgo y se extiende la rodilla con la tibia en rotación interna. Si el test es positivo, se produce una subluxación anterior transitoria de la tibia sobre el fémur

alrededor de los 30° de flexión y luego, mientras la rodilla se va extendiendo, ocurre una reducción espontánea.

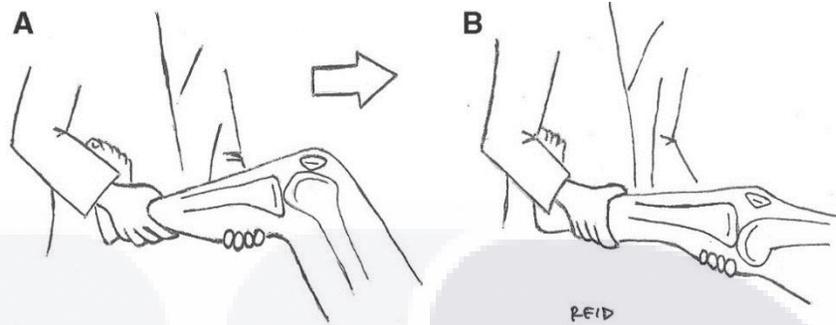


Figura 7. Hughston test.

**Test de rotación interna de la tibia.**

Comenzando con la rodilla flexionada 45° o más, y con el pie rotado externamente, se extiende la pierna poco a poco permitiendo que se produzca su rotación interna y se aplica al mismo tiempo una fuerza en valgo con una presión anterior aplicada por detrás de la cabeza del peroné. Esto produce la subluxación anterior de la zona anterolateral de la tibia. A medida que la rodilla se aproxima a la extensión completa, se produce nuevamente un “chasquido” palpable al reducirse la tibia.

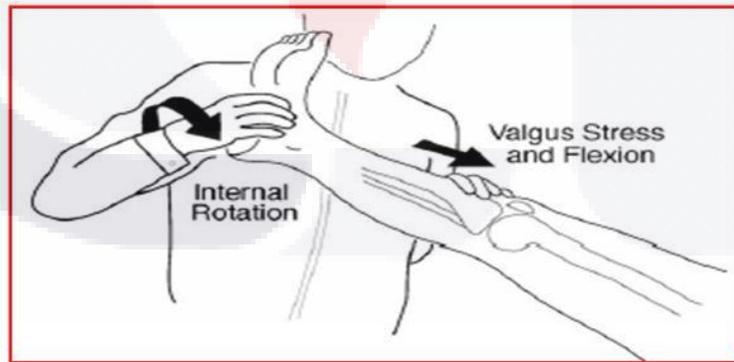


Figura 8. Test de rotación interna de la tibia.

**Test de Slocum.**

Paciente en decúbito lateral y supino con la rodilla y la cadera sana en flexión. Rodilla patológica en extensión, en contacto con la mesa de exploración, se palpa con el dedo

índice de la mano izquierda la cabeza del peroné, mientras que con el índice de la derecha se encuentra sólo el cóndilo femoral externo. Se ejerce una fuerza en valgo sobre la rodilla, produciendo un ángulo valgo con la misma, en flexión. Con un LCA insuficiente, la subluxación anterior de la tibia se reduce al alcanzar la rodilla los 30° de flexión. La reducción se percibe con los dedos colocados en la posición antes descrita.



**Figura 9. 10 Test de Slocum.**

En resumen, el examen de los ligamentos de la rodilla debe realizarse de forma secuencial y ordenada, de modo que no pueda pasar por alto una posible lesión ligamentosa. El LCM es el que más frecuentemente se lesiona, seguido por la combinación del LCM con lesión del LCA. La tercera lesión más frecuente es la aislada del LCA. Aparte de estas lesiones, otras combinaciones son poco frecuentes, como por ejemplo la lesión aislada del LCP, la del LCE o la luxación de la rodilla. Las lesiones de los ligamentos de la rodilla deben ser examinadas concienzudamente y tratadas con un planteamiento lógico. La combinación de historia, observación y exploración física proporcionan un alto grado de exactitud clínica. Hay que insistir en que siempre es posible y sobre todo en los casos en los que los hallazgos en la primera exploración son cuestionables, realizar el examen del paciente bajo anestesia, lo cual impedirá que se pase por alto un gran número de pequeñas lesiones ligamentosas.

A pesar de ser fundamental la exploración clínica para establecer el diagnóstico de las lesiones de la rodilla, no debe evitarse la necesidad de pruebas auxiliares de exploración para confinar o establecer un diagnóstico diferencial de la lesión.

### **1.10 Exploraciones especiales de la rodilla**

Para evaluar las lesiones ligamentosas de la rodilla, además de las radiografías simples, hay que añadir una serie de proyecciones especiales para orientarnos en el diagnóstico de precisión.

Las radiografías a realizar son las siguientes:

- Rx en proyección anteroposterior y lateral a 30 grados de flexión.
- Proyecciones de Fick, de escotadura o de túnel.

Distintos autores han descrito signos indirectos radiológicos que indican insuficiencia del LCA.

Bousquet y cols. y Bowerman describen los siguientes:

- Signos de avulsión ósea en los puntos de inserción de cada ligamento:

Fractura avulsión de las espinas tibiales particularmente frecuente en los niños.

También deben buscarse signos de avulsión del ligamento LCM en su inserción femoral, del LCE en la cabeza del peroné o desinserciones de la cápsula en el borde del platillo tibial externo.

**Signo de Segon.** Conocido también como el signo capsular externo. Se trata de un arrancamiento óseo característico del margen lateral del platillo tibial externo. Su presencia se interpreta como patognomónico de la existencia de lesión del LCA. Si el fragmento es anterior, significa una avulsión de la inserción profunda del tracto ilio-tibial. Un fragmento más posterior indica un arrancamiento ligamentoso posteroexterno



**Figura 10. Signo de Segond.**

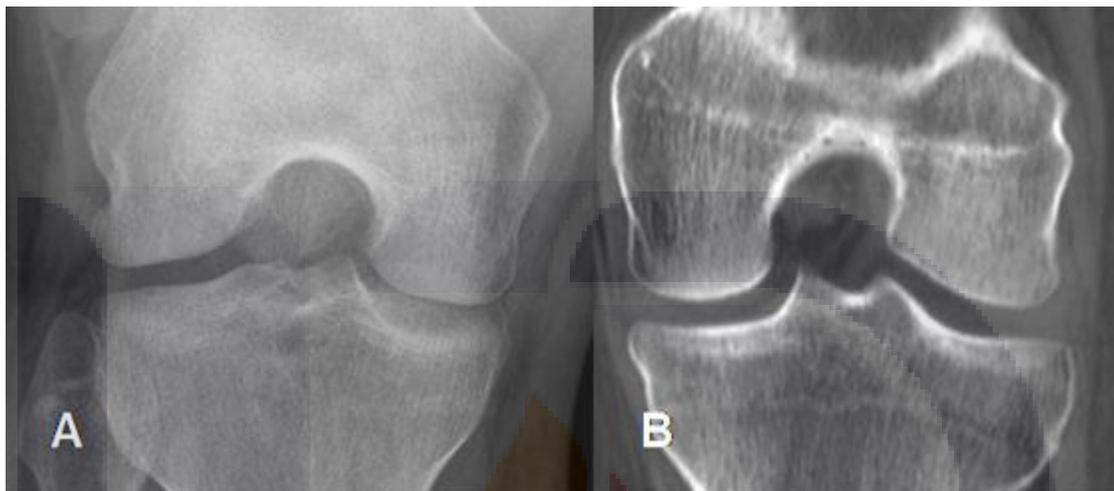
- Fragmentos libres osteocondrales intraarticulares, a veces no visibles en el período postraumático inmediato, consecuencia de luxaciones rotulianas ocurridas en casos de lesión combinada de LCA y LCM.

Strobel y cols. (1.990) describen el signo de "indentación" lateral, como un surco cóndilo patelar profundo, comúnmente encontrado en pacientes con una lesión antigua de LCA. Puede ser producido, también, por una marcada hiperextensión de la rodilla.

***Proyección de Fick, de escotadura o de túnel***

Fick describe la proyección de escotadura o de túnel, para la visualización de la fosa intercondilea y la porción posterior de los cóndilos femorales. Se realiza con las rodillas y las caderas flexionadas a 90° en carga, con el muslo horizontal se coloca la placa por delante de la rodilla y el foco de rayos por detrás. De esta manera se constatan más evidentemente la sospecha de la existencia de un cuerpo libre intraarticular, o de una avulsión ósea del LCA u osteocondritis disecante en los bordes marginales de ambos cóndilos femorales, y que en la proyección de frente no se puede apreciar en toda su extensión e incluso pasar desapercibida. Con esta proyección, se ve de forma simultánea

la eminencia intercondílea y la anchura de la escotadura intercondílea, en los casos de insuficiencia crónica de LCA, encontramos el signo de Teton, apreciándose una estenosis de la escotadura intercondílea y afilamiento de la eminencia intercondílea.



**Figura 11. Proyección de Fick.**

Anderson y cols. fueron capaces de identificar cinco tipos básicos de escotadura intercondílea en los scanners. Los tipos de 1 a 4 son los más comunes y el tipo 4 es menos prevalente y especialmente el tipo 5, que prevalece más en los pacientes con un desgarro del LCA. El tipo 5 en forma de ondas, solo se encuentra en el 6% de personas con rodillas normales.

Los pacientes con lesiones bilaterales o unilaterales del LCA también muestran un estrechamiento del ángulo de apertura de la escotadura ( $48.6^\circ$  contra  $55.7^\circ$  en los individuos normales). La relación de la anchura de la escotadura a  $2/3$  de la anchura de la escotadura condilar, es significativamente más pequeña en pacientes con desgarro del LCA que los controles normales (0.185 contra 0.207).

### ***1.10.1 Radiografías dinámicas***

Las radiografías dinámicas permiten cuantificar objetivamente una laxitud anterior de la rodilla, pudiendo ser particularmente importante en el seguimiento postoperatorio, para

juzgar la calidad de los resultados obtenidos. Estas pruebas pueden ser la de Lachman pasivo o activo.

- a) ***Lachman pasivo.*** Practicando esta prueba en el preoperatorio y en el postoperatorio, permite conocer la ganancia conseguida en la intervención para reducir la laxitud. La cuantificación de esta laxitud se valora en el compartimiento interno, entre la parte posterior del cóndilo y el borde posterior del platillo tibial interno, tomando como referencia la paralela a la cortical posterior de la tibia. La exploración debe realizarse también en la rodilla sana.

Los valores que se obtienen con esta exploración son los siguientes:

- La medida de la laxitud en las rodillas sanas oscilan entre 1,6 y 3,5 mm.
- La medida de las laxitudes preoperatorias oscilan entre los 3 y 11,6 mm.
- La medida de las laxitudes postoperatorias finales oscilan entre los 2,7 y 6,6 mm.

La ganancia obtenida después de la intervención del LCA, suele oscilar entre los 5.5mm de laxitud residual, considerado como resultado excelente y los 8.5mm., valorado como un mal resultado. Se acepta como una buena media resultante la de 3,2 mm entre la rodilla sana y la intervenida quirúrgicamente.

- b) ***Lachman activo radiológico (LA.R.).*** Esta prueba radiográfica se realiza con el paciente colocado en decúbito supino, con el muslo apoyado sobre un rulo encima de la mesa y por encima de la rodilla. Se le coloca en el tercio distal de la pierna una cincha con 7 kg. de peso. El paciente los debe levantar en extensión activa. La proyección radiográfica será lateral, colocando la placa por la cara interna de la rodilla y el foco externamente. Se cuantifica el grado de laxitud que se valora en el compartimiento interno, entre la parte posterior del cóndilo y el borde posterior del platillo tibial interno, tomando como referencia la paralela a la cortical posterior de la tibia.

El LAR ofrece una fiabilidad de un 94%, existiendo un 6% de falsos negativos por mala técnica radiológica, por bloqueo meniscal o por roturas parciales del LCA.

Los valores que se obtienen con esta exploración son los siguientes:

- Una medida superior a 8 mm es positiva e indica una rotura del LCA.
- Una medida inferior a 4 mm es negativa e indica que no existe una lesión del LCA.
- Las medidas entre 4 mm y 8 mm deben compararse con las obtenidas en la rodilla contralateral sana.

En términos generales, puede valorarse que por encima de 6 mm es positivo y por debajo de 6 mm es negativo.

### ***1.10.2 Radiografías de esfuerzo***

Estas radiografías se utilizan para proporcionar un cajón anterior con un medio objetivo y cuantificarlo para evaluar la laxitud del LCA. Son particularmente útiles en la valoración de las lesiones ligamentosas agudas, pudiendo hacerse bajo anestesia local cuando el dolor impide un examen adecuado. En las laxitudes crónicas puede cuantificarse con exactitud el alcance de la lesión, al encontrarse ausente el factor dolor, al contrario de lo que ocurre en las lesiones recientes.

### ***1.10.3 Tomografía Axial Computarizada (T.A.C.).***

**La Tomografía Axial Computarizada (T.A.C.), se llama así porque la imagen obtenidas de tipo tomográfico, indicando que el plano es de corte frontal y que interviene una computadora en la formación de imágenes.**

En determinadas situaciones, después de las artrografías de doble contraste, se realiza un TAC. En estos casos, la mejor demostración de la anatomía de la rodilla se consigue, como en las imágenes de TAC, con gran cantidad de aire y poca cantidad de medio de contraste.

Se ha descrito la técnica de las imágenes de TAC, para demostrar anomalías de los meniscos. El TAC con contraste no suele servir para demostrar las roturas de los

ligamentos cruzados, pues este estudio no se realiza en condiciones forzadas; a veces, sin embargo, las imágenes del TAC muestran claramente los ligamentos cruzados.



Figura 12. Lesión de LCA en visión tomográfica.

#### ***1.10.4 Resonancia nuclear magnética (R.N.M.)***

La resonancia magnética es una técnica de imagen de huesos y partes blandas que no implican radiación ionizante, ni pruebas invasivas, teniendo una aceptación creciente, como método de elección en muchos casos.

Empleando la RNM, se valora mejor el estado del LCA, estando la rodilla en extensión completa y con una rotación externa de 20 grados. Las imágenes medio sagitales son óptimas para demostrar el LCA. Es preferible realizar cortes contiguos cada 3.15 mm sobre la hendidura intercondílea. El LCA entero se visualiza normalmente en una o dos imágenes secuenciales.



**Figura 13. Lesión de Lca en vision de RMN.**

El LCA normal aparece en la imagen sagital como una banda homogénea oscura, que se extiende en continuidad siguiendo el eje mayor del ligamento, desde su origen hasta su inserción. En los cortes coronales, el LCA aparece como una banda elíptica cortada a través; la ausencia de esta banda puede hacer sospechar una rotura. El aspecto en la RNM de una rotura del LCA depende de la edad y de la localización de la lesión, así como del grado de disrupción. Una rotura completa aguda se ve en las imágenes ponderadas T1 y T2, como una señal de intensidad brillante en el interior del ligamento. La imagen ponderada T2 es particularmente útil para diferenciar el edema y la hemorragia de un LCA intacto en una situación aguda, cuando se sospecha una rotura completa o parcial. Las imágenes sagitales pueden mostrar un borde anterior ondulado, irregular, que indica la laxitud del ligamento y su rotura completa. En las roturas completas, crónicas o agudas, se puede apreciar la traslación anterior de la tibia sobre el fémur, afectando o no al LCP. Las roturas crónicas completas pueden apreciarse como un pequeño remanente de tejido en la zona, en la que normalmente se encontraría el LCA, a menudo oscurecido por grasa y tejido cicatricial, que se encuentra en las imágenes sagitales de la hendidura intercondílea.

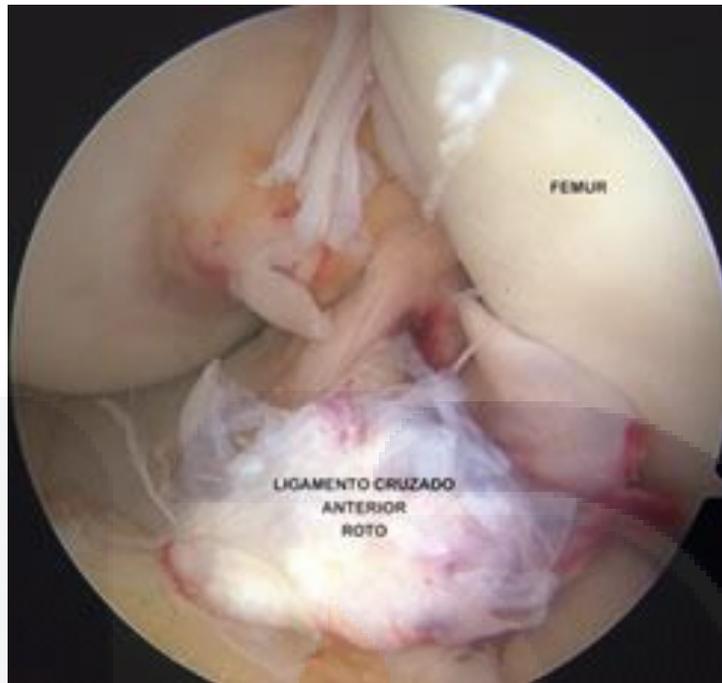
La ausencia del LCA en las imágenes coronal y sagital es diagnóstico de rotura de LCA. No se ha comprobado que las imágenes coronales sean muy específicas para la valoración de la integridad de los ligamentos cruzados.

Las roturas parciales de LCA, son detectadas por la RNM con menos fiabilidad.

Los criterios para establecer la existencia de una rotura parcial no son rígidos, encontrándose en vías de investigación múltiples parámetros, como la relación de intensidad máxima de señal entre LCA y LCP, la pendiente del borde anterior del LCA en las imágenes sagitales ponderadas T2 y la relación entre el ancho máximo y mínimo del LCA en las imágenes sagitales ponderadas, tanto T1 como T2. El diagnóstico con RNM de la rotura parcial del LCA es bastante complicado, aunque las futuras mejoras en el equipo y en las técnicas de imagen posibilitan la realización de un diagnóstico más exacto en los próximos años.

La RNM se ha utilizado con éxito para evaluar la reconstrucción del LCA. Con las imágenes coronales, sagitales y axiales se pueden inspeccionar la región de la hendidura intercondílea, los puntos de fijación en los túneles óseos y la integridad del ligamento sustituido. En general, los injertos autólogos intactos, como la cintilla iliotibial, el tendón rotuliano o el semitendinoso, aparecerán con un color negro homogéneo, aunque con frecuencia dan una señal ligeramente mayor que el LCA normal.

Podemos concluir que, desde principios de los años 80 y las primeras publicaciones sobre la RNM en las alteraciones músculo-esqueléticas, se ha producido una verdadera explosión de interés sobre la RNM en el campo de la ortopedia. Las lesiones de los meniscos y de los ligamentos cruzados se valoran con una exactitud cada vez mayor. Además, las últimas RNM han demostrado ser precisas para identificar muchísimas otras alteraciones de la articulación de la rodilla, como las anomalías del cartílago articular, las enfermedades sinoviales, la desalineación femoropatelar, las enfermedades de las almohadillas grasas o las fracturas ocultas no visibles en las radiografías normales.



**Figura 14. Ligamento cruzado anterior lesionado visto por artroscopia.**

### ***1.10.5 Artroscopia***

Se puede definir como una técnica de exploración complementaria, consistente en la visualización directa intracavitaria de la articulación, mediante la adaptación de una microcámara de televisión, la cual proyecta las imágenes intraarticulares a un monitor.

Desde que en 1918 se empleó por primera vez en la Universidad de Tokio, por el Prof. Takagi, ha sufrido distintas variaciones por Bircher (1921), más tarde Vaubel (1938) y Watabe (1957) publicó un atlas de artroscopia que en su 2da edición, en 1969, incluía fotografías endoscópicas de la rodilla, realizándose en Philadelphia en 1972 el primer curso de artroscopia, fundándose en 1975 la International Arthroscopy Association, tomando impulso con O'Connor, Eikelaar y Dandy, dando los primeros pasos de la cirugía artroscópica, dejando de ser un método diagnóstico para pasar a ser un método quirúrgico.

## **1.11 Tratamiento**

### **1.11.1 Tratamiento conservador**

La adopción de un tratamiento conservador en la insuficiencia del LCA implica que la historia del proceso tiene características que permiten un enfoque racional, mínimamente intervencionista, basado en el asesoramiento y en una pequeña modificación de actividad y en el empleo de técnicas de rehabilitación y de rodilleras. Es un tratamiento que no se puede abandonar, pues las secuelas del daño al menisco y al cartílago articular debidas a los múltiples episodios de inestabilidad son importantes, y tienen consecuencias muy negativas a largo plazo.

### **1.11.2 Tratamiento quirúrgico**

#### ***Recuerdo histórico***

Los primeros conocimientos que tenemos sobre la reparación del LCA, mediante sutura directa, datan del año 1895 cuando Robson reparó los dos LCA de un minero que había sufrido una lesión 36 semanas antes. A los 6 años de seguimiento, el paciente describía su rodilla como "perfectamente fuerte".

Hey Groves (1917) publicó varios métodos de reconstrucción del LCA. Uno de ellos, consistía en conducir una tira de cintilla iliotibial de base proximal a través de los túneles femoral y tibial para reconstruir el LCA en un hombre cuya rodilla se había lesionado al recibir una coz de caballo. Más tarde, el paciente fue capaz de caminar sin cojera y volvió a trabajar. El mismo autor, en 1920, comunicó una modificación sobre su técnica empleando una tira de cintilla iliotibial de base distal, para reconstruir el LCA y los ligamentos ST y RI para reconstruir el LCP, modificándose esta técnica con el paso del tiempo.

Entre los años 20 y 40, se desarrollaron con Bennet y Mauck nuevas técnicas de estabilización intraarticular para la reconstrucción de LCA insuficiente.

Campbell describió la técnica de reconstrucción del LCA con la porción interna del tendón rotuliano, la cápsula y el tendón del cuádriceps, dirigiéndoles a través de los túneles femoral y tibial. Destacó la frecuencia con la que las lesiones del LCA se acompañaban de lesiones del LCM y del menisco medial. Comunicó excelentes resultados en la reconstrucción del LCA en 9 rodillas. Abogó por la reconstrucción del LCA en atletas jóvenes, en los que resultaba ineficaz el tratamiento conservador. Palmer (1938) escribió un excepcional tratado sobre las lesiones ligamentosas de la rodilla constituyendo la base de lo que actualmente se está realizando en el campo de la cirugía de los ligamentos de la rodilla. Analizó la anatomía, biomecánica y fisiología de los ligamentos de la rodilla, así como el modo de repararlos. Desarrolló nuevos instrumentos para reparar quirúrgicamente los ligamentos cruzados, incluyendo la guía de taladro. Insistió en la importancia del diagnóstico precoz y en la reparación temprana de las lesiones agudas de la rodilla.



**Figura 15. Dr. Campbell.**

Durante los años 50, O'Donoghue (1950) publicó su experiencia en el tratamiento de lesiones recientes de los ligamentos de la rodilla. El artículo se centraba casi exclusivamente en la "triada trágica" con rotura del LCA, LCM y desgarro del MM. En 1963 reconstruyó el LCA mediante una tira de cintilla ilirotibial de base distal atravesando los túneles femorales y tibiales. En realidad, se trataba de una modificación de la técnica de Hey Groves.

Ya en los años 60, Jones (1963) empleó el tercio central del tendón rotuliano para reconstruir el LCA. La tira del tendón rotuliano con base distal, fijada a una pastilla ósea de la rótula se dirigía a través de un túnel en el cóndilo femoral externo. El túnel se realizaba anterior al lugar anatómico de origen del LCA, puesto que la longitud del injerto era insuficiente. En consecuencia, la mayoría de estos pacientes tenían dificultades para volver a conseguir un arco de movilidad completo en la rodilla, aunque volvían a practicar deporte.

Slocum y Larson (1968) describieron la patogenia de la inestabilidad rotatoria anterointerna y una prueba clínica para demostrarla. Este trabajo resultó ser básico para la descripción de la transposición de la pata de ganso, una técnica diseñada para el control de la inestabilidad rotacional anterointerna de la rodilla.

En los años 70, Nicholas describió la técnica "5 en 1" para reparar la inestabilidad rotatoria anterointerna de la rodilla. Se incluía la meniscectomía total, el avance de la inserción femoral del LCM, el avance distal y hacia delante de la cápsula posterointerna, el avance del vasto interno y la transposición de la pata de ganso. Los síntomas de inestabilidad mejoraban en la mayoría de los pacientes, aunque no se recuperaba por completo la estabilidad de la rodilla.

Cho renovó el interés por el uso del tendón ST como injerto para reconstruir el LCA de forma similar a lo descrito anteriormente por Macey en 1939. Nicholas y Minkoff (1978) emplearon una tira de banda iliotibial de base proximal con una pastilla ósea del tubérculo tibial que se transponía a través de la hendidura intercondílea y se fijaba a la cara anterior de la tibia, publicando resultados idóneos en los 16 pacientes que operaron.

En estos años se produjeron grandes avances en la aclaración de la anatomía e histología de los ligamentos de la rodilla. Girgis y cols., Kennedy y cols. y Norwood y Cross estudiaron la anatomía y la función del LCA.

Chiroff y Noyes y cols. estudiaron la viabilidad de los injertos autólogos en el medio intraarticular. James (1980) investigó la biomecánica de la función de los ligamentos de la rodilla en relación con su reconstrucción.

En los años 80 se publicó abundante literatura sobre la reparación y reconstrucción de los ligamentos de la rodilla, mejorando muchas de las técnicas anteriores.

Lipscomb y cols. Combinaron el ST y RI para reconstruir el LCA, añadiendo cuando era necesario técnicas extraarticulares internas y externas. En estos años siguió el interés por el empleo de la cintilla iliotibial en su porción proximal con pastilla ósea de su inserción en el tubérculo de Gerdy.

Clancy y cols. emplearon un tercio del tendón rotuliano, añadiendo una transposición del tendón del bíceps y una plastia de la pata de ganso para reforzar la sustitución realizada. Obtuvieron excelentes o buenos resultados en 47 de sus 50 pacientes, estudiando también la revascularización del injerto con tendón rotuliano.

Durante estos años se produjo el desarrollo de los ligamentos protésicos.

Jenkins y McKibbin y Rushton y cols. emplearon fibra de carbono para reemplazar el LCA y reforzar la reconstrucción. Este material ha demostrado que posee la propiedad de iniciar la formación de colágeno en su interior, aunque también mostró cierta tendencia a la fragmentación y la sinovitis.

Rodkey y cols. , Rubín y cols. y Puddu probaron el Dacron; Woods y cols. , James emplearon el Proplast como implante de ligamento cruzado con éxito limitado; Kennedy y cols. , emplearon con éxito un dispositivo de polipropileno para reforzar la reconstrucción intraarticular del LCA. Bolton y Brickman han desarrollado un LCA protésico de politetrafluoretileno (Gore-Tex).

Este breve repaso histórico demuestra la variedad de posibilidades técnicas para solucionar un problema en la historia de la medicina moderna.

## ***1.12 Objetivo tratamiento quirúrgico***

El objetivo de la reconstrucción anatómica es restaurar la anatomía del ligamento cruzado anterior nativo de la manera más cercana posible y consecuentemente para acercarse a las propiedades biomecánicas normales de la rodilla. Cuatro conceptos principales deberán ser observados para lograr esta meta. El primero es cuidadosamente observar y objetivar la anatomía nativa del paciente. El segundo es para individualizar cada cirugía con respecto a la anatomía del paciente. El tercero es la colocación de los túneles, y el injerto en el centro de las huellas de origen nativas. El cuarto es restablecer la biomecánica tensionando los fascículos para lograr de la manera más cercanamente posible al nativo.

### ***1.12.1 Técnica quirúrgica perforación femoral de manera transtibial***

Los tendones de semitendinoso y gracilis se extraen a través de una incisión de unos 4 centímetros aproximadamente a unos 2 centímetros medial del tubérculo tibial. La disección se realiza siguiendo la fascia del sartorio, que es incidida de forma paralela y distalmente al tendón del semitendinoso. Se liberan los tendones del semitendinoso y del gracilis de su inserción distal y se reflejan proximalmente para visualizar la superficie inferior y su separación natural. Se separan los tendones y se rodean con sutura no absorbible. Mediante disección roma, se liberan los tendones de sus respectivas vainas. Es importante incidir estas bandas fasciales para evitar una sección prematura del tendón de su vientre muscular, los tendones se cortan para dar una longitud total de 24 centímetros y los extremos se suturan mediante sutura trenzada de poliéster del N°2. Los tendones se pliegan para dar un injerto en cuatro bandas y se mide para preparar el fresado del túnel.

Se realizan los portales artroscópicos estándar anterolateral y anteromedial de la rodilla y se realiza una artroscopia diagnóstica. Se utiliza de forma habitual un sistema de irrigación presurizado para la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. Las lesiones extra articulares y meniscales se tratan previamente. Se realiza exanguinación y se coloca manguito de isquemia femoral, entonces se realiza una limpieza de la escotadura y limpieza del ligamento cruzado anterior antiguo para visualizar con claridad cicatrices y de los restos del ligamento cruzado anterior en la tibia, así como la zona posterolateral de la

escotadura. No se realiza plastia de la escotadura o del techo de forma habitual a menos que exista una evidencia de una estenosis o evidencia de pinzamiento del injerto por parte del techo o de la escotadura.

Se utiliza una guía tibial para dirigir e introducir una aguja guía a través de la impronta del ligamento cruzado anterior, aproximadamente 5 milímetros anterior al ligamento cruzado posterior. Antes que el cirujano frese el túnel tibial, la rodilla se coloca en extensión completa y se comprueba que no existe pinzamiento de la aguja guía. El túnel tibial se realiza inicialmente mediante fresa canulada de 6 milímetros y entonces se va agrandando progresivamente mediante impactadores de túnel, al diámetro deseado de túnel, en este momento se prestará atención a la realización del túnel femoral. Se utiliza una aguja guía con una pequeña desviación deseada del túnel femoral. La guía se introduce a través del túnel femoral y se sitúa en la posición por encima del cóndilo flexionando la rodilla a 90°. La aguja guía se coloca a la posición de las 11:00 en la rodilla derecha o a la 1:00 en la rodilla izquierda y se fresa hacia la cortical anterior del fémur.

El túnel femoral se perfora hasta los 35 milímetros utilizando una broca canulada de diámetro apropiado que se deja en ese lugar del túnel femoral.

Se coloca injerto dentro de nuestras perforaciones en nuestro injerto colocando nuestro endobutton, y posteriormente se tensa a 20° de flexión.

Se limpian bien las heridas y se cierra por planos, finalmente se aplica un vendaje estéril. En todo el paciente se utiliza de forma habitual una ortesis articulada y terapia de flujo frío o crioterapia.

### ***1.12.2 Técnica quirúrgica con perforación femoral en portal anteromedial***

El paciente se le administra anestesia regional o general y se coloca en posición supina en la mesa de operaciones. Se coloca un torniquete en el fémur proximal, se da profilaxis antibiótica.

Bajo la anestesia la estabilidad de la rodilla es evaluada en todos los planos para confirmar la lesión en el ligamento cruzado anterior y alguna otra lesión. Cuando el lado lesionado

muestra una traslación anterior mayor de 5 milímetros comparado con el lado no lesionado , una prueba positiva de pivot shift, la toma del injerto podrá ser tomada, de otra manera una artroscopia diagnostica es realizada primero para evaluar la integridad del ACL.



**Figura 16. Técnica de perforación anteromedial.**

La posición deberá permitir la abducción de la pierna de la mesa de operaciones hasta 120° en orden para facilitar los procedimientos artroscópicos de perforación femoral y fijación respectivamente.

**1.12.2.1 Artroscopia**

Una artroscopia completa diagnostica es realizada a través del portal anteromedial, el portal anteromedial deberá de ser realizado un centímetro hacia medial del tendón patelar en orden de poder permitir el rimado perpendicular de la pared medial del cóndilo femoral lateral, para así poder evitar daños del cóndilo medial. Además el portal deberá de estar tan cerca de la tibia como sea posible, poniendo atención de no dañar el cuerno anterior del menisco medial. Una aguja espinal puede ser utilizada en este estado.

Una vez creado, el portal anteromedial puede ser aumentado, por que podrá ser utilizado como un portal de trabajo. De manera alternativa un portal accesorio anteromedial puede ser creado en la parte principal en orden de permitir la inserción de los instrumentos y la directa visualización de la pared lateral del surco intercondileo durante el rimado del túnel femoral. Las lesiones meniscales y las lesiones cartilaginosas son identificadas y tratadas en este punto. El remanente de LCA es removido con una rasuradora hasta que las huellas de inserción de la tibia y el fémur son identificadas.

#### ***1.12.2.2 Creación de túnel tibial.***

El túnel tibial es perforado a un ángulo de 55° con la guía insertada en la articulación a través del portal anteromedial.

La guía del LCA es colocada hacia 7 mm anterior del LCP, posterior al cuerno anterior del menisco lateral y en la pared lateral de la espina tibial medial en orden de colocar el túnel tibial en la parte posteromedial de la inserción nativa.

La longitud del túnel femoral es determinado por la medición de la longitud del injerto y sustrayendo el tapón de hueso y la porción intraarticular del injerto el cual usualmente es de 30 mm, un orificio es perforado en la tibia proximal desde un punto colocado a la mitad de camino entre el tubérculo tibial y la porción posteromedial de la tibia. La longitud del túnel tibial, puedes ser doblemente medido, midiendo la porción intraosea con la guía y directamente el injerto en la mesa quirúrgica. Una guía canulada con el mismo diámetro exacto del tamaño del injerto es realizado.

#### ***1.12.2.3 Perforación de túnel femoral por el portal Anteromedial.***

Bajo artroscopia, el primer paso para la realización del túnel femoral, es la visualización de las huellas de inserción de los fascículos anteromedial y posterolateral, después de la visualización el punto de entrada del túnel femoral deberá de ser marcado con un clavo guía. Para todo esto la rodilla deber de ser posicionada a 90° de flexión para evadir la obstrucción del cóndilo medial.

La entrada del túnel femoral deberá de ser marcada anterior a la huella del portal anteromedial 6-7 mm anterior de la cortical posterior en la posición de las "10" para una rodilla derecha y las "2" en una rodilla izquierda.

La posición del túnel femoral es ligeramente anterior, es más fácil para prevenir las lesiones condilares.

Una vez que la posición es marcada, la articulación puede ser flexionada hasta los 120° y el pin guía puede ser insertado hasta pasar la cortical lateral del cóndilo femoral lateral. La dirección de la guía debe ser paralela hacia la porción posterior del surco intercondileo.

Ya en este tiempo el túnel femoral puede ser perforado sobre la aguja guía. Este pasaje puede ser difícil debido a que la hiperflexión produce que se apriete el espacio del portal, una peor visualización de las huellas de inserción y el ingreso de la grasa cuando la rima avanza.

El túnel femoral deberá de ser del mismo tamaño del injerto tendinoso. El tamaño varía de los 25 a los 23 dependiendo del tamaño femoral.

#### ***1.12.2.4 Inserción del injerto***

Se coloca una sutura del #2 de sutura es colocada a través del ojo de la guja guía. La aguja guía es colocada en la porción lateral, los extremos libres son asegurados con una pinza de Kelly. Una pinza artroscópica es insertada a través del túnel tibial y la vuelta de la sutura es insertado a través del túnel tibial. Después de perforar el fémur, la integridad de la pared posterior del túnel femoral deberá de ser corroborada de manera artroscópica.

El injerto es ahora tomado y pasado a través del túnel femoral y con la ayuda de la suturas del endobutton las cuales fueron insertada en la aguja guía se traspasa a través de todo el túnel femoral, se realiza verificación que no exista pinzamiento del injerto a la flexo extensión en el surco intercondileo.

#### ***1.12.4.5 Fijación***

Los métodos más comunes de fijación son el tornillo de interferencia y el endobutton. Con la rodilla con una flexión de 110° a 120° se realiza la colocación de tornillo de interferencia manteniendo la tensión del injerto tendinoso. Se verifica la adecuada colocación injerto y que no existan pinzamiento de manera artroscópica.

Se realizan los test de Pívor Shift y Lachman y si son inaceptable se deberá de realizar nuevamente la colocación de tornillo de interferencia y colocar la tensión. Si la estabilidad de la rodilla es satisfactoria las heridas pueden ser cerradas.

#### ***1.13 Tratamiento postoperatorio***

La mayoría de las reconstrucciones de ligamento cruzado anterior se realizan en pacientes en régimen ambulatorio. Se le estimula en la utilización del aparato de crioterapia y en realiza carga con muletas en cuanto sea tolerado. Se enseña a los pacientes a cambiar el vendaje en 48 horas.

La excelente resistencia del injerto y la fijación, así como una indemnidad del mecanismo extensor, permiten a los pacientes rehabilitar de una manera agresiva. Un programa de rehabilitación acelerado, descrito inicialmente para ser utilizado tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior con autoinjerto del tendón rotuliano ha demostrado ser igualmente eficaz para las reconstrucciones del ligamento cruzado anterior utilizando los tendones isquiotibiales. En el postoperatorio inmediato se estimula un completo rango articular, enfatizando la extensión completa, así como la carga. Los pacientes comienzan la terapia física en la primera visita postoperatoria a la semana. El objetivo de la terapia es permitir el retorno a las actividades deportivas, sin límite, entre los 4 y 6 meses tras la cirugía.

### ***1.14 Rehabilitación***

El ligamento cruzado anterior es la principal estructura limitante del desplazamiento anterior de la tibia sobre el fémur. La rotura del LCA permite que la tibia se subluje y los episodios repetidos de la inestabilidad pueden dañar los meniscos y las superficies articulares. Los objetivos de la reconstrucción del LCA son restaurar la cinética normal de la rodilla, eliminar los episodios de inestabilidad y reducir al mínimo la artropatía degenerativa en el futuro. El programa de rehabilitación óptimo debe tener en cuenta entre otros factores la resistencia, la fijación, la movilización y la cicatrización de los ligamentos. Teniendo presentes estos factores el programa de rehabilitación debe comenzar por recuperar la amplitud de movimiento y proseguir con los ejercicios de apoyo en carga y de fortalecimiento. La fase de fortalecimiento puede subdividirse en ejercicios isométricos, isotónicos e isocinéticos. El objetivo final de la rehabilitación es que el paciente reanude sin peligro sus actividades habituales.

Aunque en el pasado se aconsejaba la inmovilización posoperatoria, actualmente se aceptan las ventajas de la movilización precoz. Todos los tejidos del sistema musculoesquelético, se atrofian con él con el desuso y la inmovilización. Esto sucede tras breves periodos de inmovilización. El cartílago hialino y los meniscos también son sensibles al desuso y la inmovilización. Se ha demostrado que el movimiento y el apoyo en carga son fundamentales para la nutrición de los condrocitos y fibrocondrocitos, además de importantes para la eliminación de productos de desecho celulares.

#### ***1.14.1 Fase preoperatoria***

El programa de rehabilitación deberá de comenzar antes de la cirugía e inmediatamente después de la lesión. Los objetivos de la rehabilitación preoperatoria son corregir la tumefacción y recuperar la amplitud de movimiento completa y la marcha normal. También es importante la preparación mental ante la cirugía y la rehabilitación posoperatoria.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Para reducir la tumefacción y dolor se emplean el reposo, la elevación y el hielo. Antes de la cirugía un fisioterapeuta enseña ejercicios para alcanzar la amplitud completa de movimientos a todos los pacientes.

Los ejercicios específicos para lograr la extensión consisten en estiramiento de isquiotibiales, dejar colgar la pierna en prono y extensiones pasivas y activas de la rodilla. La flexión se logra mediante deslizamientos sobre la pared y el talón, ejercicios de flexión de rodilla activos y asistidos y bicicleta o natación. Los pacientes también aprenden ejercicios que deberán de realizar durante el posoperatorio inmediato, como elevaciones de la pierna recta, contracciones de cuádriceps, deslizamiento rotulianos, y prensas de tobillo. La recuperación de la marcha normal se facilita mediante el apoyo en carga sin inmovilizador de rodilla, la deambulación activa del cuádriceps y la evitación de una marcha con la rodilla flexionada. La educación del paciente y sus familiares es fundamental. La cirugía se explica con un modelo de la rodilla y un video y se pormenorizan y comentan los objetivos y las expectativas de la rehabilitación posoperatoria.

#### ***1.14.2 Fase postoperatoria***

Desde el primer día del posoperatorio, el paciente comienza un protocolo individualizado en función de su lesión, intervención y tipo de tejido conjuntivo concreto.

A todos los pacientes se les coloca una ortesis articulada postoperatoria, fijada en 10° de flexión con el fin de evitar hiperextensiones inadvertidas. La ortesis es fácil de colocar permite modificar los límites de flexión y extensión y permite movilizar la rótula. Inmediatamente después de la cirugía inician los ejercicios pasivos y los deslizamientos de pared a partir del día 1. Se permuten movimientos pasivos de 0° a 90° inmediatamente después de la cirugía, a las 2 semanas se introducen ejercicios activos del cuádriceps de arco corto. A las 4 semanas se inicia con ejercicios activos del cuádriceps de arco largo. La ortesis se fija en 10° hasta el día 7 del postoperatorio. Durante la semana 2 postoperatoria se incrementa la flexión de la ortesis a medida que lo permite la amplitud del movimiento articular y el paciente puede dormir y ducharse sin el aparato. La ortesis

se fija en 10° y 120° para la deambulaci3n entre 2 y 3 meses. A partir de los 3 meses, el aparato solo se emplea para los ejercicios. La ortesis se fija entre 20° y 90° mientras el paciente realiza ejercicios con m1quinas, as3 como durante ejercicios de agilidad y pliometricos hasta los 4 o 5 meses de la intervenci3n.

Debe de hacerse hincapi3 en la importancia de la inmovilizaci3n rotuliana durante la fase peri operatoria. Se aconseja al paciente realizar inclinamiento y deslizamientos de la r3tula al menos 5 veces al d3a para evitar el s3ndrome de atrapamiento rotuliano. Tanto el paciente como el fisioterapeuta deben saber que estos ejercicios de inmovilizaci3n no deben de provocar dolor, tumefacci3n o rigidez de la rodilla, ya que en ese caso podr3a aumentar el riesgo de atrapamiento rotuliano.

#### ***1.14.3 Apoyo en carga***

El apoyo en carga se permite desde el principio en la mayor3a de los casos. El protocolo comienza con un apoyo del 50% durante la semana 1, que aumenta al 75% en la semana 2, al 100% en la semana 3. Las reparaciones meniscales pueden modificar estos esquemas. En los defectos condrales tratados mediante mosaico plastia no se permite el apoyo en carga durante 4 o 6 semanas para evitar que la compresi3n axial y la tensi3n del cizallamiento lesi3n el injerto condral.

#### ***1.14.4 Fuerza***

Ejercicios isom3tricos. Los ejercicios isom3tricos son aquellos en los que el musculo se contrae sin cambiar su longitud ni la posici3n articular. Estos son los primeros ejercicios de fortalecimiento permitidos tras la cirug3a de LCA. Las contracciones del cu1driceps y la elevaciones de la pierna recta son la base de este programa. La ortesis se fija a 10° y los ejercicios se realizan con ambas pierna para facilitar el efecto cruzado por el que los ejercicios del miembro no intervenido fortalecen al operado. En los pacientes que no progresen al velocidad deseada puede emplearse la biofeedback electromiogr1fica. Esta t3cnica proporciona al paciente una se1al visual para saber cu1nto

ha contraído adecuadamente el cuádriceps y resulta especialmente útil en el posoperatorio precoz.

#### **1.14.5 Ejercicios isotónicos**

Los ejercicios isotónicos de fortalecimiento o ejercicios de resistencia progresiva son aquellos en los que la contracción muscular produce una tensión constante en una amplitud de movimiento determinada. Deben instaurarse con cuidado, prestando gran atención al arco de movimiento. Los primeros ERP son los que aíslan los músculos agonistas, fundamentalmente los isquiotibiales. Estos ERP deben de realizarse en sedestación y decúbito prono para que actúen sobre el momento de torsión isquiotibiales-cuádriceps en diferentes ángulos funcionales de la cadera y la rodilla y deben de ejecutarse con ambos miembros, tanto intervenido como no intervenido. Los ejercicios de cadena abierta de extensión de la rodilla mal realizados aumentan las fuerzas de reacción en la articulación femororotuliana, por lo que deben de emplearse con cautela. Los ERP de cadena cinética cerrada entrenan a músculos agonistas y antagonistas simultáneamente, como ocurre con la prensa de pierna, y se siguen de trabajo con los músculos antagonistas.

Los pacientes pueden comenzar a entrenar con máquinas de cadera de cuatro direcciones y ejercicios aislados del tronco lo antes posible. Cuando el paciente alcanza el 50% de apoyo en carga, pueden añadirse mini sentadillas y ejercicios de control neuromusculares bilaterales. Una vez cicatrizada la herida, los ejercicios acuáticos son excelentes para estimular a la actividad muscular y reeducar el sistema nervioso. La marcha, las mini sentadillas, las flexiones de isquiotibiales y los ejercicios de *jogging* acuático son actividades que el paciente puede practicar precozmente en el agua. A medida que el paciente progresa el apoyo en carga del 100%, se sigue realizando la fase de preparación, aumentando el número de ejercicios y series de repeticiones ejecutadas. La fase de hipertrofia comienza cuando el paciente ha preparado durante suficiente tiempo las superficies articulares, las uniones musculo tendinosas, las zonas de obtención de los injertos y los patrones de contracción muscular, para funcionar eficazmente bajo cargas crecientes. La fase de hipertrofia sirve para aumentar la circunferencia muscular y se

caracteriza por series múltiples de cada ejercicio, que provocan el agotamiento después de 10 a 15 repeticiones. Al inducir la fatiga, se reclutan nuevas fibras musculares para completar el trabajo, con lo que se entrena más intensamente la musculatura implicada. La mayor parte de los pacientes siguen en una fase de hipertrofia durante el resto de la rehabilitación. No es necesario aumentar la carga mediante ejercicios de fortalecimiento y potencia si el paciente no precisa esta capacidad. Las fases de fortalecimiento y potencia de los ERP, con su resistencia y velocidad crecientes, se introducen cuando se ha decidido que el paciente va a reanudar la actividad física. Los objetivos de la fase de fortalecimiento consisten en aumentar la activación de unidades motoras y el reclutamiento de fibras de contracción rápida, aumentar las eferencias nerviosas, sentar las bases para adquirir una mayor resistencia muscular y mejorar la coordinación y sincronización de los grupos musculares. Durante la fase de fortalecimiento se usan cargas del 85% al 100% de la carga máxima soportada. La fase de potencia está diseñada para transformar la fuerza ganada en fuerza aplicable al deporte.

#### ***1.14.6 Ejercicios isocineticos***

Los ejercicios isocineticos son actividades en las que la velocidad del movimiento es fija y la resistencia al movimiento se adapta a la intensidad de la fuerza aplicada por la máquina. Para realizar este tipo de ejercicios hay que disponer de máquinas isocineticos. Se tratad de los últimos ejercicios de fortalecimiento empleados tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. No suelen comenzarse hasta 5 o 6 meses después de la operación, debido a que producen fuerzas reactivas intensas en la articulación. Inicialmente nuestros pacientes realizan ejercicios de flexión/extensión concéntricos de alta velocidad, ya que inducen fuerzas articulares menores que las velocidades más bajas. También emplean un entrenamiento piramidal, que comienza a unos 180° por segundo, aumenta a intervalos de 30° por segundo hasta alcanzan los 300° por segundo y luego vuelve a bajar hasta 180°. Se evitan los ejercicios en 60° a 180° por segundo hasta muy avanzado el programa de rehabilitación, debido a sus grandes fuerzas reactivas articulares.

La vuelta a la práctica deportiva es el objetivo habitual tras la reconstrucción de ligamento cruzado anterior. El paciente puede volver al deporte al cabo de 6<sup>a</sup> 9 meses si se cumple con todo lo siguiente: ausencia de tumefacción, programa de carrera, trote completado y fuerza de la pierna intervenida en el 85% respecto a la no operada en la prueba isocinetica del cuádriceps.

### ***1.15 Complicaciones***

Las complicaciones de la cirugía del ligamento cruzado anterior pueden ser clasificados en complicaciones intraoperatorias y complicaciones postoperatorias.

Las complicaciones intraoperatorias como un correcto emplazamiento de los túneles y las complicaciones postoperatorias, como artrofibrosis, problemas de movilidad, infección, hemartrosis, lesión de la rama infra rotuliana del nervio safeno y trombosis venosa profunda, no son exclusivas de la reconstrucción del ligamento cruzado mediante el uso de los tendones isquiotibiales. Una de las complicaciones más corrientes vistas en las reconstrucciones mediante isquiotibiales, es la sección prematura de los tendones de pata de ganso debido a una falla del cirujano al incidir las bandas fasciales extra tendinosas. Si estas bandas no se aprecian o se reconocen el tenotomo puede tomar un camino anómalo y los tendones serán cortados bajo el vientre muscular. Si ocurriera esto, el tendón todavía puede ser utilizado en la reconstrucción siempre y cuando se hayan disecado por lo menos 12 centímetros de tendón, lo cual significa la longitud mínima que permitirá que el tendón sea doblado y todavía restaran al menos 15 milímetros de injerto en los túneles tibial y femoral . Los injertos cortos deben ser fijado mediante sistema de fijación.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1 Justificación

Es necesario comprobar si la perforación anatómica del túnel femoral a través del portal anteromedial mejora los resultados en las escalas clínicas funcionales, en la bibliografía existe un gran controversia hacia cuál de las dos técnicas es la más efectiva en cuanto a la biomecánica y los resultados funcionales, ya que a pesar de existir diferentes artículos a este respecto no se ha podido determinar cuál de las de forma de perforación para el túnel femoral es la más efectiva.

### 2.2 Hipótesis

La perforación anatómica del túnel femoral a través del portal anteromedial tiene mejores resultados funcionales que la perforación no anatómica o transtibial.

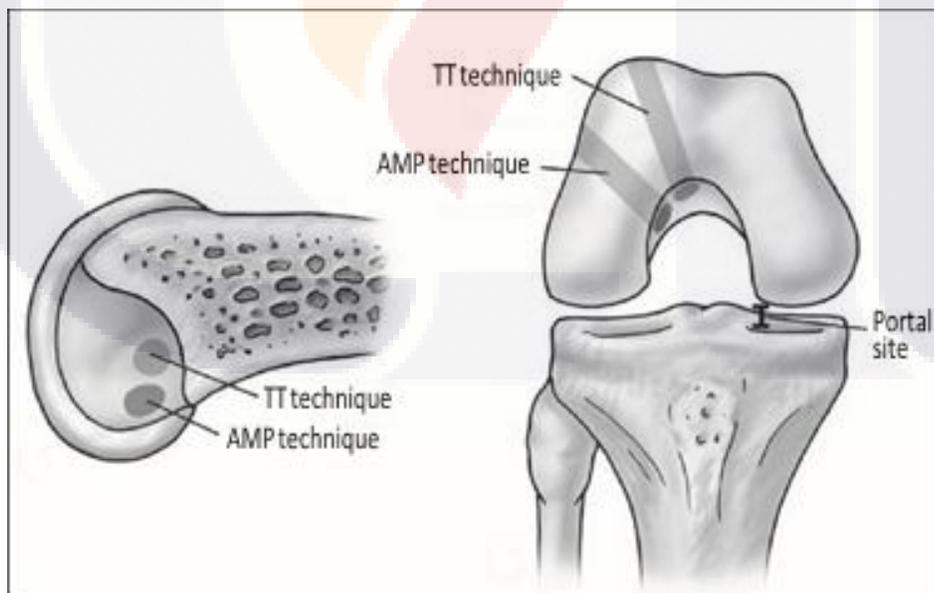


Figura 17. Técnicas de perforación.

### ***2.3 Objetivo general***

- Comparar los resultados clínico funcionales de ambas técnicas de perforación del túnel femoral en la reconstrucción de LCA en un seguimiento de 6 meses.

### ***2.4 Tipo de estudio***

- Longitudinal
- Descriptivo
- Correlacional (comparativo)
- Analítico
- Experimental
- Prospectivo

### ***2.5 Definición del universo***

Todos los pacientes con diagnóstico de lesión de ligamento cruzado anterior del Centenario Hospital Miguel Hidalgo operados en el periodo de julio 2014 a febrero 2015 con alguna de las técnicas de perforación de túnel femoral

### ***2.6 Criterios de inclusión***

- Pacientes con el diagnóstico de lesión de ligamento cruzado anterior que reciban tratamiento quirúrgico de su lesión en este hospital utilizando cualquiera de las 2 técnicas de perforación a estudiar.

### ***2.7 Criterios de eliminación***

- Pacientes que no cuenten con expediente clínico
- Pacientes que no continuaron el seguimiento clínico
- Infección de rodilla
- Muerte transcurso del estudio

## ***2.8 Variables***

### ***2.8.1 Variables independientes***

- Sexo
- Edad
- Ocupación
- Rodilla afectada
- Mecanismo de lesión
- Técnica quirúrgica
- Tiempo quirúrgico
- Resultados funcionales
- Complicaciones

### ***2.8.2 Variables dependientes***

- Escala de Lysholm
- Escala de tegner modificada

## CAPÍTULO III. MATERIAL Y MÉTODOS

Hoja de formato de seguimiento prequirúrgico, postquirúrgico a los 6 meses.

Goniometro.

Procesamiento de la información

- Escala de Lysholm modificada de rodilla
- Escala de Tegner modificada.

Su empleo está muy difundido principalmente para valorar lesiones del ligamento cruzado anterior. Incluye el apartado de bloqueo, ya que con frecuencia la lesión meniscal aparece ligada a la ligamentosa. Cuando se emplea en pacientes con y sin lesión meniscal asociada a la lesión del ligamento cruzado anterior no existen diferencias en las puntuaciones obtenidas. Creada y valuada por Lysholm en 1982(Lysholm y Gillquist, 1982) es una escala de evaluación funcional en lesiones ligamentarias de rodilla de manera pre quirúrgica y postquirúrgica. La escala funcional de Lysholm es una escala subjetiva y ha demostrado ser psicométricamente aceptada, y está diseñada para evaluar cómo se percibe funcionalmente el paciente. Evalúa 8 dominios: Claudicación, apoyo para la marcha, bloqueo, inestabilidad, dolor, edema, subir escaleras y agacharse con las rodillas flexionadas. Se da un puntaje de forma algorítmica obteniéndose un puntaje final donde 100 puntos indican el mayor nivel de función.

### ***3.1 Escala de actividad de Tegner***

Esta escala de 10 puntos se introdujo en 1985 por Tegner y Lysholm. Recomendaron su uso como complemento a la escala de rodilla de Lysholm modificada para permitir la discriminación entre pacientes sedentarios con pocos síntomas y los individuos muy activos asintomáticos. Esta escala categoriza el nivel de actividad relativo de varios deportes de ocio y competición y tipos de trabajo. Tegner y Lysholm descubrieron que aproximadamente el 20% de los pacientes tenían bajo nivel de actividad tenían altas puntuaciones en la escala de Lysholm. La inclusión de la escala de actividad de Tegner en la escala de rodilla de Lysholm modificada evita que los pacientes sedentarios reciban

puntuaciones altas. Esta escala no discrimina entre actividades diarias y la participación deportiva ocasional. Esta escala asume que los atletas competitivos son activos de forma regular. Sin embargo los deportistas de ocio, por ejemplo, pueden jugar baloncesto por 5 días por semana o una vez al mes.

### ***3.2 Recursos humanos***

- Médicos adscritos y residentes del servicio de traumatología y ortopedia del hospital Miguel Hidalgo
- Personal del archivo
- Personal de trabajo social

### ***3.3 Recursos materiales***

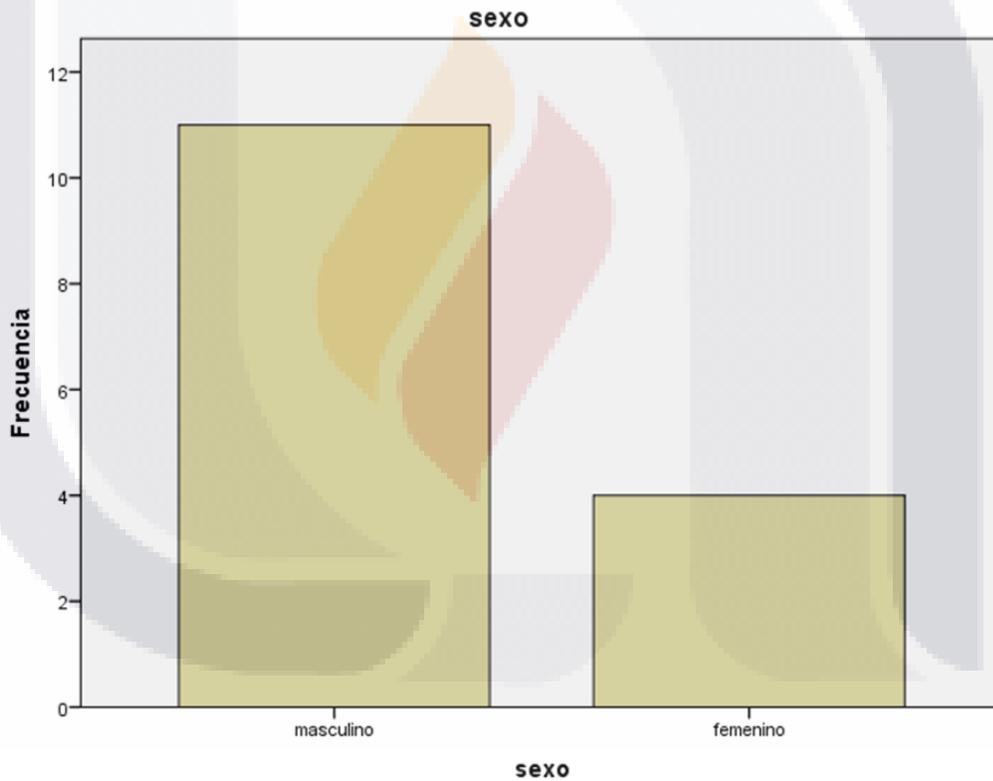
- Expediente clínico
- Hoja de recolección de datos

## RESULTADOS

Tabla 1. Sexo.

**sexo**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	masculino	11	47.8	73.3	73.3
	femenino	4	17.4	26.7	100.0
	Total	15	65.2	100.0	
Perdidos	Sistema	8	34.8		
Total		23	100.0		

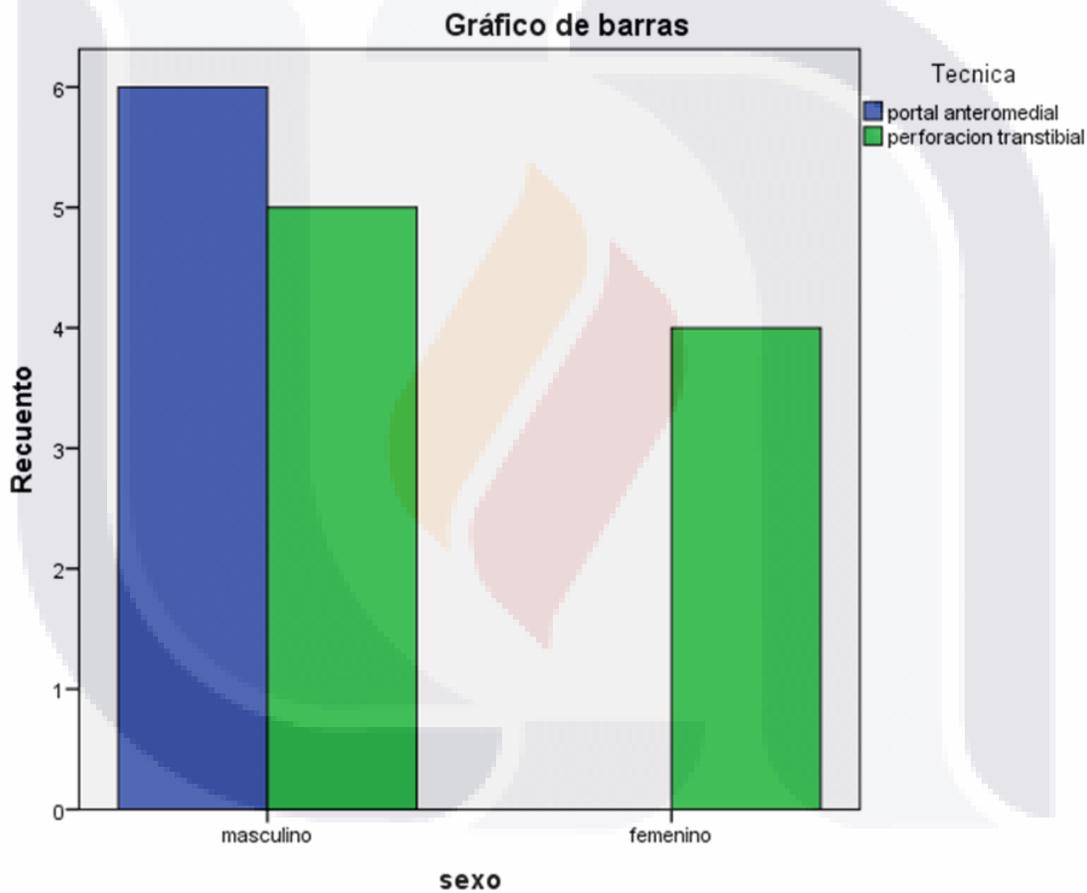


Gráfica 1. Sexo.

De la totalidad de pacientes postquirúrgicos durante el periodo de estudio se encontraron 23 registrados en el sistema de archivo clínico de los cuales se incluyeron un total de 15 pacientes de los cuales 11 fueron del género masculino (47.8%) y 4 del género femenino (17.4%), eliminándose 8 pacientes los cuales no acudieron a su valoración clínica.

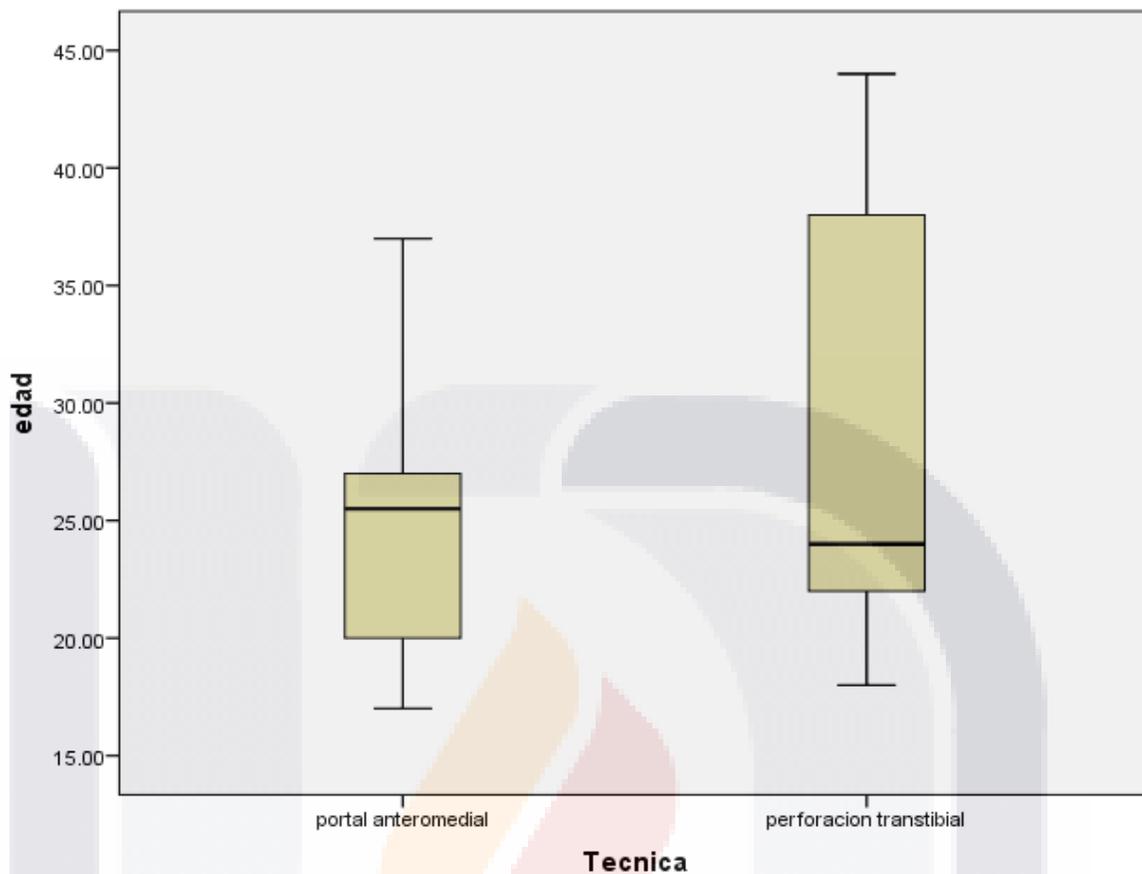
**Tabla 2. Distribución por sexo y técnica quirúrgica utilizada.**

		Técnica		Total
		portal anteromedial	perforación transtibial	
Sexo	masculino	6	5	11
	femenino	0	4	4
Total		6	9	15



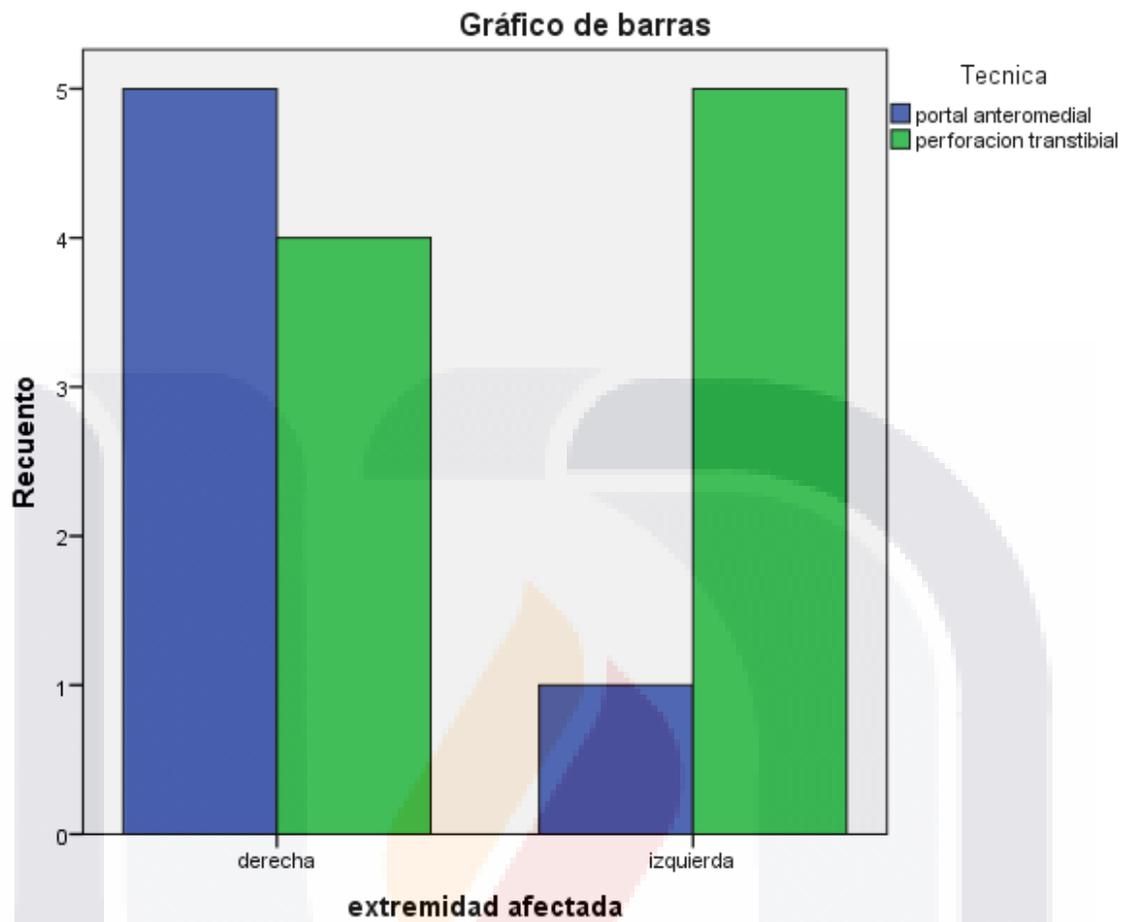
**Gráfica 2. Distribución por sexo y técnica quirúrgica utilizada.**

En la distribución por sexo y técnica quirúrgica se encontró que 6 pacientes que participaron en el estudio en el portal anteromedial fueron masculinos, mientras que en la perforación transtibial 5 fueron masculinos y 4 del género femenino. Así como dividiéndose por técnica quirúrgica 6 corresponden a la técnica de reconstrucción por portal anteromedial y 9 mediante técnica transtibial.



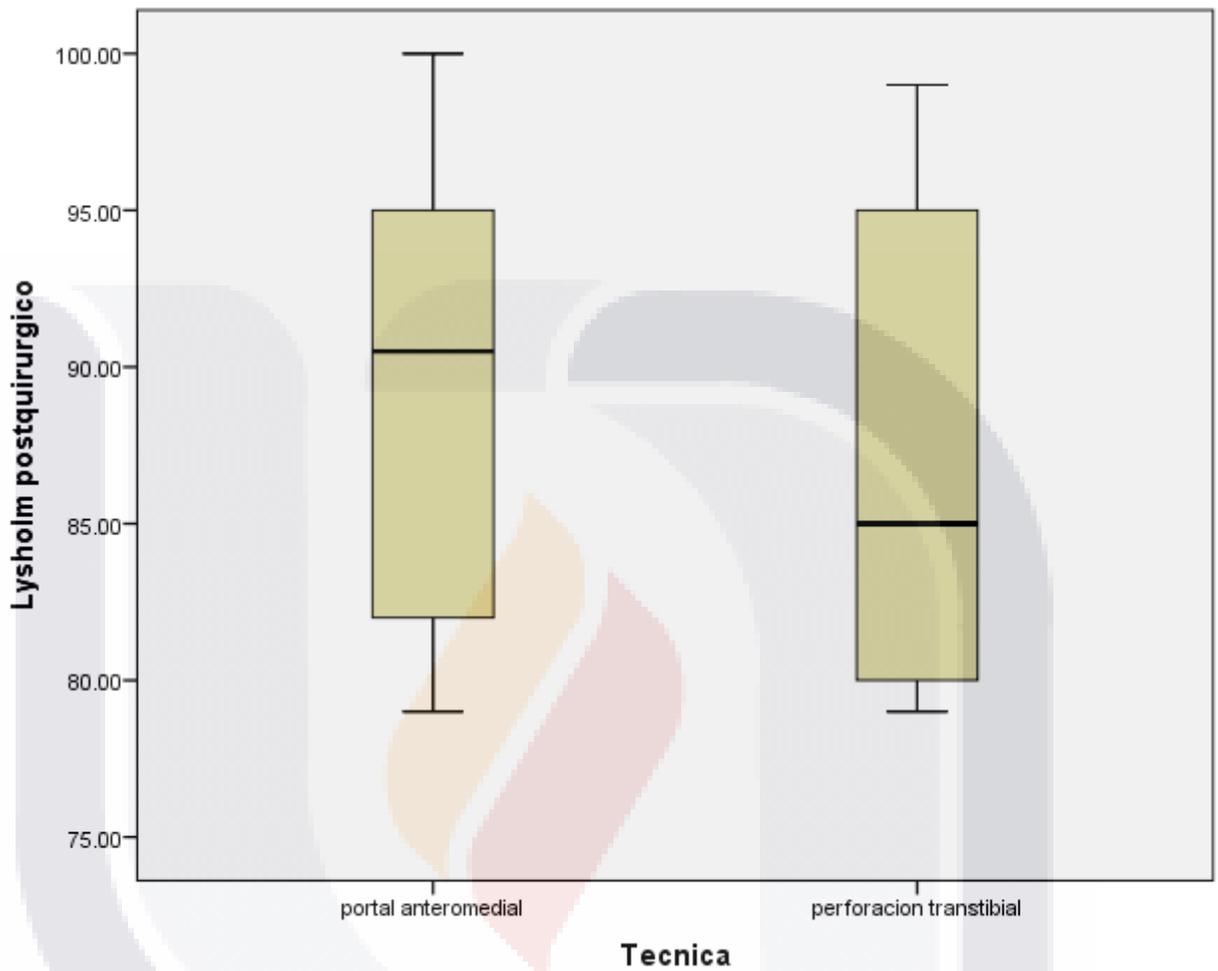
**Gráfica 3. Técnica transportal.**

Se encontró un margen de edad de entre 17 y 44 años distribuyéndose en esta grafica las edades de presentación de los pacientes en ambas técnicas. Se encuentra una moda muy similar en ambas técnicas.



**Gráfica 4. Extremidad afectada.**

En cuanto a lado afectado que se encontró en el portal anteromedial: 5 fueron derechos y solamente 1 izquierda, mientras en la perforación transtibial: 4 fueron derechas y 5 izquierdas.



**Gráfica 5. escala de Lysholm.**

Los resultados de la escala de Lysholm valorados a los seis meses de postquirúrgicos se encontró en el portal anteromedial un rango de 79 a 100 puntos con una media de 87.6 puntos y con la técnica de perforación transtibial un rango de 79 a 99 puntos y con una media de 89.5pts.

**Prueba de muestras independientes:**

**Tabla 3. Prueba para muestras independientes.**

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. De la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
Se han asumido varianzas iguales	.072	.793	.451	13	.659	1.833	4.065	-6.950	10.616
No se han asumido varianzas iguales			.448	10.610	.663	1.833	4.094	-7.218	10.885

En la prueba para muestras independientes se encontró una significancia de .793

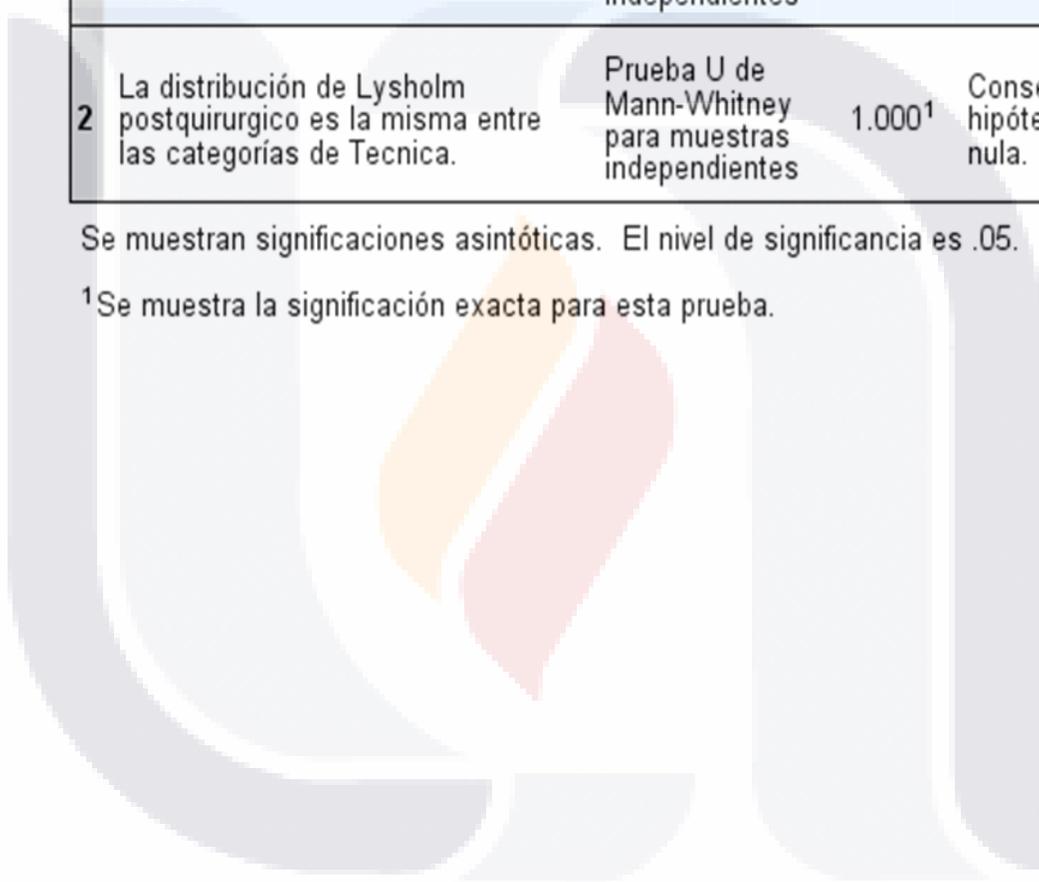
**Tabla 4. Resumen de contrastes de hipótesis.**

**Resumen de contrastes de hipótesis**

	<b>Hipótesis nula</b>	<b>Prueba</b>	<b>Sig.</b>	<b>Decisión</b>
<b>1</b>	La distribución de Lysholm prequirurgico es la misma entre las categorías de Tecnica.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	.189 <sup>1</sup>	Conserve la hipótesis nula.
<b>2</b>	La distribución de Lysholm postquirurgico es la misma entre las categorías de Tecnica.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	1.000 <sup>1</sup>	Conserve la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es .05.

<sup>1</sup>Se muestra la significación exacta para esta prueba.



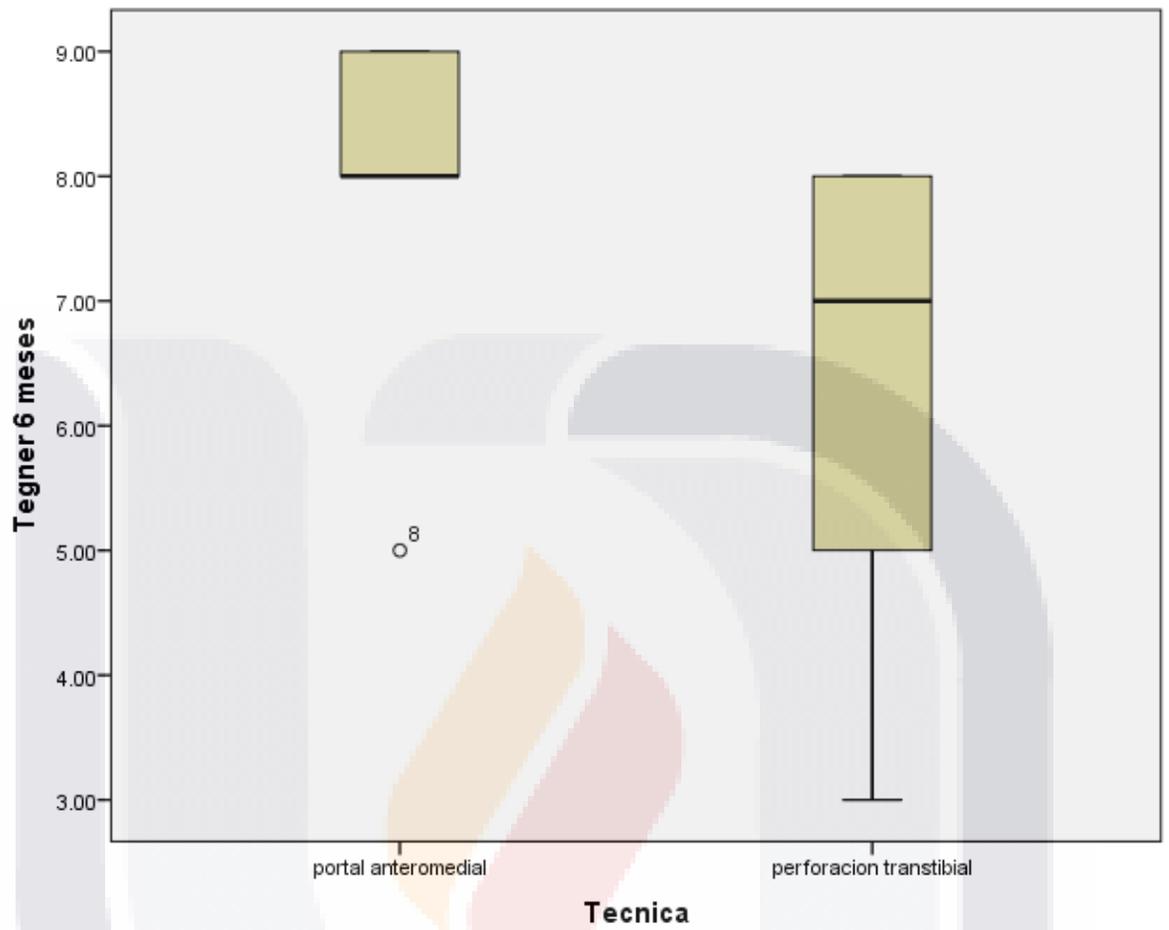
### Estadísticos de grupo

En esta tabla se demuestra que la evolución postquirúrgica de ambas técnicas de perforación en la escala de lysholm a los 6 meses tienen una distribución similar.

**Tabla 5. Prueba de muestras independientes.**

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
TE GN ER PO ST	Se han asumido varianzas iguales	1.347	.267	1.779	13	.099	1.611	.906	-.346	3.568
	No se han asumido varianzas iguales			1.868	124	.085	1.611	.862	-.260	3.483

En la prueba de muestras independientes de los resultados de la escala de Tegner postquirúrgico a los 6 meses se encontró una significancia de .267.



Gráfica 6. Escala de Tegner postquirúrgico.

## DISCUSIÓN

El propósito de este estudio fue realizar una comparación clínico-funcional de 2 técnicas de perforación femoral en la reconstrucción artroscópica del ligamento cruzado anterior de rodilla en pacientes de nuestra clínica de cirugía articular del Hospital Centenario Miguel Hidalgo.

De la totalidad de pacientes postquirúrgicos durante el periodo de estudio se encontraron 23 registrados en el sistema de archivo clínico de los cuales se incluyeron un total de 15 pacientes de los cuales 11 fueron del género masculino (47.8%) y 4 del género femenino (17.4%), eliminándose 8 pacientes los cuales no acudieron a su valoración clínica.

Distribuidos de acuerdo a la técnica de perforación por portal anteromedial con un total de 6 pacientes y 9 pacientes por técnica de perforación transtibial. Esto concuerda con la estadística reportada en los estudios de Kim et del 2011 en el cual también se encontró un mayor porcentaje de pacientes lesionados 25 hombres, 8 mujeres, y con similar distribución en el estudio de Mohsen Mardani-Kivi (2011).

Las edad de presentación del ligamento cruzado anterior en nuestro estudio se encontró una media de 27.6 años (rango de 17 a 44 años), con una mediana de 24 años y una moda de 24 años, comparado también con la bibliografía revisada, Kim et al encontró una media de 30.3 años (rango de 19 a 51años), y la de Eduard Alentorn-Geli & Gonzalo Samitier (2010) con una media de  $28.48 \pm 8.3$  años (rango de 16 a 52 años).

Se encontró mediante la prueba de Lysholm de la técnica de perforación femoral transtibial a los 6 meses de evolución postquirúrgica de los 9 pacientes valorados, 3 (33.3%) pacientes tuvieron un resultado excelente ( $>90$  puntos), 3 pacientes (33.3%) con un resultado favorable (84-90 puntos), y 3 (33.3%) con un resultado bueno (65-83) para obtener un score medio de 87.6%, mientras que de los 6 pacientes en los que se realizó la perforación de túnel femoral a través de portal anteromedial se tuvieron resultados excelentes en 3 pacientes (48%), con resultado favorable en 2 pacientes (32%), y se obtuvo 1 paciente (16%) con una resultado bueno, con un score medio de 89.5%.

Se observa en la prueba para muestras independientes una significancia de .793, con una significancia de  $p > 0.05$ , lo cual significa que las dos pruebas tienen un resultado similar a los 6 meses de evolución en la escala de Lysholm.

Comparado con el estudio de Myung-Ku Kim, MD, PhD y cols, Knee Surg Relat Res 2011, el cual arrojó en la perforación transtibial un 48.5% de resultados excelentes, 30.3% de buenos resultados, 12.1% de resultados favorables, 9% de malos resultados para tener un score medio de 77.2, para obtener así un score medio de 77.2%, en cambio para la perforación femoral a través del portal anteromedial se obtuvo resultados excelentes en 57.6%, buenos resultados en 36.4%, resultados favorables en un 3%, resultados pobres en 3% con score medio de 88.3%. De los cuales se encontró que no existía una diferencia significativa entre los grupos con una  $p > 0.05\%$ .

Mientras que para la escala de tegner a los 6 meses postquirúrgicos, se encontró una significancia de .267,  $p > 0.05$  lo cual nos demuestra de igual manera que ambas técnicas de perforación de túnel femoral a 6 meses tienen un resultado similar en cuanto a la clínica y la función.

En cuanto a la técnica para la comprobación de hipótesis utilizando la prueba U de Mann-Whitney se observó que la significancia era de 1.0 lo cual significa que la distribución de Lysholm postquirúrgica es la misma entre las categorías de la técnica.

## CONCLUSIONES

No existen diferencias estadísticamente significativas en este estudio al utilizar cualquiera de los dos técnicas de perforación femoral para la reconstrucción de ligamento cruzado anterior a los 6 meses de seguimiento.

Es necesario continuar con el seguimiento de los pacientes a los 12 y 18 meses postquirúrgicos para una mejor valoración.



## GLOSARIO

**Aferentes:** Que penetra en un órgano (por oposición a eferente)

**Anisótropo** Que ofrece distintas propiedades cuando se examina o ensaya en direcciones diferente.

**Artrofibrosis:** la artrofibrosis de la Rodilla o pérdida del movimiento articular después de una traumatismo o intervención quirúrgica es una de las complicaciones de más difícil manejo en esta articulación.

**Autólogos:** El término autólogo se refiere a los elementos que constituyen el cuerpo tales como las células o los tejidos, que son propios de un individuo.

**Avulsión:** Una fractura por avulsión es una lesión en el hueso en la que un trozo de este es arrancado por la acción de un ligamento o tendón.

**Axiales:** Relativo al eje del órgano.

**Axón:** El axón, cilindroeje o neurita es una prolongación de las neuronas especializadas en conducir el impulso nervioso desde el cuerpo celular o soma hacia otra célula. En la neurona adulta se trata de una prolongación única.

**Biometría** Aplicación de métodos estadísticos y cálculo en el estudio de los fenómenos biológicos.

**Colágeno:** molécula proteica o proteína que forma fibras, las fibras colágenas. Estas se encuentran en todos los animales. Son secretadas por las células del tejido conjuntivo como los fibroblastos, así como por otros tipos celulares. Es el componente más abundante de la piel y de los huesos, cubriendo un 25 % de la masa total de proteínas en los mamíferos

Coz: Golpe dado con este movimiento.

Dacron: es un material sintético (artificial) que se utiliza para reemplazar tejidos corporales normales.

Eferentes Se aplica a la formación anatómica que lleva algo desde el interior del cuerpo hacia su parte exterior.

Elastina: Proteína que se halla en los tejidos cartilaginoso, óseo y conjuntivo, cuya función es la de hacer que, tras realizar un esfuerzo, los tejidos recuperen su tamaño normal.

Elíptica: De la elipse o relacionado con esta figura geométrica.

Elongación: Es el aumento accidental de la longitud de un miembro o un nervio, y la lesión producida por ese alargamiento.

Espasmo: Contracción brusca, involuntaria y persistente de las fibras musculares.

Fascículo Haz de fibras musculares.

Fibroblastos: El fibroblasto es la célula más común y menos especializada del tejido conjuntivo. Se encarga de la síntesis y mantenimiento de la matriz extracelular y presenta gran capacidad para diferenciarse dando lugar a otros tipos celulares más especializados del tejido conjuntivo.

Fibrocartílago: Tejido cartilaginoso, muy resistente, constituido por células cartilaginosas y una sustancia intersticial que contiene fascículos de tejido fibroso gruesos y compactos, que le dan color blanco y elasticidad.

Fisiología: Parte de la biología que estudia los órganos de los seres vivos y su funcionamiento.

Fresar: Agujerear, alisar o labrar una pieza de metal con la fresa o la fresadora

Geniculada: adj. Doblado en forma de codo o de rodilla.

Golgi: El aparato de Golgi es un orgánulo presente en todas las células eucariotas. Pertenece al sistema de endomembrana.

Gore-Tex: Gore-Tex es el nombre comercial (marca registrada) con el que se conoce popularmente a un tipo de textiles especiales de tipo «membrana», ampliamente utilizados en la confección de ropa deportiva para actividades al aire libre.

Gracilis: El músculo grácil o recto interno es un músculo que se extiende desde la rama inferior del pubis y la rama del isquion hasta la tibia.

Hemartrosis: Derrame hemático en el interior de una articulación.

Ionizante: son aquellas radiaciones con energía suficiente para ionizar la materia, extrayendo los electrones de sus estados ligados al átomo.

Isquémicos: se denomina isquemia (del griego ἴσχειν, ísjein, 'detener' y αἷμα, alma, 'sangre') al estrés celular causado por la disminución transitoria o permanente del riego sanguíneo y consecuente disminución del aporte de oxígeno (hipoxia), de nutrientes y la eliminación de productos del metabolismo de un tejido biológico.

Laceración: del latín laceratio, es la acción y efecto de lacerar. Este verbo refiere a lastimar, herir, magullar, dañar, vulnerar o afligir.

Luxación: Dislocación completa que se produce cuando un hueso se sale de su articulación.

Micras: Medida de longitud, de símbolo  $\mu$ , que es la millonésima parte de un metro.

Osteína: Proteína de naturaleza colágena que forma parte de la fracción orgánica del tejido óseo.

Osteocondritis: La osteocondritis se refiere a cualquiera de una serie de enfermedades que destruyen el tejido óseo.

Patognomónico: El adjetivo patognomónico, del griego παθογνωμονικόν, derivado de πάθος (enfermedad) y γνώμη (juicio, decisión), se utiliza en el diagnóstico médico o psicológico para calificar a aquellos signos clínicos (manifestaciones comprobables por el especialista) o síntomas (manifestaciones percibidas subjetivamente por el paciente y de las que informa al especialista) que, si están presentes, aseguran que el sujeto padece un determinado trastorno.

Politetrafluoretileno: es un polímero similar al polietileno, en el que los átomos de hidrógeno han sido sustituidos por átomos de flúor. La fórmula química del monómero, tetrafluoroeteno, es  $CF_2=CF_2$ .

Reclutamiento: Acción de reclutar.

Resistencia: cualidad para aplazar la fatiga.

Sagital: Que tiene forma de saeta.

Topográfica: La Anatomía topográfica es la disciplina de la anatomía que estudia las regiones en que se divide el cuerpo, apreciando sobre todo las relaciones entre los órganos que contiene cada región.

Torniquete: Instrumento quirúrgico u otro medio que permite detener la circulación sanguínea para contener una hemorragia grave.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Anterior cruciate ligament reconstruction creating. The femoral tunnel through the anteromedial portal. Surgical technique. Antonio Pastrone & Andrea Ferro & Matteo Bruzzone & Davide E. Bonasia & Pietro Pellegrino & Davide D'Elcio & Umberto Cottino & Roberto Rossi. Published online: 4 May 2011 # Springer Science+Business Media, LLC 2011
2. Anteromedial portal versus transtibial drilling techniques in ACL reconstruction: a blinded cross-sectional study at two- to five-year follow-up. Eduard Alentorn-Geli & Gonzalo Samitier & Pedro Álvarez & Gilbert Steinbacher & Ramón Cugat online: 20 April 2010
3. Antero-medial portal vs. transtibial techniques for drilling femoral tunnel in ACL reconstruction using 4-strand hamstring tendon: A cross-sectional study with 1-year follow-up. Mohsen Mardani-Kivi<sup>ABDEF</sup>, Firooz Madadi<sup>BD</sup>, Sohrab Keyhani<sup>BD</sup>, Mahmoud Karimi-Mobarake<sup>BD</sup>, Keyvan Hashemi-Motlagh<sup>CEF</sup>, Khashayar Saheb-Ekhtiari <sup>CEF</sup>
4. Orthopedic Research Center, Orthopedic Department, Poursina Hospital, Parastar Street, Rasht, Guilan, Iran. Medial portal technique for single-bundle anatomical. Anterior Cruciate Ligament (ACL) reconstruction Charles H. Brown Jr. & Tim Spalding & Curtis Robb. Received: 28 December 2012 / Accepted: 28 December 2012 / Published online: 20 January 2013
5. The Relationship Between Femoral Tunnels Created by the Transtibial, Anteromedial Portal, and Outside-In Techniques and the Anterior Cruciate Ligament Footprint. Hemanth R. Gadikota, MS\*, Jae Ang Sim, MD\*,†, Ali Hosseini, PhD\*, Thomas J. Gill, MD\*, and Guoan Li, PhD\*,‡. Investigati on

performed at the Bioengineering Laboratory, Department of Orthopaedic Surgery. Massachusetts General Hospital, Boston, Massachusetts

6. Comparison of two methods of femoral tunnel preparation in single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. A prospective randomized study. Qiang Zhang<sup>I</sup>, Shu Zhang<sup>II</sup>, Rui Li<sup>III</sup>, Ya Liu<sup>IV</sup>, Xuecheng Cao<sup>V</sup>. *Acta Cirúrgica Brasileira* - Vol. 27 (8) 2012
7. Anteromedial portal versus transtibial drilling techniques in ACL reconstruction: a blinded cross-sectional study at two- to five-year follow-up. Eduard Alentorn-Geli & Gonzalo Samitier & Pedro Álvarez & Gilbert Steinbacher & Ramón Cugat. Received: 9 January 2010 /Revised: 5 March 2010 /Accepted: 6 March 2010 /Published online: 20 April 2010 # Springer-Verlag 2010
8. Anatomic Single Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction by the Two Anteromedial Portal Method: The Comparison of Transportal and Transtibial Techniques Myung-Ku Kim, MD, PhD, Byung-Cheol Lee, MD and Joo-Hyun Park, MD Department of Orthopaedic Surgery, Inha University Hospital, Inha University College of Medicine, Incheon, Korea 2011
9. Anterior cruciate ligament- specialized post-operative return-to-sports (ACL-SPORTS) training: a randomized control trial. Kathleen White<sup>1\*</sup>, Stephanie L Di Stasi<sup>2</sup>, Angela H Smith<sup>3</sup> and Lynn Snyder-Mackle. 2013 White et al.; licensee BioMed Central Ltd.
10. Guideline on anterior cruciate ligament injury A multidisciplinary review by the Dutch Orthopaedic Association. Duncan E Meuffels<sup>1</sup>, Michelle T Poldervaart<sup>1</sup>, Ron L Diercks<sup>7</sup>, A Pols<sup>7</sup>, and Daniel B F Saris. *Acta Orthopaedica* 2012

11. Knee instruments and rating scales designed to measure outcomes. E. Carlos Rodriguez-Merchan. J Orthopaed Traumatol (2012). Department of Orthopaedic Surgery, La Paz University Hospital, Paseo de la Castellana 261

11. Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction. Julian Feller & Kate E. Webster. International Orthopaedics (SICOT) 2013. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

12. The evolution of ACL reconstruction over the last fifty years. Pierre Chambat & Christian Guier & Bertrand Sonnerly-Cottet & Jean-Marie Fayard & Mathieu Thauinat Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013.

13. Graft remodeling and ligamentization after cruciate ligament Reconstruction. S. U. Scheffler & F. N. Unterhauser & A. Weiler. Received: 29 October 2007/Accepted: 24 April 2008 Springer-Verlag 2008

14. Bach RR. Arthroscopy-assisted patellar tendon substitution for anterior cruciate ligament insufficiency: surgical technique. Am J Knee Surg 1989;2:3-20

15. Hardin GT, Bach BR, Bush-Joseph CA, et al. Endoscopic single incision ACL reconstruction using patellar tendon autograft: surgical technique. Am J Knee Surg 1992;5: 144-55

16. Engebretsen L, Benun P, Fasting O, et al. A prospective randomized study of three surgical techniques for treatment of acute ruptures of the anterior cruciate ligament. Am J Sports Med 1990; 18:585-90

17. Magen HE, Howell SM, Hull ML. Structural properties of six tibial fixation methods for anterior cruciate ligament soft tissue grafts. Am J Sports Med 1999;27:35-43

18. Mc Carroll JR, Rettin AC, Shelbourne KD. Anterior cruciate ligament injuries in the young athlete with open physes. *Am J Sport Med* 1988; 16:44-7
19. Shelbourne KD, Whitaker HJ, McCarroll JR, et al. Anterior cruciate ligament injury: evaluation of intraarticular reconstruction of acute tears without repair: two to seven year follow up of 155 athletes. *Am J Sports Med* 1990; 18:484-8
20. Sapega AA, Moyer RA, Schneck C, et al. Testing for isometry during reconstruction of the anterior cruciate ligament: anatomical and biomechanical considerations. *J Bone Joint Surg* 1990; 72:259-67
21. Fu FH, Bennett CH, Lattermann C, et al. Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1999; 27:821-30.
22. Aglietta P, Zacherotti G, Simeone AJV et al. Anatomic versus non anatomic tibial fixation in anterior cruciate ligament reconstruction with bone patellar tendon-bone graft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1998;6:543-8
23. Beynon BD, Fleming BC. Anterior cruciate ligament strain in vivo. A review of previous works. *J Biomech* 1998; 312:519-25
24. Hoher J, Moller HD, Fu F. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction: fact or fiction? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1999;7:215-9
25. Rowden NJ, Scher D, Rodgers GJ, et al. Anterior cruciate ligament graft fixation: initial comparison of patellar tendon and semitendinosus autografts in fresh young cadavers. *Am J Sports Med* 1997; 25:472-8
26. Hoher J, Moller HD, Fu FH. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction: fact or fiction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1998;6:231-40

27. L'Insalata JC, Klatt B, Fu FH, et al. Tunnel expansion following anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison of hamstring and patellar tendon autografts. *Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc* 1997;5:234-8
28. Johnson LL. Bone compaction techniques in Knee ligament reconstruction. *Tech orthop* 1998; 13:341-52
29. Williams RJ, Johnson DP. Controversies in knee surgery: Capitulo 5 Implications of tunnel widening in the ACL reconstructed knee. 1era edición. Oxford: OUP Oxford; 2004. p. 67- 81.
30. RJ, Johnson DP. Controversies in knee surgery: Capítulo 5 Implications of tunnel widening in the ACL reconstructed knee. 1era edición. Oxford: OUP Oxford; 2004. p. 67- 81.
31. Mc Ginty JB, Burkhart S.S, Johnson D.H., Jackson R.W, Richmond J.C. Artroscopia quirúrgica. Capitulo 23 Tratamiento artroscópico de las lesiones del ligamento cruzado anterior. Ed Marban. 1edicion 2005 pág. 352-365
32. Fahey, M. and Indelicato. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament replacement. *Am. J. Sports Med* 1994; 22(3): 410-414.
33. Peyrache, M. D., Djian P, Christel P, Witvoet J. Tibial tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction by autogenous bone patellar tendon bone graft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1996; 4 (1): 2-8
34. Linn RM, Fisher DA, Smith JP, Burstein DB and Quick DC. Aquilles tendon allograft reconstruction of the anterior cruciate ligament deficient knee. *Am J Sport Med*.1993; 21 (6): 825-831

35. Roberts TS, Drez DJ, Mc Carthy W, Paine R. Anterior cruciate ligament reconstruction using freeze-dried, ethylene oxide-sterilized, bone-patellar tendon bone allografts. Two



## ANEXOS

Anexo A. Escala de Lysholm-Gillquist.

Anexo B. Escala de Tegner

Anexo C. Carta De Consentimiento Informado



**ANEXO A**

**ESCALA DE LYSHOLM-GILLQUIST**

Escala de Lysholm-Gillquist valora: cojera, carga, bloqueo, inestabilidad, dolor, edema y atrofia del cuádriceps. Otorgando un valor numeral a cada grado de actividad con la cuenta mínima de 0 y una cuenta máxima de 100 puntos, valorando la puntuación más alta con los mejores resultados.

La escala de valoración de resultados es la siguiente:

Menor o igual a 65 Pts. = malo.

De 66 - 81 puntos = regular.

De 82 - 92 puntos = regular a bueno.

De 93 - 97 puntos = bueno a excelente.

De 98 - 100 puntos = excelente.

<b>ESCALA DE LYSHOLM-GILLQUIST</b>	
	<b>PUNTOS</b>
<b>1. COJERA (5 puntos)</b>	
No	5
Leve o periodica	3
Severa y constante	0
<b>2. APOYO (5 puntos)</b>	
No ayuda	5
Baston o muleta	2
Apoyo imposible	0
<b>3. BLOQUEO (15 Puntos)</b>	
No sensacion de bloqueo o enganche	15
Sensacion de enganche pero sin bloqueo	10
Bloqueo ocasional	6
Bloqueo frecuente	2

Bloqueada a la exploracion	0
<b>4. INESTABILIDAD (25 puntos)</b>	
Nunca cede ("se va")	25
Raramente en deporte o ejercicio severo	20
Frecuentemente en deporte, ejercicio severo (incapacidad de participar)	15
Ocasionalmente en actividades diarias	10
Frecuente en actividades diarias	5
Cada paso	0
<b>5. DOLOR (25 puntos)</b>	
Ninguno	25
Inconstante y ligero durante ejercicio severo	20
Marcado durante ejercicio severo	15
Marcado en o tras caminar mas de 2 km	10
Marcado en o tras caminar menos de 2 km	5
Constante	0
<b>6. TUMEFACCION (10 puntos)</b>	
Ninguno	10
Con ejercicio severo	6
Con ejercicio habitual	2
Constante	0
<b>7. SUBIR ESCALERAS (10 puntos)</b>	
Sin problemas	10
Leve dificultad	6
Un escalon a un tiempo	2
Imposible	0
<b>8. EN CUCLILLAS (5 puntos)</b>	
Sin problemas	5
Leve dificultad	4
No mas alla de 90°	2
Imposible	0

## ANEXO B

### ESCALA DE NIVEL DE ACTIVIDAD DE TEGNER

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_

**EDAD:** \_\_\_\_\_

**EXPEDIENTE:** \_\_\_\_\_

Por favor indique en los espacios de abajo el nivel **MAS ALTO** de actividad en el que ha participado **ANTES DE LA LESION** y el nivel **MAS ALTO** en el que puede participar **ACTUALMENTE.**

**ANTES DE LA LESION: NIVEL:** \_\_\_\_\_

**ACTUALMENTE: NIVEL:** \_\_\_\_\_

**Nivel 10:** Deportes competitivos - (fútbol) nivel profesional nacional o internacional.

**Nivel 9:** Deportes de competición - fútbol: divisiones inferiores, Jockey en hielo, lucha, gimnasia.

**Nivel 8:** Deportes de competición - raquetbol, squash, badmington, atletismo, esquí alpino.

**Nivel 7:** Deportes de competición - tenis, atletismo (carrera), motocross o carreras de pista, balonmano o baloncesto. Deportes recreativos – fútbol, hockey en hielo, squash, atletismo (carrera), campo traviesa.

**Nivel 6:** Deportes recreativos - tenis, balonmano, baloncesto, esquí alpino, trote (cinco veces por semana).

**Nivel 5:** Trabajo pesado (p. ej. construcción, forestal). Ciclismo, esquí de fondo. Deporte recreativo – trote en terreno irregular (dos veces por semana).

**Nivel 4:** Trabajo moderadamente pesado (p. ej. Conducir camiones, trabajo doméstico pesado) deportes recreativos – ciclismo, trote en superficie irregular, una vez por semana.

**Nivel 3:** Trabajo ligero (enfermería) deportes recreativos - caminar por terreno agreste.

**Nivel 2:** Trabajo ligero, caminar en terreno irregular.

**Nivel 1:** Trabajo sedentario.

**Nivel 0:** Baja laboral o pensión de discapacidad por problemas de rodilla.



**ANEXO C:**

**CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Aguascalientes, Ags a \_\_\_\_ días del mes \_\_\_\_\_ del \_\_\_\_.

Por medio de la presente acepto el proyecto de investigación titulado "Comparación clínica funcional de 2 técnicas de perforación de túnel femoral en reconstrucción de a través de portal anteromedial versus perforación transtibial"

REGISTRADO ANTE EL COMITE LOCAL DE INVESTIGACION MÉDICA CON EL NÚMERO:

\_\_\_\_\_

El objetivo de este estudio es: Comparar los resultados tanto clínico funcionales de ambas técnicas de perforación del túnel femoral en reconstrucción de LCA en un seguimiento de 6 meses.

El Dr. José Luis Méndez Velázquez, investigador principal se ha comprometido a proporcionar información oportuna sobre algún tratamiento alternativo que pudiera ser ventajoso para mi patología, así como responder cualquier pregunta o duda y responder de forma clara respecto a mi padecimiento actual.

Entiendo que me puedo retirar del estudio en cualquier momento en que yo lo considere conveniente, sin que eso altere el tratamiento o la atención recibida en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo.

El investigador me dio la seguridad que no se identificara en las publicaciones o presentaciones de este estudio o de los estudios relacionados, protegiendo mi privacidad, donde los datos serán manejados en forma confidencial. También se ha comprometido a proporcionarme la información actualizada que obtenga durante el estudio, aunque esta pudiera hacerme cambiar de parecer respecto al manejo de mi patología.

\_\_\_\_\_  
NOMBRE Y FIRMA DEL PACIENTE

\_\_\_\_\_  
NOMBRE Y FIRMA DEL INVESTIGADOR

\_\_\_\_\_  
NOMBRE Y FIRMA DEL TESTIGO

\_\_\_\_\_  
NOMBRE Y FIRMA DEL TESTIGO