



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO



FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

SECRETARIA DE SALUD  
HOSPITAL JUAREZ DE MEXICO

## “ANATOMÍA ANGULAR FUNCIONAL POSTQUIRÚRGICA EN PACIENTES CON SUSTITUCIÓN DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR CON INJERTO AUTÓLOGO”

TESIS DE POSGRADO PARA OBTENER EL TITULO DE ESPECIALISTA EN ORTOPEDIA Y  
TRAUMATOLOGIA

PRESENTA:  
DR. KAERI ESTRADA CRUZ  
MEDICO RESIDENTE DE 4TO AÑO

ASESOR METODOLÓGICO  
DR. JOSE ADOLFO PEREZ MEAVE  
MEDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE CIRUGIA ARTICULAR

MEXICO D.F., JULIO 2015



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## **HOJA DE AUTORIZACIÓN**

REGISTRO DE PROTOCOLO: HJM 2439/14R

DR. CARLOS VIVEROS CONTRERAS  
TITULAR DE LA UNIDAD DE ENSEÑANZA

DR. DIEGO MARTIN DE LA TORRE GONZALEZ  
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ORTOPEDIA

DR. JOSE ADOLFO PEREZ MEAVE  
ASESOR DE TESIS

DR. KAERI ESTRADA CRUZ  
TESISTA

## **AGRADECIMIENTOS**

A MI ESPOSA VIRIDIANA E HIJO MIGUEL EMILIANO POR BRINDARME EL AMOR Y  
FORTALEZA PARA SEGUIR ADELANTE.

A MIS PADRES Y HERMANOS POR SU APOYO INCONDICIONAL

A MIS MAESTROS POR ENSEÑARME EL VALOR DEL SABER

“Ve lo que los demás no ven, lo que los demás deciden no ver por temor, conformismo o pereza. Ve  
el mundo de forma nueva cada día.”

HUNTER “PATCH” ADAMS.

## **ANATOMIA ANGULAR FUNCIONAL POSQUIRÚRGICA EN PACIENTES CON SUSTITUCIÓN DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR CON INJERTO AUTÓLOGO.**

**TESISTA:** Dr. Kaeri Estrada Cruz

Médico Residente de 4° año, Ortopedia y Traumatología

Hospital Juárez de México

Av. Instituto Politécnico Nacional 5160, Col. Magdalena de las Salinas C.P 07760 Delegación Gustavo A.

Madero México Distrito Federal.

**ASESOR:** Dr. José Adolfo Pérez Meave

Médico Adscrito al servicio de Ortopedia y Traumatología

Hospital Juárez de México.

Av. Instituto Politécnico Nacional 5160, Col. Magdalena de las Salinas C.P 07760 Delegación Gustavo A.

Madero México Distrito Federal.

## Índice

- I. Marco Teórico
  - A) Embriología del LCA
  - B) Histología del LCA
  - C) Anatomía
  - D) Propiedades del LCA
  - E) Biometría del LCA
  - F) Vascularización
  - G) Inervación
  - H) Mecanismo de propiocepción
  - I) Biomecánica
  - J) Participación del LCA en la rodilla no lesionada.
  - K) Biomecánica de la rodilla sin LCA
  - L) Función de los ligamentos cruzados.
  - M) Etiopatogenia
  - N) Mecanismos de cicatrización de los ligamentos.
  - O) Clasificación de las lesiones del LCA
  - P) Clasificación de las inestabilidades.
  - Q) Exploración clínica.
  - R) Exploración física.
  - S) Diagnóstico por imagen.
  - T) Tratamiento.
  - U) Valoración funcional de la reconstrucción del LCA
  - V) Desarrollo de osteoartritis (OA)
  - W) Rehabilitación posterior a la cirugía de reconstrucción del LCA
- II. Hipótesis
- III. Objetivos
- IV. Diseño y ámbito del estudio
- V.
  - A) Criterios de inclusión
  - B) Criterios de no inclusión
  - C) Criterios de exclusión
- VI. Recolección de datos
- VII. Riesgo y consideraciones éticas
- VII. Resultados
- VIII. Discusión
- X. Conclusiones
- XI. Bibliografía

## RESUMEN

### TITULO

#### **ANATOMIA ANGULAR FUNCIONAL POSQUIRURGICA EN PACIENTES CON SUSTITUCIÓN DE LCA CON INJERTO AUTÓLOGO**

### INTRODUCCIÓN

Los recientes progresos del procedimiento de la reconstrucción y la investigación relacionada provienen en gran medida en mayor atención a la restauración de la anatomía original del LCA. Una evaluación precisa de la anatomía es fundamental para el logro de la reconstrucción del LCA. El resultado clínico podría ser imperfecto cuando la colocación del injerto no se encuentra en una posición anatómica, además la reconstrucción del LCA transtibial convencional, que a menudo localiza el injerto lejos de la localización anatómica conduce a un comportamiento biomecánico y cinemática anormal de la rodilla en vivo que podría influir en la integridad articular de la rodilla a largo plazo.

### MARCO TEORICO

Los ligamentos cruzados de la rodilla son los encargados de regular la cinemática articular y los órganos sensores que informan de la musculatura periarticular influyendo sobre la posición de las superficies articulares, la dirección y la magnitud de las fuerzas y, también, de forma indirecta, sobre la distribución de las tensiones articulares. Sin embargo, la primera obligación del ligamento cruzado anterior (LCA) es impedir el desplazamiento anterior de la tibia con relación al fémur y, en menor medida, controlar en carga la laxitud en varo, en valgo y la rotación de hecho es una estructura estabilizadora en la rodilla de animales con poca inestabilidad rotacional.

La rotura del LCA, aislada o combinada con lesiones meniscales o de los ligamentos colaterales, producen cambios radiográficos degenerativos entre el 60 y el 90% de los pacientes, entre 10 y 15 años después de la lesión y, aunque la falta del LCA no siempre produce una pérdida funcional importante, está indicada su reparación. Especialmente en los deportistas debe repararse el ligamento roto no sólo para volver a su actividad deportiva sino, también, para prevenir el riesgo de rotura del menisco y evitar cambios degenerativos articulares. Es por esto que las lesiones asociadas con la rotura del LCA despiertan cada vez mayor interés pues son frecuentes las lesiones asociadas tras las roturas no reconstruidas, sin encontrar una evidencia de que la estabilización quirúrgica del pivote central aislado de la rodilla haga desaparecer ese riesgo futuro.

### OBJETIVO GENERAL

Comprobar la importancia de la reconstrucción angular del ligamento cruzado anterior durante la sustitución artroscópica

### PREGUNTA DE INVESTIGACION

- ¿La dirección angular del injerto autólogo de LCA es crucial para la estabilidad rotacional y anteroposterior de la rodilla?

### TIPO DE ESTUDIO

**ESTUDIO RETRO-PROSPECTIVO, ANALITICO, LONGITUDINAL**

## JUSTIFICACIÓN

- El LCA es la principal estructura anatómica interna estabilizadora de la rodilla durante el movimiento de flexo extensión, la ruptura de LCA es la lesión ligamentaria más frecuente de la rodilla. En el Hospital Juárez de México se realiza como tratamiento quirúrgico artroscópico la sustitución con injerto autólogo de tendones isquiotibiales de la pata de ganso y de tendón peroneo corto, lo que hace necesario conocer la anatomía angular del injerto y su impacto en la estabilidad de la rodilla a largo plazo.

## RIESGO Y CONSIDERACIONES ETICAS

- El estudio se considera de bajo riesgo, amerita consentimiento informado para la toma de estudio radiográfico para la valoración indirecta de la orientación del injerto. Sin embargo será revisado por el comité de ética del Hospital Juárez de México para la valoración del riesgo.

## METODOLOGÍA

### CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Pacientes postoperados vía artroscópica de sustitución de LCA con auto injerto.
- Ambos géneros
- Pacientes con toma de injerto de tendones isquiotibiales de la pata de ganso y tendón de peroneo corto

### CRITERIOR DE NO INCLUSIÓN

Pacientes con sustitución de LCA con injerto heterólogo

### CRITERIOR DE EXCLUSIÓN

Pacientes con lesión de LCA asociado a fracturas

## METODOLOGIA

- DESCRIPCION GENERAL DEL ESTUDIO
  - Mediante la revisión del expediente clínico se tomaran los datos del tipo de procedimiento y toma de injerto que se llevó a cabo para la sustitución del LCA
  - Posteriormente en la valoración clínica en consulta externa se realizaran maniobras de estabilidad de la rodilla postoperada
  - Se tomaran estudios radiográficos de la rodilla intervenida AP en bipedestación y lateral de rodilla con flexión de 30°
  - Se obtendrá la anatomía angular del injerto mediante la medición de los túneles tibial y femoral en ambas proyecciones
  - Se realizara la comparación grado de angulación – estabilidad funcional clínica de la rodilla intervenida
  - Se obtendrá la correlación grafica sobre el grado de angulación y función optima

## I. MARCO TEORICO

### A) EMBRIOLOGÍA

Según Streeter (1951), el desarrollo embriológico de la rodilla sucede de la siguiente manera:

En el día 33 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.

Durante los 37 días de edad, las estructuras de la rodilla se desarrollan según una ordenada sucesión, comenzando por la condricación de fémur, tibia y desarrollo del tendón rotuliano. En el día 39 comienzan a formarse los cóndilos femorales, la rótula mesénquimal, el ligamento colateral externo (LCE) y el tendón poplíteo.

Sobre el día 40 de según Scott (1992), la rodilla comienza a flexionarse, manifestándose claramente los cóndilos femoral 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 día 45 comienzan a aparecer los ligamentos cruzados, anteriores y posteriores, además del ligamento colateral mediales (LCM) como proliferaciones celulares orientadas longitudinalmente en su posición definitiva en el adulto

Al final del período embrionario, aproximadamente a los 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 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, condricación de la rótula, se define el ligamento oblicuo y la cápsula articular

### B) HISTOLOGÍA

Según Scott (1992) los ligamentos se definen como bandas cortas de tejido conjuntivo fibroso resistente, pero flexible, que conectan o sujetan a dos o más segmentos óseos. El 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 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 fibrocartilago y fibrocartilago 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.

### C) PROPIEDADES DEL LCA

Entre sus propiedades 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 a posteriori a la relajación de la tensión, lo que implica una disminución paulatina al aplicarse una deformación constante.

### D) ANATOMIA

El LCA está formando y parte junto con el ligamento cruzado posterior (LCP) del pivote central o sistema central de la rodilla. Este es el elemento más importante de la rodilla, confiriéndole fortaleza y solidez; al LCA se le atribuye algo así como la elegancia articular. Al quitar los ligamentos cruzados, los cóndilos sufrirían un movimiento oscilante hacia delante o hacia atrás. El LCA es un ligamento cordonal que está recubierto de membrana sinovial, por lo que le confiere el carácter de intraarticular, pero extrasinovial.

Por tanto, los ligamentos cruzados aseguran:

- la estabilidad anteroposterior de la rodilla.
- el control parcial valgo/varo de la rodilla.
- el control de la rotación interna al enrollarse entre sí.

El LCA se encuentra alojado junto con el LCP en la escotadura intercondílea. Se dirige desde la zona pretibial anterointerna hacia arriba atrás y afuera, fijándose en la parte más alta y posterior de la cara interna del cóndilo femoral externo. En la inserción femoral sigue una línea vertical de 1 cm. de longitud.

Desde el punto de vista funcional se han descrito dos fascículos en el LCA:

- fascículo anteromedial, de mayor tamaño.
- fascículo posterolateral de menor tamaño.

Ambos fascículos se encuentran siempre tensos con la rodilla en extensión completa y relajada aproximadamente a los 45 grados de flexión. El LCA actúa evitando la traslación anterior de la tibia sobre el fémur, controlando la rotación interna femorotibial y limitando la hiperextensión. El ligamento mucoso se encuentra en la escotadura intercondílea, justo por delante del LCA. Esta estructura, probablemente, sea un resto del septo intermedio que divide la articulación tibio-femoral en las primeras fases de la vida embrionaria. El tabique puede permanecer en forma de un “septo vertical persistente” o de plica sinovial infra-rotuliana. Haciendo hincapié en su relación con el ligamento mucoso, denominaron a esta estructura septo-mucoso. Su importancia reside en que tiende a interferir en la valoración artroscópica, artrográfica y clínica de la rodilla.

## **E) BIOMETRIA DEL LCA**

A través de los estudios publicados en 1984 por Bonnel y cols, realizados sobre la disección de 40 rodillas procedentes de amputaciones, en el laboratorio se ha podido determinar la longitud, el calibre, la superficie de inserción y la dirección del LCA.

### **Longitud.**

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 grados. La longitud mínima varía entre 12 mm y 24 mm, con una media de 18.5 mm, la longitud máxima se instaura entre 28 mm y 39 mm, con una media de 33.5 mm. Las longitudes máximas y mínimas se corresponden a grupos de fibras entre los que existen todas las intermedias, existiendo pues, una disparidad de ellas entre los 1.85 cm. y los 3.35 cm.

### **Calibre.**

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.

### **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 (de unos 3 cm. de media) 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.

### **Dirección angular.**

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

B) Plano sagital: la angulación del LCA en la extensión es de 43 grados y en la flexión es igualmente de 43 grados.

#### **Resumiendo:**

- En el plano sagital, en la extensión de la rodilla, ambos ligamentos presentan un ángulo parecido, mientras que en la flexión, por contra, el LCP se medializa y el LCA se lateraliza.
- En el plano horizontal, en la extensión ambos ligamentos tienen un ángulo parecido, sin embargo, en la flexión el LCP se verticaliza y el LCA se horizontaliza.

#### **Relaciones.**

En su tercio distal, con el cuerno anterior del menisco medial, con la espina tibial anterior, con el ligamento mucoso, grasa de Hoffa y ligamento transverso de la rodilla.

En su tercio medio, con el LCP.

En su tercio proximal, con la cara posterosuperior interna del cóndilo femoral externo

#### **F) 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 cuadriceps, 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.

Se distinguen 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 geniculada inferior: interna y externa.
4. Arteria articular media.
5. Arterias tibiales recurrentes: anteriores y posteriores.

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 a las superficies articulares de los cóndilos.

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 paraligamentaria, en dirección proximal y distal, formando una fina red de vasos dentro de la sinovial paraligamentaria. 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 periligamentarios que enfundan la totalidad del ligamento. Existen unas pequeñas ramas que penetran transversalmente en el ligamento, para anastomosarse con la red de vasos endoligamentarios que rodean los haces de fibras colágenas. Las arteriolas, cuyo calibre es de 0.01-0.02 mm, corren dentro del tejido endoligamentario 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 endoligamentarios. La mayoría de estos vasos endostales no entran en el ligamento, terminando en lazos. En la inserción tibial hay vasos paraligamentarios y muy pocos endoligamentarios. Los vasos endostales terminan en lazos y no se comunican con los vasos endoligamentarios. 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.

## **G) 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 intraligamentario.

En disecciones amplias Kennedy y cols. (1982) identificaron 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 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.

## **H) MECANISMO DE PROPIOCEPCIÓN**

Los mecano receptores 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 sintomática.

En secciones histológicas del LCA humanos, en su superficie, se identificaron escasos mecano receptores que recordaban morfológicamente a los receptores tendinosos tipo 3 de Golgi. También se hallaron algunos axones finos, simples, amielínicos, identificándose receptores libres no especializados dentro de la sustancia profunda del LCA (Schultz y cols., 1984).

Schutte y cols. (1978) encontraron 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 mecano receptores identificados morfológicamente distintos, los clasificaron como:

- Terminaciones tipo Ruffini (receptores tipo 2).- Es un mecano receptor de adaptación lenta, con un umbral de sensibilidad bajo, responde a los cambios de tensión dentro del ligamento e identificaron el límite del movimiento en la flexo extensión y ángulo de rotación.

- Corpúsculos de Paccini.- Es el más común de los mecano receptores, 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 posee un umbral muy bajo al principio y al final del mismo

Por tanto, el LCA humano tiene un sistema mecano receptor, 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.

- Un pequeño número de 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 idéntica función. El pequeño número de terminaciones nerviosas libres indica que el ligamento es, relativamente, insensible al dolor.

Lo que no quedó claro es porqué la mayoría de los mecano receptores se hallaban localizados cerca de la inserción tibial. Los receptores especializados y las terminaciones nerviosas dentro del ligamento constituyen el 1 % del área del LCA.

Los mecano receptores son responsables de la kinestesia y no del dolor, incluso en presencia de una estimulación excesiva. Esto se pone de manifiesto en los pacientes que sufren una rotura aislada del LCA y que en su mayoría notan un ruido seco e inestabilidad pero, el dolor no se desarrolla hasta más tarde cuando la articulación está distendida por el hemartrosis.

Otra propiedad fisiológica de un mecano receptor es su adaptabilidad que se relaciona con una disminución en la frecuencia de los impulsos nerviosos, cuando hay una estimulación continuada en un receptor (Strobel y cols. 1990). La sofisticada arquitectura nerviosa dentro del LCA indica que este ligamento tiene una importante función aferente, además de su función biomecánica. Los diversos procedimientos de reconstrucción del ligamento no intentan sustituir este sistema mecano receptor.

Ortiber y cols. (1986) demostraron que durante las intervenciones quirúrgicas, 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.

## I) BIOMECANICA

La biomecánica, según la definición de la American Society of Biomechanics, es 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.

Para Insall (1984), salvo en las actividades posturales estáticas como la bipedestación, 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 flexo extensión. 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

*Movilidad en el plano sagital* Los movimientos en dicho plano son los de flexo extensión, 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 grados, permitiendo contactar el talón con la nalga. La flexión activa es de 140 grados con la cadera flexionada y de 120 grados con la cadera extendida. Existe una hiperextensión pasiva de 0 a 5 grados, prácticamente exclusiva en niños y adolescentes. La flexión de la rodilla no puede hacerse por la rodadura simple de los cóndilos femorales sobre las cavidades glenoideas de la tibia, ya que el desarrollo de la longitud condílea es doble que la de la tibia. 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 se despeñaría 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 pronto el fémur topara 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 grados el deslizamiento se hace más importante sobre la rodadura conforme aumenta la flexión.

*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”. Smillie (1962) comprobó 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 por Shaw y Murray (1974), demostrando que el eje de este movimiento de rotación pasaba a través del tubérculo intercondileo interno de la meseta tibial. Al resecar el LCA, consiguieron 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 grados de flexión, aunque resultaba significativo a los 30 y 60 grados.

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 autoatoenrollamiento de la rodilla en máxima extensión. El valor medio de esta rotación automática es de 10 grados. 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 grados 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 grados de rotación externa y los 10 grados de rotación interna. Butler y cols. (1980) analizaron 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.

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 grados. 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

## **J) PARTICIPACIÓN DE 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. Butler y cols. (1980) demostraron que a 90 grados de flexión, el LCA aportaba un 85' 1%  $\pm$  1 '9% de la fuerza restrictiva anterior y aumentaba ligeramente a 30 grados 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. Grood y cols. (1988) han intentado resumir los estabilizadores ligamentosos en la rotación interna y externa. A 10 grados de flexión, la rotación interna está limitada por el LCA centralmente y por la cápsula posterointerna, periféricamente. Al flexionar la rodilla 30 grados, el LCA sigue tenso en el centro con una estabilización periférica adicional procedente de la cápsula anteroexterna y la cintilla iliotibial. Al flexionar más aún 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 grados de flexión, el LCM y la cápsula posteroexterna se comportan como estabilizadores primarios.

## **K) BIOMECÁNICA DE LA RODILLA SIN LCA.**

Según Scott (1992) 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 grados, el cuerpo se encuentra más flexionado a nivel de la cadera la rodilla con el tronco vertical. Durante el cambio en la dirección lateral de 90 grados, estos pacientes presentan una flexión superior a la normal en la cadera y la rodilla. Al flexionar la rodilla, estos pacientes aumentan su capacidad para estabilizar la tibia empleando los músculos de la corva y evitando la traslación y rotación interna-externa anormales. Este ejemplo muestra cómo se pueden medir los cambios en la insuficiencia del LCA mediante el análisis de la marcha. Levy y cols. (1982) demostraron que la resección del LCA implica un desplazamiento

anterior de la tibia significativo, que aumenta aún más al extirpar el menisco medial. Este hecho es más marcado a los 90 grados de flexión, aunque resulta significativo a los 80 grados.

Los pacientes con pérdida del LCA documentada presentan unos pequeños, aunque significativos, aumentos en la rotación interna a los 5, 15 y 90 grados de flexión, pero demuestran un importante aumento de la rotación externa pasiva a los 5 grados de flexión.

Markolf y cols. (1984) demostraron que el desplazamiento anterior es máximo entre 20 y 45 grados 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. Con sección del LCA, la rotura aislada de las estructuras internas no aumentó el desplazamiento anterior hasta que se seccionaron los ligamentos laterales superficial y profundo.

## L) 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 (Josa Bullich y cols., 1990)

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

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 flexo extensor 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

## M) ETIOPATOGENIA.

*Mecanismos de lesión de los ligamentos.*

Los mecanismos de lesión de los ligamentos están relacionados directamente con las propiedades materiales 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. (1.992), 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 desgarro del LCA con desgarros 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 grados. 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 se encuentra 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.

## **N) 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 cardonales como el LCA sufren rotura, sus cabos se separan ampliamente y su continuidad no se restablece. Al producirse la rotura de LCA se crea un defecto de tejido que será mayor cuanto mayor sea la fuerza que lo ha ocasionado

Este defecto se llena inmediatamente de sangre desarrollándose un hematoma ocasionado por las lesiones vasculares habidas en el traumatismo. Los vasos del tejido areolar adyacente penetran en el hematoma, formando una cicatriz fibrovascular. Posteriormente previa proliferación fibroblástica, hacia el

quinto día aparece la producción del colágeno. Si el defecto anteriormente mencionado es pequeño o bien se sitúa en condiciones óptimas con acercamiento de sus bordes, el tejido cicatrizal es mínimo y la estabilidad es buena, pero si el defecto es grande, el defecto cicatrizal será largo y la laxitud será importante. A las dos semanas los fibroblastos se alinean y discurren paralelos. Después de 3 semanas, existe ya buena resistencia tensional del ligamento. A las 8 semanas el ligamento aparece más engrosado pero ofrece un aspecto normal.

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

- Una buena cicatriz
- Buena orientación del colágeno en la misma
- Cierre del defecto lesional a fin de restablecer la longitud y la configuración topográfica del ligamento
- Buena resistencia del mismo

### **O) 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 grados de hiperextensión y los 140 grados 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.

Para Josa Bullich y cols. (1990) 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 cápsulo-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 mecano receptores 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 mecano receptores 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 (Insall, 1.984).
2. Rotura a nivel de la inserción tibial con avulsión ósea. Puede tratarse de una fractura-arrancamiento de las espinas tibiales, 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.

### P) CLASIFICACIÓN DE LAS INESTABILIDADES.

La clasificación más elaborada de inestabilidades ligamentosas de la rodilla fue desarrollada por Houghton y cols. (1976) y seguida por el Comité de Investigación y Educación de la AOSSM (American Orthopaedic Society for Sports Medicine). El Comité llegó a la conclusión de que para clasificar la inestabilidad de la rodilla había que 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 < 05 cm.

2 + + = traslación anterior entre 05 cm. y 1 cm.

3 + + + = traslación anterior entre 1 cm. - 15 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 1 y IV, donde el grado IV indica una traslación > VS cm.

b) Rotatorias, simples o en dos planos.- que pueden ser:

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.

c) 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

## **Q) 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.
- 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 en activo, aunque no debemos olvidar que muchos trabajos pesados, accidentes de tráfico, deportistas de fin de semana, pueden tener la misma lesión

## **Historia clínica.**

En la historia clínica deberíamos recoger todos los datos encaminados a hacer un mejor y más rápido diagnóstico de la lesión, por ello, será muy importante conocer historias anteriores de traumatismos de esa rodilla, y si fuera posible el mecanismo de producción de la lesión. Cuando nos enfrentamos con la exploración de un enfermo con un traumatismo reciente de rodilla, bien de contacto o de no contacto, tendremos que tener en cuenta que va a ser un enfermo con importante dolor y sobre todo, con grandes espasmos musculares que se van a desarrollar unas horas después de producirse el traumatismo.

Las lesiones agudas del LCA están generalmente asociadas con el desarrollo de hemartrosis después de las primeras horas del traumatismo. Sin embargo, si hay una rotura significativa de la unión de la cápsula y la sinovial, la sangre puede extravasarse los tejidos blandos de alrededor, extra articulares y puede ser

que no aparezca un gran derrame. La presencia de hemartrosis, aunque no patognomónico, hace pensar en un desgarro agudo del LCA. El desarrollo de una hemartrosis aguda puede aparecer también en:

- Luxaciones rotulares y subluxaciones severas,
- Fracturas osteocondrales, fracturas epifisarias y raras veces, contusiones.

El atleta que ha sufrido una lesión aguda de LCA, tendrá la sensación de que la “rodilla se desprende”, que la “pierna salta” o que la “rodilla se rompe en el centro” y se oye un chasquido en el momento de la lesión. Aunque el chasquido audible normalmente implica una rotura del LCA, deben ser consideradas otras posibles causas. Esto incluye luxación rotuliana, desgano de menisco o fractura osteocondral. Hay que recordar que una rodilla con una lesión del LCA puede tener estabilidad funcional para pasear o permanecer de pie. Además, la habilidad de un atleta para andar o permanecer de pie después de la lesión, debido a la gran masa muscular del cuádriceps, no debería excluir una lesión del LCA.

Las dos primeras circunstancias que hemos de averiguar son:

1. La fecha de comienzo de los síntomas.
2. Mecanismo de producción.

Los traumatismos repetitivos de la rodilla pueden conducir a una condromalacia traumática, desarrollo de osteofitos, produciendo una movilidad limitada, pudiendo presentar episodios de desprendimientos condrales repetitivos dando lugar a bloqueos intermitentes de la rodilla de origen mecánico con derrames de tipo inflamatorio recurrentes de la misma

### **Observación e inspección.**

Para Tria y cols. (1992) la valoración ortopédica debe comenzar con el análisis de la marcha. Es posible que no resulte muy útil en las lesiones agudas, pues el paciente puede ser capaz de caminar sin ayuda. La evaluación de la marcha en un desequilibrio ligamentario crónico, puede revelar un componente antálgico o un desplazamiento del fémur sobre la tibia en la fase de apoyo. El desplazamiento interno indica la laxitud de la cápsula posterointerna y del LCM; el desplazamiento externo indica laxitud de la cápsula posterioexterna y del LCE.

Al observarse en ese momento la posición de la rodilla, puede encontrarse en ligero valgo, en varo o subluxada posteriormente. Un derrame clínicamente visible suele asociarse a una posición en flexión de 30 grados.

A continuación, debe observarse el arco de movilidad activa. La imposibilidad de extensión completa puede deberse a bloqueo, derrame, miedo a la percepción dolorosa o lesión del mecanismo extensor del cuádriceps. Raramente es posible la flexión completa, debido al dolor o al derrame. Se debe optar por aspirar el derrame y repetir la prueba de la movilidad activa.

### **R) EXPLORACIÓN FÍSICA.**

Hay que tener en cuenta que el examen físico de una lesión aguda de rodilla puede ser extremadamente difícil, debido al importante dolor y a los fuertes espasmos musculares. 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.

Josa Bullich y cols. (1990), al realizar el diagnóstico de la lesión en la rodilla, consideran la articulación como una unidad funcional que reacciona globalmente a las agresiones traumáticas. 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 a la articulación de la rodilla por entero. 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.

- Hemartrosis: Es la presencia de sangre intraarticular que lleva aparejado, en un porcentaje elevado de los casos, la 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.

Los desgarros del LCA suelen asociarse con hemartrosis, a veces resulta útil aspirar el líquido del derrame con fines diagnóstico. La aspiración también permite un aumento del arco de movilidad al disminuir la presión intraarticular, además de poder encontrar gotas de grasa, pudiendo indicar la existencia de una fractura osteocondral no diagnosticada en las radiografías simples

### **Test de competencia del ligamentaria.**

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: Test de Lachman. Se realiza con la rodilla flexionada 30 grados, aplicando sobre la tibia una fuerza de dirección anterior, similar a la que se aplica a la prueba de cajón anterior. Para Torg y cols. (1.976) ésta 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 grados 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. Para Trillat y cols. (1978) 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. 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 grados de flexión. Según Noyes y cols. (1978) en ausencia de LCA, a 15 grados de flexión la tibia se subluxa anteriormente y el fémur rota externamente. Al aumentar la flexión en 30 grados, la tibia se reduce posteriormente y el fémur rota internamente. En opinión de Tria y cols. (1992) 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:**

Test de cajón anterior. Permite valorar el desplazamiento femorotibial anteroposterior a 90 grados de flexión de la rodilla, con la cadera a 45 grados 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 capsulo ligamentosas 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 (Cabot y cols. 1973).

Houghton y cols. (1976) describieron esta prueba tomando la tibia proximal entre el pulgar y los demás dedos de la mano, palpando con estos últimos los músculos isquiotibiales para asegurarse de su estado de relajación. 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.

\* 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, LCA y complejo interno, LCA y complejo externo, o de ambos complejos.

\* Cajón anterior-rotación externa (CABE). Según Slocum y cols. (1.968) se realiza haciendo una rotación externa, del pie y de la tibia, de 30 grados y la rodilla a 90 grados 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 posterointerno.

\* Cajón anterior-rotación interna (CARI). Al efectuar la exploración con la rotación interna tibial de 15 grados, 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 grados. Navarro Quilis (1983) al realizar esta prueba, compara 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 Q0) 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 grados (VL 300). 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 00). 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 300). Un bostezo externo patológico indica lesión del LCE. Si el bostezo es muy severo, estarán lesionados también la cápsula media, la cintilla de Maissiat y el ligamento arcuato.

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

Test del desplazamiento lateral del pivote central (Pivot Shift).- Descrito por Galway y Mcintosh (1972). 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 grados 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 Houghton).- Esta prueba fue descrita por Houghton y cols. (1976), es prácticamente la opuesta a la del desplazamiento del pivote central. Se flexiona la cadera 45 grados y la rodilla 90 grados. 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 grados de flexión y luego, mientras la rodilla se va extendiendo, ocurre una reducción espontánea.

Test de rotación interna de la tibia.- Descrito por Loose y cols. (1978), que modificaron aún más esta prueba, comenzando con la rodilla flexionada 45 grados 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.

Test de Slocum.- Descrito por Slocum y cols. (1976), paciente en decúbito lateral 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 grados de flexión. La reducción se percibe con los dedos colocados en la posición antes descrita.

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. Según Tria y cols. (1.992) e] 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

## S) DIAGNOSTICO POR IMAGEN.

Resonancia nuclear magnética (R.N.M.)

El fenómeno de la Resonancia Magnética Nuclear (RNM) fue descubierto y publicado por primera vez en las revistas de Física en 1946 (Hartzman, 1987). La resonancia magnética es una técnica de imagen de huesos y partes blandas que no implican radiación ionizante, ni pruebas invasivas. Es el método de elección en todos los 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 mm sobre la hendidura intercondílea. El LCA entero se visualiza normalmente en una o dos imágenes secuenciales; sin embargo, Mink y cols. (1987) establecieron que en el 6% de las rodillas normales no se apreciaba el LCA. 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.

## T) TRATAMIENTO.

### Autoinjertos.

Son tejidos extraídos de una parte del cuerpo y trasplantados a otra localización en el mismo paciente, para que sean viables dentro de la articulación es necesaria su revascularización. Arnozky y cols. (1982) demostraron que después del trasplante, los injertos de tendón rotuliano son envueltos inicialmente por un tejido sinovial vascularizado, que se origina a partir de los tejidos blandos de la rodilla (almohadilla grasa infrarrotuliana y sinovial). Este proceso de sinovialización se produce en las primeras 4-6 semanas que siguen al trasplante. En este tiempo, el núcleo central avascular del injerto sufre un proceso de necrosis isquémica. Por tanto, se desarrolla una carrera entre la necrosis avascular y la revascularización. Los tejidos blandos iniciadores del proceso de sinovialización del injerto, también sirven como origen de la respuesta de revascularización intrínseca, en la que los vasos procedentes de la almohadilla grasa infrarrotuliana y de la sinovial penetran en el "esqueleto" de tejido conjuntivo del injerto, revascularizando el tejido trasplantado. Esta respuesta de revascularización se acompaña de proliferación celular, que en ocasiones invade el injerto con nuevas células. La revascularización completa de los injertos de tendón rotuliano puede prolongarse hasta 20 semanas, se necesita aún más tiempo para que se remodele el injerto y adquiera las propiedades estructurales y mecánicas de un ligamento. Para Amiel y cols. (1984), junto con el proceso de revascularización, el tendón rotuliano trasplantado sufre cambios morfológicos, bioquímicos y biomecánicos adicionales. La metamorfosis de este injerto se produce aproximadamente a las 30 semanas, caracterizándose por un cambio gradual en

la morfología celular, el perfil del colágeno y su patrón de entrecruzamiento, y el contenido en glucosaminoglicano. Estos cambios determinan un injerto con el perfil morfológico y biomecánico de un LCA normal.

Del proceso de remodelación, resulta un injerto que recuerda fisiológicamente a un LCA normal, pero sus propiedades biomateriales son menos comparables. Shino y cols. (1.984) han podido establecer que después del trasplante se produce una disminución inicial de la resistencia a la tracción definitiva del injerto, a lo que sigue un aumento gradual de la resistencia a medida que se remodela el injerto. No se ha podido demostrar la recuperación de un 100% de la resistencia inicial del injerto. Antes se pensaba que la disminución de la resistencia final a la tracción de los injertos de tendón rotuliano, que se observa después del trasplante, era debida a la necrosis isquémica y a la revascularización del injerto. En un esfuerzo por mantener la revascularización del injerto, y eliminar así la necesidad de revascularización, se han descrito diversas técnicas que mantienen el aporte sanguíneo del injerto. Paulos y cols. (1.983) emplean la técnica que utiliza el tercio interno del tendón rotuliano conservando su "cadena vascular" procedente de los tejidos del retináculo medial. Creyendo que al conservar el aporte sanguíneo del injerto se mantendría la viabilidad del tejido durante el período postoperatorio. Por tanto, los procesos de necrosis isquémica y de revascularización del injerto normalmente asociados a los injertos de tendón rotuliano, podrían minimizarse o evitarse. Butier y cols. (1989), en un estudio experimental demostraron que el mantenimiento de la vascularización de los injertos de tendón rotuliano trasplantados, no evita de forma significativa la reducción de las propiedades mecánicas del injerto que se aprecian en el postoperatorio, ni aceleran la recuperación de la resistencia del injerto. Jackson y cols. (1.989), en un estudio experimental sugieren que el entorno mecánico del injerto (orientación y tensión adecuada) podría ser el factor principal que determine la capacidad del injerto trasplantado para mantener sus propiedades materiales. Los resultados de este estudio demostraron que cuando se mantiene un ligamento a una tensión normal, se produce una reducción apreciable en la cantidad de resistencia a la tracción perdida durante el período de revascularización y remodelación celular, con un completo retomo a las propiedades biomateriales normales al cabo de un año. Estos hallazgos sugieren que la técnica quirúrgica y la creación de una tensión de orientación adecuada en el injerto tendrían importantísimos efectos en las propiedades materiales normales del mismo.

Plastias con tendón Sartorio y Recto interno. Lmdemann y cols. (1950), Thompson y cols. (1978), Gartke y Portner (1983/1984), utilizaron el tendón del ST y RI como estabilizador dinámico intraarticular de la rodilla con insuficiencia del LCA. Continúa discutiéndose si estas transferencias actúan realmente de una forma dinámica en la estabilización de la rodilla con insuficiencia del LCA. La pérdida de este tendón isquiotibial no conduce, desde el punto de vista clínico, a una disminución de la fuerza global de los isquiotibiales sobre la rodilla (Roben C. Hendier, 1992). Lipscomb y cols. (1981) examinaron rodillas a los 11 y 12 meses de la intervención, en las que se había empleado tendón del ST. Descubrieron que la cicatrización tendón-hueso estaba intacta tanto en el fémur como en la tibia. Los tendones rotos tenían un aspecto muy parecido a las roturas agudas en la zona media del LCA, y el examen histológico mostró que ambos tendones rotos eran viables, con aspecto normal del colágeno y los núcleos, presentando escasas células inflamatorias crónicas. Lipscomb y cols. (1982) en un estudio retrospectivo de 51 injertos con ST, no encontraron una pérdida de fuerza significativa de los isquiotibiales cuando se utilizan los tendones del ST y RI para la reconstrucción del LCA. Nunca se ha determinado el efecto de la pérdida de estos dos tendones sobre la rotación interna de la rodilla. La resistencia inherente y el destino último del tendón ST lo convierten aparentemente en un adecuado sustituto intraarticular del LCA.

**Injertos de tendón de la corva :** Los tendones isquiotibiales son uno de los injertos más comúnmente utilizados para la reconstrucción del LCA desde Lipscombe en 1982 y asistida artroscópicamente cuatro injertos trenzados por Friedman en 1988 El tendón semi-tendinoso con o sin el tendón gracilis se cosecha, típicamente de la ipsilateral. pierna. El tejido resultante se forma en una de cuatro injerto de cadena que luego se utiliza para reconstruir el LCA como por técnica preferida del cirujano. Es común

para los tendones de ser plegadas una sobre la otra con el fin de aumentar el espesor del injerto donante. A fin de que los tendones plegados para actuar una unidad de una que se suturan juntos utilizando una técnica whipstitch. El injerto donante se alimenta entonces a través del túnel tibial y en el túnel femoral y se fija utilizando una variedad de métodos de fijación incluyendo tornillos, aparatos de suspensión y de los dispositivos de transfixión que puede ser metálico, polímero o bio-absorbible.

La morbilidad asociada específicamente con injertos del SA incluyen disminución de la fuerza de flexión de rodilla y rotación tibial aunque estos no suelen traducen en déficits notables en los pacientes [ 22 ]. Otras complicaciones incluyen daño a los nervios ciático o safena, aunque de nuevo esto es raro y puede resolver con el tiempo.

Los resultados del seguimiento a largo plazo de los injertos del SA son escasos y muchos estudios utilizan los resultados de diferentes reportar el éxito y / o fracaso. Recientemente, los resultados de 14 años de 74 pacientes con injerto de reconstrucción del SA fueron reportados por Leiter et al mirando puntuaciones de resultado de los pacientes, así como las tasas de nueva ruptura. Utilizaron el Score IKDC y encontraron que el 75% de los pacientes obtuvo normal o cambios casi normal, sin embargo radiográficos de Kellgren-Lawrence de grado 3 fueron del 19% en las rodillas operadas en comparación con el 4% en la rodilla contralateral, este resultado alcanzó significación incluso después de controlar la cirugía de menisco medial. Encontraron tasas de nueva ruptura del ligamento reconstruido en un 9% en comparación con las rupturas del LCA contralateral en 5%. Otros estudios de los tendones del SA con seguimiento similar son infrecuentes. Leys et al [ 25 ] informó de los resultados de un estudio de cohortes con 15 años de seguimiento que comparaban SA, HTH. En el grupo de SA que tenían 15 resultados del año en 51 pacientes. Las tasas de nueva ruptura fueron de 17% en el grupo de SA y el 12% en la rodilla contralateral. Re-rupturas eran más comunes en los hombres, los pacientes con la posición no ideal túnel. Puntuaciones de los síntomas subjetivos IKDC medias fueron 90 (de un total de 100) y la media de las puntuaciones funcionales (9,1 sobre 10). Estudios a más corto plazo, pero con el tamaño del grupo de estudio más grandes están disponibles. Streich et al [ 26 ] informó de una sola evaluación cegada de los 40 pacientes con 4 injertos capítulo del SA a 10 años de seguimiento. Informan 8% tasa de re-ruptura y una puntuación de 90,3 IKDC y todas las juntas eran o bien de grado A o B (normal o casi normal). Asik et al [ 27 ] informó de los resultados de 271 pacientes con 4 injertos capítulo del SA fija con un alfiler transfix. Su longitud de seguimiento fue de una media de 6,8 años y el 86% anotó normal o casi normal en la puntuación IKDC. Re-ruptura ocurrió en 1,5% de los pacientes en este corto estudio de seguimiento. Maletis et al [ 6 ] reportaron retrospectivamente a partir de las tasas de revisión Kaiser Permanente reconstrucción del LCA registro prospectivo después de injertos del SA en 3012 pacientes fue de 1,56% (1,1% tasa de revisión por 100 años de observación), sin embargo el seguimiento fue corto a una media de 1,5 año. No se realizó una evaluación de los resultados del paciente / satisfacción.

## **U) VALORACIÓN FUNCIONAL DE LA RECONSTRUCCIÓN DEL LCA**

La valoración de resultados es el proceso de recogida de los datos e interpretación de la eficiencia y efectividad del tratamiento realizado. En la valoración global de una intervención sanitaria se deben incluir varios marcadores de resultados: resultados clínicos, marcadores de proceso, satisfacción de los pacientes y coste de la intervención. Cada uno de ellos con sistema de medición específico.

Los resultados clínicos incluyen las alteraciones anatómicas, la pérdida de función corporal, el nivel de actividad que recupera el sujeto y la participación en las actividades habituales en relación con su edad y situación social. Las escalas funcionales, sirven para identificar estas medidas de resultados clínicos: medidas de estructura corporal, función y actividad en grupo o individual.

### Escalas de valoración específicas

Las medidas de resultado específicas se utilizan para medir un aspecto sanitario determinado, una enfermedad, un grupo específico de pacientes, una determinada función, una parte del cuerpo o región corporal. Son más sensibles que las medidas generales y más fáciles de realizar y por tanto más aceptadas por los médicos y los pacientes. Solo incluyen los aspectos específicos de calidad de vida que son relevantes para la condición o población en estudio.

Deben complementarse con medidas globales de resultados ya que solas no sirven para hacer comparaciones entre diferentes enfermedades, poblaciones o técnicas quirúrgicas. En cambio tienen las ventajas de conseguir una elevada sensibilidad en la valoración de pequeños cambios del estado de salud, y son fáciles de administrar e interpretar.

En la literatura sobre la cirugía de reconstrucción del LCA se utilizan las escalas del IKDC 2000, Lysholm, Tegner y el KT-1000 como sistemas de valoración de resultados específicos; considerándose como el patrón de oro para el seguimiento clínico de los pacientes intervenidos de ligamento cruzado anterior y para comparaciones evolutivas.

#### 1. Test IKDC 2000

El formulario del Comité Internacional sobre Documentación de Rodilla, IKDC 2000, (The International Knee Documentation Committee Subjective Knee Evaluation Form), ha sido realizado por el grupo de trabajo de la Sociedad Americana de Medicina Deportiva (AOSSM) y la Sociedad Europea de Traumatología Deportiva, Cirugía de Rodilla y Artroscopia (ESSKA). El objetivo de este grupo de trabajo fue definir los términos que serían utilizados para describir las lesiones de rodilla y fijar los estándares para la evaluación de las lesiones de ligamento cruzado anterior. Los esfuerzos del IKDC desembocaron en el desarrollo de la Forma Estandarizada de Evaluación de Ligamento de Rodilla. El formato original del IKDC fue publicado en 1993 y revisado en 1994, incluyendo los criterios mínimos necesarios para la evaluación de resultados (101). Posteriormente se publica un nuevo formulario en el año 2000, con el objetivo de mejorar las comprensibilidad y reproducibilidad para el uso en el análisis científico de la función de la rodilla (99), con elevada validez, fiabilidad y sensibilidad, y que podría usarse para valorar los síntomas y la función de actividad deportiva en pacientes con lesiones de rodilla, incluidas sesiones ligamentosas, meniscales, dolor femoropatelar, y osteoartritis.

Estructura: La forma IKDC del año 2000 completo incluye formularios de registro de la actuación quirúrgica, la historia y la exploración clínica del paciente, con el objetivo de facilitar el estudio del investigador. Consta de varios formularios: formulario demográfico, valoración actual de la salud del paciente, evaluación subjetiva de la rodilla, historial de la rodilla afecta, exploración clínica actual e historial quirúrgico. El investigador debe completar todos los apartados, excepto la valoración subjetiva que es autoadministrable.

El formulario de valoración subjetiva de la rodilla IKDC consta de 18 preguntas en los dominios de síntomas, funcionamiento durante la actividad de la vida diaria y el deporte, función actual de la rodilla, y participación global en el trabajo y el deporte.

Los puntos de las respuestas a cada tema se calculan usando un método de números ordinales, en forma tal que se da 1 punto a las respuestas que representan el nivel más bajo de funcionamiento o el nivel más alto de los síntomas. Los puntos del Formulario para la Evaluación Subjetiva de la Rodilla se calculan al sumar los puntos de los temas individuales, y luego se transforman los puntos a una escala que va del 0 al 100.

$$\text{Puntos de IKDC} = \frac{\text{Puntos Brutos} - \text{Número de Puntos más Bajo Posible} \times 100}{\text{Gama de Puntos}}$$

Los puntos transformados se interpretan como una medida de la capacidad funcional, de forma que los puntos más altos representan niveles más altos de funcionalidad y niveles más bajos de los síntomas. Se interpreta que 100 puntos significan que no hay limitación en las actividades de la vida diaria o actividades deportivas, y la ausencia de síntomas.

Los Puntos de IKDC se pueden calcular si faltan datos, con tal de que se responda a por lo menos el 90% de los temas, que se hayan respondido a un mínimo de 16 preguntas. Para calcular los puntos brutos cuando faltan datos, los puntos que faltan deben sustituirse por el promedio de puntos de las preguntas que sí se han contestado. Una vez que se hayan calculado los puntos brutos, se transforman a los puntos IKDC. Actualmente el grupo de Andersson e Irrgang (100) intentan estandarizar en la población anglosajona los resultados del IKDC 2000, estratificando el resultado en función de la edad y el sexo; con el objetivo de facilitar la interpretación de resultados, la comparación entre grupo y agilizar la toma de decisiones en el manejo de los pacientes.

El formulario de exploración de la rodilla del sistema IKDC 2000 recoge los resultados de la exploración en siete grupos: derrame articular, rango articular, estabilidad en la exploración manual, crepitación, hallazgos radiológicos, dolor en la zona de recolección de la plastia y resultados del test del salto. La puntuación se realiza en cuanto a unos parámetros preestablecidos encuadrados en cuatro grados comparados con la normalidad articular: A (normal), B (casi normal), C (anormal) y D (muy anormal). El menor valor de obtenido en cada grupo o variable determina la puntuación de ese grupo. La puntuación global en pacientes agudos y subagudos viene determinada por la del peor grupo. En la literatura aunque se recoge la puntuación global de este formulario de exploración objetiva no se utiliza de forma generalizada para la evaluación final de los pacientes, sino que cada signo es valorado de forma independiente y con escalas más específicas.

Adaptación transcultural: Para ser utilizados por diferentes grupos culturales y en diferentes lenguas los cuestionarios deben ser traducidos, adaptados y validados mediante un proceso que asegure su fiabilidad y validez. El test IKDC desarrollado por la Sociedad Americana de Medicina Deportiva está traducido al español pero no validado científicamente. A pesar de ello múltiples estudios 32 muestran que la traducción del test IKDC al español, igual que en otros idiomas latinos, presenta una elevada correlación con otras medidas orientativas e hipótesis, y alcanza elevados valores de reproducibilidad, consistencia y validez con una nivel de evidencia científica grado II (102).

Validez: estudios actuales demuestran que el IKDC es un elemento de trabajo fiable y válido para usar en extensas poblaciones (103), incluso para lesiones meniscales, con un grado de evidencia III (86)

Fiabilidad: El IKDC presenta una elevada fiabilidad (102), con elevada sensibilidad en la valoración de los síntomas y funcionalidad de los pacientes con lesiones de rodilla de diferentes etiologías (100,104,104). El test presenta una elevada fiabilidad y sensibilidad independientemente del sexo, de la edad y del diagnóstico del paciente; existe una elevada correlación con las pruebas de función física del SF-36 (99,105,105,106).

## 2. Escala de Lysholm

La escala Lysholm se utiliza para clasificar la satisfacción subjetiva de los pacientes en relación con la capacidad funcional resultante de la intervención quirúrgica. Consiste en ocho ítems relacionados con la función de la rodilla. Cada ítem, así como la puntuación global, son analizados por separado.

Según Risberg y cols, la puntuación Lysholm es la más utilizada en la evaluación funcional y en la reconstrucción del LCA. La escala de Lysholm se cumplimenta por los pacientes mediante un auto test, posteriormente el investigador trasforma las repuestas al cuestionario original para su registro y análisis.

Estructura: La puntuación de la rodilla de Lysholm consta de ocho subcriterios: cojera, soporte, bloqueos, inestabilidad, dolor, hinchazón, subir escaleras, agacharse (anexo 1). Se considera como función normal una puntuación total de 95-100 puntos; una puntuación de entre 84-94 se considera sintomática en actividades vigorosas, y una puntuación por debajo de 84 puntos indica síntomas en actividades diarias. El 50% de la puntuación total está basada en los síntomas de dolor e inestabilidad. En el estudio de Odensten, Lysholm y Gillquist, 1982, las puntuaciones por debajo de 68 fueron consideradas pobres; entre 68 y 77, regulares; desde 77 hasta 90, buenas, y por encima de 90, excelentes.

En el estudio en el estudio de Risberg y cols. la puntuación se incluyó como una medida de resultados de seguimiento, la puntuación máxima es de 100 puntos donde 95/100 se considera excelente; 84/94 buena; 65/83 regular y 64 o menos mala.

Fiabilidad: Tegner y Lysholm informaron de fiabilidad intra e interobservador de la escala de rodilla Lysholm como 0,97 y 0,90, respectivamente (86,107). Investigaciones posteriores no fueron capaces de demostrar este nivel de correlación. Estudios recientes de mayor calidad hablan de fiabilidad elevada con índice de correlación de 0.9 para el test de Lysholm y de 0.8 para el de Tegner, demostrando una aceptable consistencia interna.

### **Medidas de estructura y función**

El éxito de la reconstrucción del LCA incluye no sólo el retorno individual a la actividad deportiva o laboral, sino que debe aliviar los síntomas de dolor, inestabilidad, etc. Es importante tener en cuenta que, en función de nuestra actuación médica, las variables de medida de estructura, función o actividad global van a ser distintas: en un atleta en el que no hemos considerado la reconstrucción, la valoración de nuestros resultados no incluirán la estabilidad ya que no es el objetivo de nuestra actuación médica. La valoración del manejo no quirúrgico de este individuo tendrá que incluir la valoración de fuerza de cuádriceps, el control propioceptivo y la reeducación en ejercicio adaptado para aumentar su capacidad funcional. En este caso la medida de la laxitud de la rodilla no sería una buena medida de interpretación porque el objetivo final no es disminuir la traslación anterior de la tibia sino la recuperación funcional del individuo sin haberse realizado una reconstrucción quirúrgica.

El déficit estructural implicado en la lesión de la rodilla incluye la rotura del LCA, la lesión meniscal del cartílago articular o de hueso subcondral. Este déficit se valora mediante las pruebas complementarias: radiografías y resonancia magnética. El déficit de función corporal asociado a la lesión de la rodilla incluye la alteración del rango de movilidad, la debilidad, el dolor o la hiperlaxitud; y se mide mediante escalas de función específicas

#### **1. Estabilidad articular tras la reconstrucción de LCA.**

La valoración de la estabilidad de la rodilla tras la reconstrucción del LCA, se engloba dentro de la medida de estructura corporal. Whyte y cols., 1994, sugería que el nivel de la medida del acontecimiento clínico debe ser igual o superior al nivel de la intervención. El hecho de que el objetivo de la reconstrucción del LCA sea la recuperación de la estabilidad de la articulación, sugiere que la información sobre la laxitud de la rodilla es un indicador clínico adecuado para la valoración del resultado final de la reconstrucción del LCA en aquellos pacientes en él los que el objetivo final sea la recuperación de la estabilidad de la rodilla.

A pesar de esto, la literatura médica actual intenta evidenciar una relación directa entre la laxitud en la rodilla y las limitaciones funcionales del individuo o la dificultad para el retorno al deporte. Muchos autores encuentran que no existe relación entre los valores de la artrometría y la valoración subjetiva de

los pacientes en cuanto a síntomas y funcionalidad. Esto conlleva a que la valoración de la estabilidad se considere exclusivamente como medida de estructura, y no como medida global de resultados; y su valoración debe ser completada con otros sistemas de estudio de funcionalidad y estructura.

### **Valoración objetiva de la estabilidad: artrometría**

La valoración de la estabilidad de forma objetiva se realiza mediante el uso del artrómetro KT-1000, fabricado por Medmetric®, San Diego, California. Introducido en 1982, su desarrollo e investigación empieza antes de 1979: el cirujano ortopédico Daniel, M.D, idea un proyecto para instrumentación de la valoración articular de la rodilla con artrometría objetiva, desarrollo 3 prototipos que son precursores del KT1000 y publicó sus primeras conclusiones en 1985 (114,115). El dispositivo se utiliza para medir la laxitud anterior (fuerza frente a desplazamiento) de la rodilla y calcular la complianza (diferencia en el desplazamiento de la tibia con diferentes fuerzas aplicadas) de las rodillas normales, frente a la insuficiencia aguda o crónica de LCA. El aparato consta de un sistema de fijación de la extremidad mediante tope rotacional y de flexión de la rodilla a 25° fija durante toda la prueba; lleva un soporte de pie para que los pies estén simétricos y evitar la rotación tibial. Una cincha controla la rotación externa de la cadera. Un artrómetro que se fija a la región pretibial y bloque la rodilla, midiendo en cm la traslación anterior tibial, cajón anterior, con fuerzas de tracción de 9 y 13.5 Kg identificados mediante marca acústica, a través de un calibrador localizado en la parte anterior del dispositivo

Estructura: Las mediciones se realizan siguiendo el manual proporcionado por Medmetric Corporation a través de acceso WEB. Con el paciente decúbito supino se coloca bajo la rodilla un elevador para mantener la articulación entre 20-30° de flexión medido con goniómetro; se coloca una cincha en los muslos para evitar el componente rotacional a la vez de un sistema de contención de tobillo antirrotatorio. A continuación se asegura el KT-1000 sobre la pierna del paciente con ambas cinchas, haciendo coincidir las flechas de indicación con la interlinea articular. Una mano del explorador fija el soporte patelar para estabilizar el fémur, mientras que la otra, situada sobre la masa gemelar, realiza una tracción en sentido anterior tipo Lachman modificada. El desplazamiento anterior de la tibia queda reflejado en un calibrador graduado sobre la tuberosidad de la tibia. Para realizar las mediciones el paciente ha de estar totalmente relajado. Se realizan tres mediciones, considerando como valor final la media de las dos últimas.

Al realizar una fue de 13,5 kilos sobre la tibia (89 N), una diferencia de 3 mm o mayor entre desplazamiento anterior de la tibia de la rodilla afecta en comparación con la rodilla no afecta, se ha venido considerando como representativo de una desorganización en los ligamentos cruzados anteriores, y una diferencia menor como indicador de reconstrucción exitosa del LCA. Esta valoración global es controvertida en la revisión de la bibliografía, aspecto que se desarrollará en la discusión de este trabajo.

Validez: La literatura existen una clara controversia sobre la fiabilidad y validez del artrómetro, debido a una baja correlación inter-intra observador, mejorando en los valores intra-observador. Según algunos autores tiene baja fiabilidad, pero con altas tasas de reproductibilidad en inestabilidades francas sobre todo cuando se realiza con elevadas fuerzas de tracción, y los estudios actuales refieren alta mayor fiabilidad y lo recomiendan como sistema de valoración objetiva de estabilidad. Varios estudios concluyen que los sistemas de evaluación subjetiva de actividad funcional son independientes de las medidas artrométricas. Las medidas KT-1000 no parecen estar asociadas a ninguna otra medida clínica de inestabilidad y por tanto, no debería ser utilizada aisladamente para determinar el éxito de la reconstrucción del LCA.

El KT-1000 es considerado hoy por hoy el sistema más fiable, reproducible y de fácil manejo para la valoración de la estabilidad anterior de la rodilla, con un uso extendido de forma general, aunque el

problema de la variabilidad inter-explorador, la imposibilidad de su esterilización y su elevado coste son inconvenientes de difícil solución.

#### Valoración subjetiva de la estabilidad

Se acepta de manera general que la medición del desplazamiento máximo manual no es el parámetro más fiable en la valoración de la inestabilidad de la rodilla ni del resultado de la cirugía de LCA, por ello ha de combinarse con el resto de las valoraciones específicas y globales, así como con la valoración subjetiva de la estabilidad por parte del paciente.

Se realiza una valoración de la sensación de inestabilidad referida por el sujeto en estudio, en base a la escala IKDC 1992 que refleja de forma estratificada la evaluación subjetiva de inestabilidad por parte del paciente. La clasificación del subgrupo en el que se valora la inestabilidad tiene cuatro posibles respuestas: sensación de inestabilidad con las actividades intensas, con las moderadas, con leves o con actividades sedentarias; considerándose dentro de la normalidad o casi normalidad las respuestas A y B. De esta forma se puede diferenciar dos grupos, los pacientes que no presentan inestabilidad, grupos A y B del IKDC 1992; y los que si la presenta, subgrupos C y D del IKDC 1992; con el objetivo realizar el estudio estadístico de la población diana.

#### Test de estabilidad manual

Para la valoración de la estabilidad de la rodilla en el plano anteroposterior, mediante la exploración física, se utiliza globalmente en la literatura científica el test del Lachman, la prueba de cajón anterior y el Pivot-Shift.

**Test de Lachmann:** El paciente se encuentra en decúbito supino con la articulación flexionada 15-30°, con una mano el clínico sujeta el fémur y con la otra mueve la tibia hacia delante. Si existe lesión de LCA se produce un desplazamiento de la tibia con respecto al fémur de 3-5 cm, se debe comparar con la rodilla sana (foto 8). Es una prueba estándar de clasificación de la inestabilidad antero-posterior de la rodilla de habitual uso en la valoración clínica por su sencillez y es utilizada también para valorar la estabilidad tras la reconstrucción del LCA. Sin embargo los resultados de la medida dependen de la impresión subjetiva del examinador y de su experiencia. El test de Lachmann se gradúa como + (<5mm), ++ (5-10 mm), o +++ (>10 mm), comparado con la rodilla sana contralateral. La sensibilidad y especificidad de la prueba de Lachman para la valoración de la rotura del LCA en fase no aguda es elevada en el ámbito ambulatorio, y mayor aún si se realiza bajo anestesia (126). Es la prueba más sensible para el diagnóstico manual de las roturas crónicas de LCA (127). Estos valores se basan en estudios realizados sobre personal entrenado y poblaciones con alto riesgo de lesión

**Prueba de cajón anterior (125):** El paciente debe colocarse en decúbito supino, con las caderas flexionadas a 45 grados, las rodillas flexionadas a 90 grados, y las plantas de los pies sobre la mesa de exploración. Se colocan las manos alrededor de la rodilla con los pulgares sobre la línea articular medial y lateral, y los índices en las inserciones medial y lateral de los músculos femorales posteriores. Se tracciona con ambas manos de la tibia hacia el explorador, observando el deslizamiento anterior tibial y se realiza la comparación con la rodilla contralateral sana. Se considera patológica la prueba cuando el deslizamiento supera los 3mm. La sensibilidad y especificidad para la prueba en el ámbito ambulatorio es 89,3% y el 100%. La sensibilidad y especificidad para la prueba cuando se realiza bajo anestesia son del 92,9% y el 100%, es decir, se considera que presenta una elevada sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de la laxitud de LCA crónica.

**Pivot-shift :**

Es la prueba de desplazamiento de pivote o de Galway. El paciente se encuentra decúbito supino con la rodilla inicialmente en extensión. Con una mano el explorador sujeta el cóndilo femoral interno y con el pulgar palpa la interlínea externa y unión tibio-peroneal. Con la otra mano mantiene la pierna en rotación interna y abducción. Desde esa posición se flexiona la rodilla. Cuando existe una rotura del LCA se subluxa la tibia hacia delante, en la posición de extensión a través de la maniobra de valgo. Con la flexión entre 20-40° en abducción/valgo y manteniendo la rotación interna se reduce la luxación de la tibia que se desplaza hacia atrás, por la acción de la cintilla ilirotibial, que se desliza desde la posición de extensión ventral al epicóndilo lateral por detrás del eje de flexión mediante un aumento progresivo de la flexión, desplaza la cabeza tibial nuevamente en dirección dorsal. El grado de reducción y flexión depende de la magnitud de la subluxación anterior. Si se produce un pequeño movimiento anterior, la reducción aparece antes.

Según los estudios biomecánicos y sobre cadáveres de Jakob y cols. (130,131), existen diversas situaciones en las que este signo no es valorable: cuando existe rotura del LLM, de la cintilla ilirotibial con lesiones en asa de cubo de menisco externo o interno y con cambios degenerativos que cursen con osteofitos en compartimento externo, que transformarían la plataforma tibial externa de convexa a cóncava. También establece la graduación de desplazamiento del pivote según el grado de subluxación y la posición de la pierna (132): Grado I: apenas se evidencia a simple vista la subluxación pero es palpable, Grado II: se observa y palpa, Grado III: se evidencia el desplazamiento en posición neutra, especialmente acentuando la rotación externa. En rotación interna no es tan claro. Este nivel se asocia a lesiones de estructuras posteromediales y laterales, además de la rotura del LCA.

La sensibilidad y especificidad para la prueba realizada en el ámbito ambulatorio es del 75% y el del 100% respectivamente; cuando se realiza bajo anestesia será del 80% y del 100%, respectivamente (126). Es decir presenta elevada especificidad en pacientes de riesgo en el diagnóstico clínico de la rotura de LCA. El test de Pivot shift es el más específico utilizado sobre poblaciones diana específicas y por personal entrenado (127,128). Un test positivo ayuda a la selección de pacientes para futuras pruebas diagnósticas en la práctica clínica.

**2. Valoración del dolor a largo plazo: Escala analógica visual.**

Una escala analógica visual es una línea que representa el continuo de los síntomas que van a ser clasificados. El propósito de las Escalas Analógicas Visuales de Clasificación del Dolor (EVA) es proporcionar un camino simple de recogida de estimaciones subjetivas de intensidad del dolor. Estas escalas son normalmente utilizadas solamente para evaluar la severidad global del dolor, aunque se pueden usar en otras dimensiones corporales. Son ampliamente utilizadas en áreas de la medicina, la psicología y se han incorporado recientemente a los instrumentos de calidad de vida Estructura: Consiste en una línea horizontal de 10 centímetros, en cuyos extremos se encuentran las expresiones extremas de un síntoma.

La intensidad y se mide con una regla milimetrada con un tiempo aproximado de 30 segundos. La intensidad se expresa en centímetros o milímetros. Dado que la distribución de los datos en la población no es normal, la transformación se realiza para normalizar los datos.

Sin dolor \_\_\_\_\_ Máximo dolor

Fiabilidad y Validez: Los estudios realizados por Mc Dowell y Newell demuestran que el valor de la escala refleja de forma fiable la intensidad del dolor tanto en pacientes alfabetizados como en los que no, y en escalas numéricas, horizontales o verticales. Huskinsson informó de una elevada validez entre las EVA y escalas viso-analógicas impresas vertical u horizontalmente, al igual que entre las escalas verbales e impresas

Sensibilidad al cambio: las EAV son más sensibles al cambio que las escalas de evolución verbal y requieren menores tamaños muestrales en estudios evaluativos (95).

Modificaciones: En función del procedimiento en evaluación se han realizado múltiples modificaciones de la EVA, algunas con mayor validez que otras, para la valoración de resultados. Fellmann y Zollinger, 1997(135), realizan una adaptación para la valoración del dolor en miembros inferiores en relación con episodios de cirugía, valorando la presencia de dolor nulo, en actividades extremas, con uso duro, ligero, o constante. Esta forma de adaptación se utiliza en el IKDC para la valoración subjetiva de la rodilla.

## V) DESARROLLO DE OSTEOARTROSIS (OA)

Las lesiones del ligamento cruzado anterior en la juventud son un factor de riesgo reconocido para el desarrollo de OA de rodilla. Se cree que la incidencia de cambios degenerativos radiológicos supera el 50% de los pacientes intervenidos a los 5-15 años de la lesión, independientemente del tipo de tratamiento realizado. Se evalúa la incidencia de artrosis en la población a estudio a los 10 años de la cirugía. El estudio radiológico de la OA en la articulación de la rodilla es considerado como la manifestación más importante de esta patología en esta articulación.

Dentro del estudio del resultado de la reconstrucción del LCA la valoración radiológica de los cambios degenerativos no debe utilizarse de forma independiente a los demás parámetros clínicos en la valoración global a largo plazo, por eso se asocia la valoración al resto de mediciones de resultados globales y específicas, considerándose los cambios degenerativos, de forma aislada como una medida de estructura o función insuficiente.

En la práctica clínica la valoración radiográfica de la osteoartrosis es cuantificada mediante diferentes escalas, algunas basadas en la valoración del estrechamiento articular y otras en la presencia de osteofitos. En base a esto utilizamos dos escalas para simultáneamente, la escala de Ahlback, y la escala de Kellgren & Laurence (K-L), para la estratificación de los cambios degenerativos a los 10 años de la cirugía. Se recogen también las variables referidas a cambios degenerativos de los test específicos de valoración IKDC 2000 y 1992, para facilitar la comparación de resultados entre diferentes estudios.

### Valoración radiográfica de cambios degenerativos:

Se realiza la valoración de la radiología simple mediante estudio de ambas rodillas en carga anteroposterior y lateral, de forma equivalente a la literatura científica y de acuerdo con la práctica clínica del centro. Dos valoradores realizan el estudio, el propio investigador y un radiólogo independiente con formación específica en la valoración radiológica de la gonartrosis.

Escalas de valoración de cambios radiológicos degenerativos:

**CRITERIOS DE ALHBACK:** Esta escala se basa en la valoración del espacio tibio-femoral para la estratificación de los cambios degenerativos en la articulación de la rodilla, clasificándolos en cuatro grupos (Tabla 1):

Tabla 1: Criterios radiológicos de Alhback de cambios degenerativos radiológicos.

	Descripción
<b>ESCALA DE ALHBACK</b>	
Grado de Artrosis	
0	Ausencia de hallazgos radiológicos de OA
1	Disminución del espacio articular < 3 mm
2	Disminución del espacio articular >5 mm o colapso
3	Desgaste articular menor (< 5 mm)
4	Desgaste articular moderado (5–15 mm)
5	Subluxación severa desgaste articular (> 15 mm)

La clasificación de Ahlback está considerada, especialmente en los grupos de trabajo científicos europeos, como un sistema fiable y reproducible de valoración de artrosis en pacientes entre los 35 y los 54 años con dolor de rodilla (142). A pesar de ello algunos estudios recientes refieren que su valor en la estimación de la severidad de las alteraciones cartilaginosas, incluida la articulación tibio femoral, es menor que el valor de la escala de Kellgren-Laurence.

#### **CLASIFICACIÓN DE KELLGREN Y LAURENCE:**

Esta clasificación desarrollada hace casi 40 años se basa en el grado de estrechamiento del espacio articular, la formación de osteofitos y la esclerosis del hueso subcondral y con el uso de un atlas radiográfico se van clasificando las radiografías de los pacientes en estudio. Todos estos intentos están destinados a estandarizar nuestra información y así hacerla apta para la comparación.

Esta clasificación incluye la valoración del estrechamiento articular, pero fundamentalmente en la presencia de osteofitos. En la literatura se estudia si este determinante es significativo de la presencia de osteoartrosis en la población general existiendo algunas controversias. Según Spector y cols. 1993, para la realización de estudios epidemiológicos de OA en mujeres, es preferible utilizar la presencia de osteofitos, con el atlas de K-L, lo que presenta una elevada reproductibilidad intra e interobservador. La valoración del estrechamiento medial se debe utilizar para la valoración de la gravedad, elevados grados de osteoartritis (grado tres o más de la clasificación de K-L) se relaciona con la presentación de dolor, significativamente mayor que en grados menores

Tabla 2: Criterios radiológicos de Kellgren y Laurence de cambios radiológicos en la articulación de la rodilla

CLASIFICACIÓN RADIOGRÁFICA DE KELLGREN & LAWRENCE	
Grado 0 - no OA	-Sin hallazgos
Grado I - OA dudosa	-Dudosos osteofitos con escaso significado patológico
Grado II - OA mínima	-Espacio articular normal -Osteofitos definidos -Espacio articular posiblemente disminuido
Grado III - OA moderada	-Osteofitos múltiples -Disminución definida del espacio articular -Esclerosis ósea subcondral
Grado IV - OA severa	-Osteofitos muy grandes -Severa disminución del espacio articular -Esclerosis ósea marcada -Quistes óseos -Deformidad o trastornos del alineamiento

## W) REHABILITACIÓN POSTERIOR A LA CIRUGIA DE RECONSTRUCCIÓN DEL LCA

Los programas de rehabilitación son una parte fundamental del tratamiento de reconstrucción de la lesión del LCA, debe ser una prioridad médica promover la restauración total de la función mediante un programa de rehabilitación precoz, eficaz y consensuado. Los múltiples protocolos de rehabilitación tras la cirugía de LCA tienen un objetivo básico común, conseguir el mismo nivel de función prelesional.

El proceso de rehabilitación y fisioterapia ha experimentado cambios muy importantes en las últimas décadas, a raíz de los nuevos conocimientos científicos y observaciones clínicas, que han permitido desarrollar protocolos más agresivos para acelerar el proceso de recuperación funcional minimizando las complicaciones y realizando una fisioterapia que protege la plastia a fin de permitir su integración (ligamentización), en base a los datos aportados por estudios como los de Rougraff y cols, donde se refiere que el injerto es viable a partir de la 3ª semana, y a partir de la 8ª semana se inicia la vascularización intrínseca del neoinjerto. Alrededor de los tres años existen pocas diferencias histológicas entre el injerto y el ligamento normal. Los estudios de Heugel y cols. y Kurosaba y cols. (76), establecen la fijación fibroblástica y osteoblástica del injerto en los túneles óseos entre el 2º y 4º mes postoperatorio.

La plastia de tendón rotuliano es capaz de resistir un programa intenso de potenciación muscular a los tres meses después de la reconstrucción, y entre los cinco o seis meses postcirugía carreras en superficies regulares. A pesar de todos estos avances en el estudio de la integración de la plastia ligamentosa no existe un consenso sobre los programas de fisioterapia. Será cada equipo médico el que decide la pauta y la intensidad del tratamiento de fisioterapia, al igual que el momento de la reincorporación a la actividad deportiva.

## II. HIPOTESIS

La ruptura del ligamento cruzado anterior es una de las lesiones más frecuentes de la articulación de la rodilla en la población joven activa. La repercusión de la ruptura completa de LCA y el fallo en la reparación del mismo, será la inestabilidad articular y la artrosis precoz de rodilla, consecuencias que derivan de la restauración angular no óptima. La técnica de reparación más habitual es la reconstrucción mediante injerto autólogo con tendones isquiotibiales y tendón peroneo. Se propone correlacionar los resultados sobre la anatomía posquirúrgica del injerto con la función global de la rodilla.

## II. OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Comprobar la importancia de la reconstrucción angular del ligamento cruzado anterior durante la sustitución artroscópica

### OBJETIVOS SECUNDARIOS

Valorar si la técnica de reconstrucción quirúrgica con injerto de isquiotibiales es efectiva para la restauración biomecánica normal de la rodilla comparando la estadística mundial

Correlacionar el grado de inestabilidad de la rodilla con el grado de degeneración articular posterior a la reconstrucción.

Correlacionar la anatomía posquirúrgica con el grado de función subjetiva de acuerdo a los formularios IKDC

Correlacionar el tiempo existente entre la lesión y el tratamiento con el grado de artrosis posterior al tratamiento quirúrgico e integración del paciente a sus actividades cotidianas.

### III. DISEÑO Y ÁMBITO DEL ESTUDIO:

Estudio retro-prospectivo, analítico, longitudinal en pacientes adultos que han sido intervenidos para reconstrucción artroscópica de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo de tendones recto interno - semitendinoso y peroneo corto, durante el periodo de marzo del 2012 a marzo del año 2014, intervenidas por el mismo cirujano y con la misma técnica quirúrgica previamente descrita, en el Hospital Juárez De México.

Todos los pacientes presentaron una ruptura completa del LCA como diagnóstico de presunción, mediante exploración clínica o valoración con RMN; y todas las rupturas fueron confirmadas en la artroscopia terapéutica.

El criterio principal de inclusión fue la reconstrucción del LCA mediante la misma técnica quirúrgica, estándar en todos los pacientes, y realizada por el mismo cirujano: plastia autóloga con injerto de la pata de ganso y peroneo corto para la reconstrucción de la rotura completa de LCA.

Se excluyeron del estudio aquellos pacientes que presentaron lesiones complejas posteriores de la rodilla postraumáticas, fracturas con afectación articular de la rodilla, rotura del LCA contralateral o aquellos que renunciaron a la participación en el estudio.

La toma de resultados se realiza entre noviembre del 2014 y marzo del 2015 momento en que finaliza. La recolección de datos y la valoración clínica así como la valoración radiológica se realiza por el investigador con formación especializada específica en patología osteoarticular.

Las variables analizadas se describen a continuación:

- Características de la situación clínica y funcional del paciente en el momento de la toma de datos.
- Datos de la cirugía y periodo postquirúrgico extraídos de la sesión clínico-terapéutica, dictado posquirúrgico, y evolución diaria de expedientes del Hospital Juárez de México.
- Test de valoración específicos de la valoración de la cirugía de LCA: Formulario IKDC 1992 y 2000 que incluyen múltiples criterios de valoración objetiva y subjetiva del paciente y la rodilla intervenida.
- Exploración clínica completa del paciente incluyendo test de estabilidad manuales (Lachmann, cajón anterior y posterior y pivot shift), rango articular y balance muscular.
- Estudio radiológico actual e inicial de los pacientes en estudio, valorado por el investigador especializado en patología osteoarticular.

### V. A) CRITERIOS DE INCLUSIÓN.

- Intervención quirúrgica en el periodo comprendido de marzo 2012 a marzo 2014
- Pacientes postoperados vía artroscópica de sustitución de LCA con autoinjerto.
- Ambos géneros
- Pacientes con toma de injerto de tendones isquiotibiales de la pata de ganso y tendón de peroneo corto

### B) CRITERIOS DE NO INCLUSIÓN

Pacientes con sustitución de LCA con injerto heterólogo

### **C) CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

Pacientes con lesión de LCA asociado a fracturas

#### **VI. RECOLECCION DE DATOS**

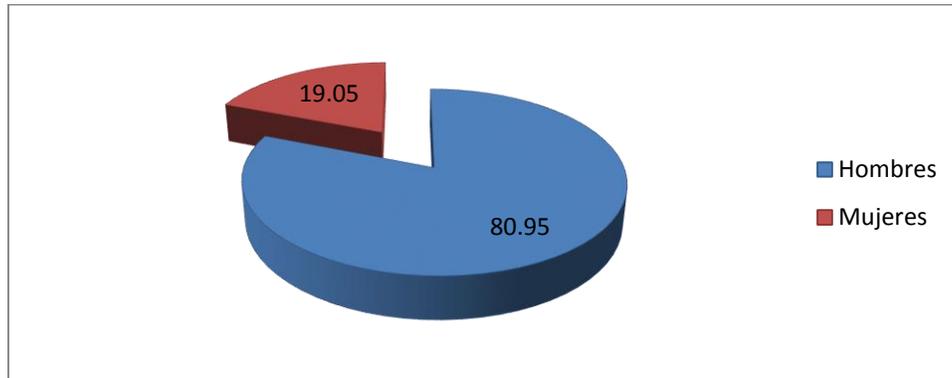
- Mediante la revisión del expediente clínico se tomaron los datos del tipo de procedimiento y toma de injerto que se llevó a cabo para la sustitución del LCA
- Posteriormente en la valoración clínica en consulta externa se realizaron maniobras de estabilidad de la rodilla postoperada y se aplican los cuestionario de evaluación subjetiva de la rodilla y valoración del estado de la rodilla IKDC
- Se tomaran estudios radiográficos de la rodilla intervenida AP en bipedestación y lateral de rodilla con flexión de 30°
- Se obtendrá la anatomía angular del injerto mediante la medición de los túneles tibial y femoral en ambas proyecciones
- Se realizara la comparación grado de angulación en el plano coronal y sagital con el grado de estabilidad funcional clínica de la rodilla intervenida
- Se obtendrá la correlación grafica sobre el grado de angulación y función optima
- Se realizara comparación con el tiempo de evolución desde la lesión hasta la intervención quirúrgica con el grado de función articular subjetiva.

#### **VII. RIESGO Y CONSIDERACIONES ETICAS**

- El estudio se considera de bajo riesgo, amerita consentimiento informado para la toma de estudio radiográfico para la valoración indirecta de la orientación del injerto. Sin embargo será revisado por el comité de ética del Hospital Juarez de Mexico para la valoración del riesgo.

## VIII. RESULTADOS.

Se estudió una muestra de 24 pacientes intervenidos quirúrgicamente de la rodilla por un solo cirujano y con la misma técnica quirúrgica durante el periodo comprendido de marzo de 2012 a marzo de 2014. Durante el periodo de estudio 3 pacientes abandonaron el estudio 12.5 % del total de la muestra. Quedando dentro del estudio 21 pacientes en donde el 80.95% fueron del género masculino y el 19.05% del género femenino. (Grafica No.1)



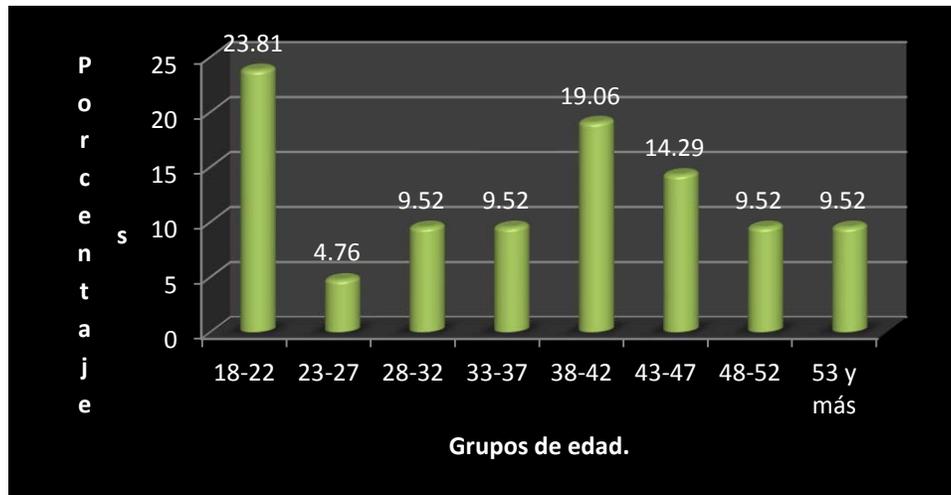
Grafica No. 1 Pacientes con sustitución de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo según el género.

Del total de la muestra el 23.81 % correspondieron a edades dentro del rango de 18 a 22 años de edad, en segundo lugar se encuentran los pacientes dentro del rango de 38 a 42 años de edad significando el 19.06 % y en tercer sitio se localiza al grupo de 43 a 47 años de edad con el 14.29 %; para caracterizar a la muestra analizada se determinaron: media 36.43 años, mediana 38 años, moda 42 años, desviación estándar 12.49 años: Como se pudo observar, la muestra de los 21 pacientes es heterogénea ya que la edad mínima fue de 18 años de edad y la máxima fue de 56 años de edad (Cuadro No. 1 y Grafica No.2).

Cuadro No 1. Pacientes con sustitución de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo según grupos de edad.

Grupos	Número	%
18-22	5	23.81
23-27	1	4.76
28-32	2	9.52
33-37	2	9.52
38-42	4	19.06
43-47	3	14.29
48-52	2	9.52
53 y más	2	9.52
Total	21	100.00

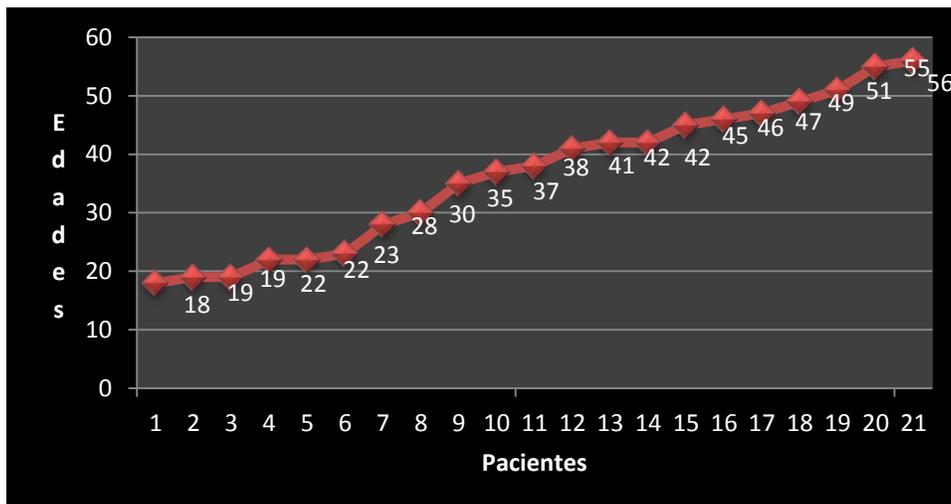
Fuente: Cuestionario de recopilación de datos.



Grafica No. 2 Pacientes con sustitución de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo según Grupos de edad.

La muestra de estudio presenta heterogeneidad respecto a la edad, de importancia en los resultados debido a que podemos observar el diferente comportamiento de los resultados de acuerdo a la edad de los pacientes por lo tanto el estado previo de la rodilla a la lesión. (Grafica No.3)

Grafica No. 3 Pacientes con sustitución de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo según edad específica.



Fuente: Cuestionario de recopilación de datos.

La gráfica muestra las edades específicas de los pacientes donde puede observarse precisamente la heterogeneidad de la serie.

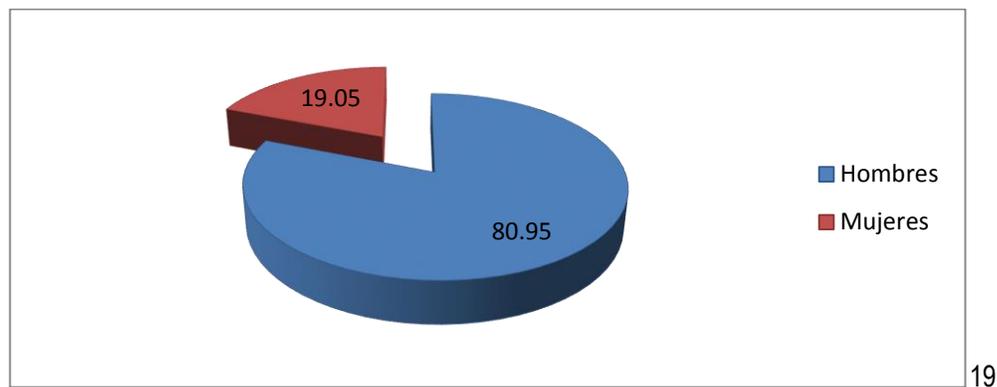
Cuadro No 2. Pacientes con sustitución de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo según sexo.

SEXO	Número	%
Hombres	17	80.95
Mujeres	4	19.05
Total	21	100.00

Fuente: Cuestionario de recopilación de datos.

Por otro lado, la muestra estuvo conformada por 17 hombres (80.95 % y 4 mujeres (19.05 %) (Cuadro no 2)

Grafica No. 4 Pacientes con sustitución de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo según sexo.



Fuente: Cuadro no 2

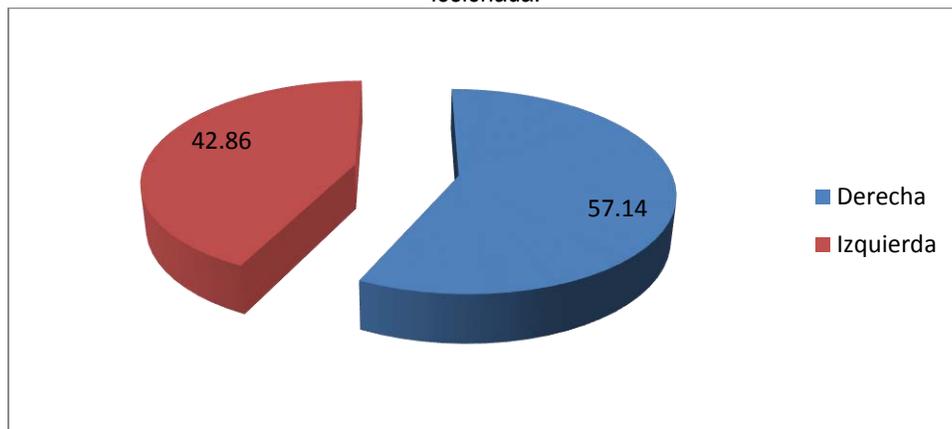
La rodilla con más frecuencia de lesión en el estudio fue la derecha con un 54.14% y la izquierda con un 42.86% sobre el total de 21 pacientes analizados (Cuadro No. 3 y Grafica No. 5

Cuadro no 3. Pacientes con sustitución de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo según rodilla lesionada.

RODILLA	Número	%
Derecha	12	57.14
Izquierda	9	42.86
Total	21	100.00

Fuente: Cuestionario de recopilación de datos.

Grafica No. 5 Pacientes con sustitución de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo según rodilla lesionada.



Fuente: Cuadro No 3.

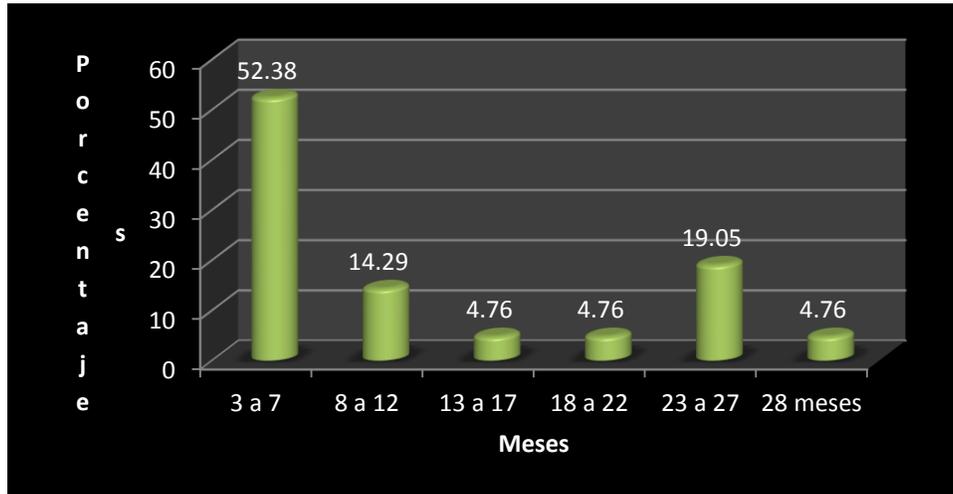
De los pacientes estudiados, el 52.38 % tenía entre 3 a 7 meses con la lesión de rodilla, en segundo término se tiene a los pacientes con lesión en el rango de 23 a 27 meses, significando el 19.05 %, y en tercer sitio se encuentran los pacientes con tiempo de la lesión entre 8 a 12 meses, representando el 14.29 %; para caracterizar a la muestra analizada se determinaron: media 11.38 meses, mediana 7 meses, moda 24 meses, desviación estándar 8.63 meses; la cifra mínima fue de 3 meses con la lesión y la máxima fue de 28 meses con la lesión (Cuadro no 4 y Grafica No. 6).

Cuadro no 4. Pacientes con sustitución de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo según tiempo con la lesión (meses)

Meses	Número	%
3-7	11	52.38
8-12	3	14.29
13-17	1	4.76
18-22	1	4.76
23-27	4	19.05
28 meses	1	4.76
Total	21	100.00

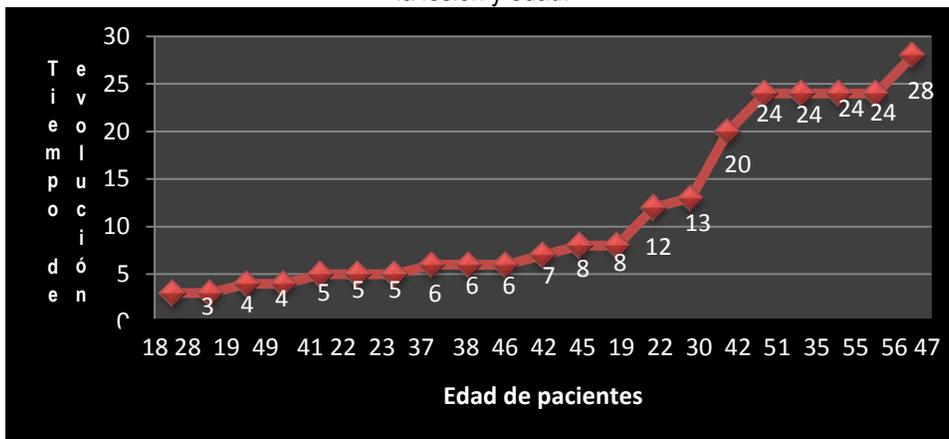
Fuente: Cuestionario de recopilación de datos.

Grafica No. 6 Pacientes con sustitución de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo según tiempo con la lesión (meses)



Fuente: Cuadro no 4.

Grafica No. 7 Pacientes con sustitución de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo según tiempo con la lesión y edad.



Fuente: Cuestionario de recopilación de datos.

La gráfica muestra las edades específicas de los pacientes, así como los meses transcurridos entre el día de la lesión hasta su intervención quirúrgica, podemos apreciar que los pacientes con menor edad acuden a recibir atención médica en un periodo menor de evolución.

Los 21 pacientes fueron intervenidos quirúrgicamente por el mismo Cirujano con la misma técnica quirúrgica con obtención de injerto autólogo de tendón recto interno y semitendinoso además de tendón peroneo corto. En donde el 85.7 % se obtuvo de tendones isquiotibiales y el 14.2% de peroneo corto. (Cuadro No, 5 y Grafica No.9)

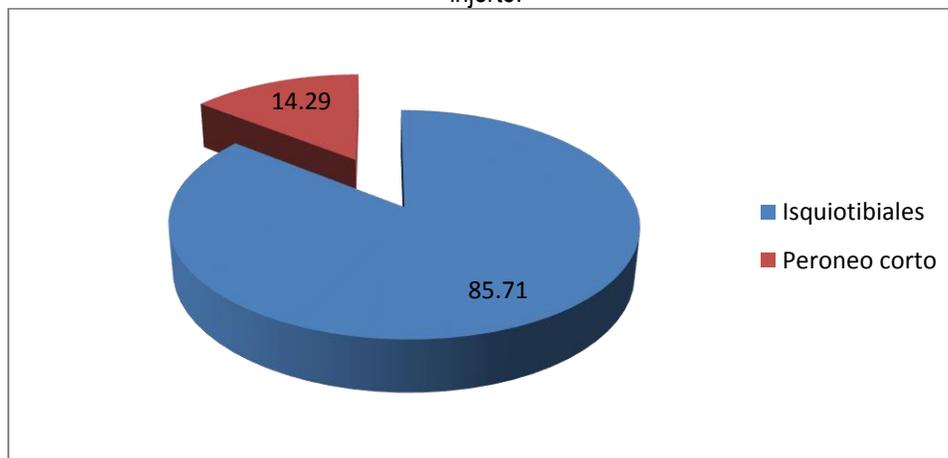
Cuadro No 5. Pacientes con sustitución de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo según tipo de injerto.

INJERTO	Número	%
Isquiotibiales	18	85.71
Peroneo corto	3	14.29
Total	21	100.00

Fuente: Cuestionario de recopilación de datos.

Según el tipo de injerto colocado, sobresale isquiotibiales representando el 85.71 % sobre el total de la muestra estudiada, y el peroneo corto con el 14.29 % (Cuadro no 5).

Grafica No, 8 Pacientes con sustitución de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo según tipo de injerto.



Fuente: Cuadro no 5.

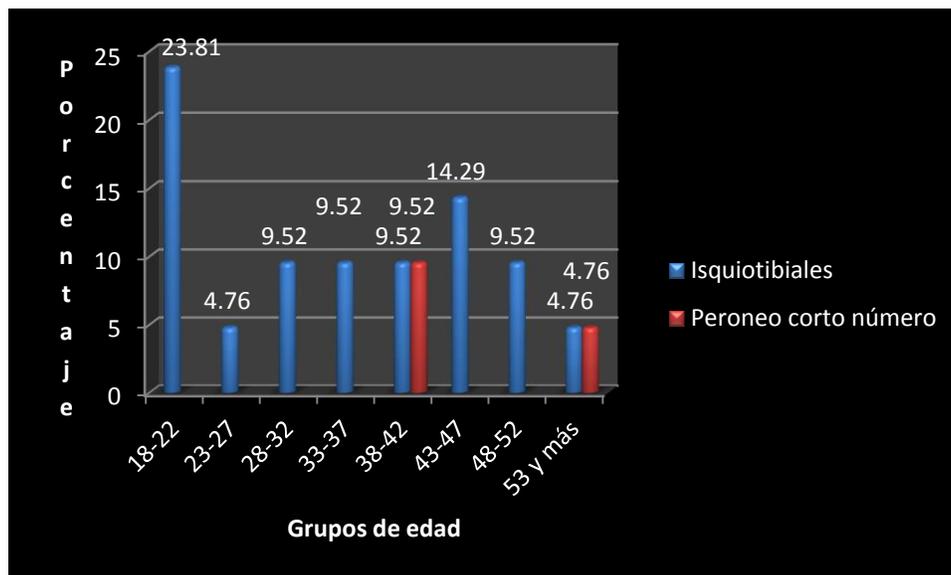
Al realizar el análisis por grupos de edad sobre los tipos de injerto colocados en relación en su distribución por grupos de edad, se observa que en el grupo de edades dentro del rango de 18 a 22 años el injerto isquiotibiales representó el 23.81 %, en segundo lugar se tiene al grupo de 43 a 47 años de edad con el 14.29 %; en lo referente a injerto peroneo corto, el 9.52 % se localiza en el rango de 38 a 42 años de edad (Cuadro No 6 y Grafica No. 10).

Cuadro no 6. Pacientes con sustitución de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo según tipo de injerto y grupos de edad.

Grupos de edad	Isquiotibiales número	%	Peroneo corto número	%	Total	%
18-22	5	23.81			5	23.81
23-27	1	4.76			1	4.76
28-32	2	9.52			2	9.52
33-37	2	9.52			2	9.52
38-42	2	9.52	2	9.52	4	19.05
43-47	3	14.29			3	14.29
48-52	2	9.52			2	9.52
53 y más	1	4.76	1	4.76	2	9.52
Total	18	85.71	3	14.29	21	100.0

Fuente: Cuestionario de recopilación de datos.

Grafica No. 9 Pacientes con sustitución de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo según tipo de injerto y grupos de edad.



Fuente: Cuadro No 6.

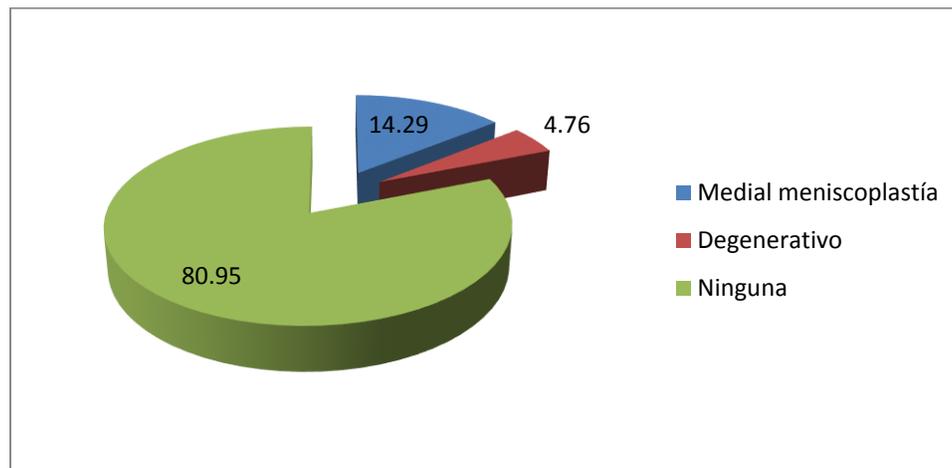
Con respecto a la incidencia de lesión de menisco en la muestra de estudio, solo se presentaron 3 pacientes con lesión de menisco medial, significando el 14.29 % sobre el total de 21 pacientes analizados, un caso de menisco degenerativo (4.76 %) y en el 80.95 % de los pacientes no hubo lesión de menisco (Cuadro no 7 y Grafica No. 11).

Cuadro No 7. Pacientes con sustitución de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo según lesión de menisco.

Lesión	Número	%
Medial meniscoplastía	3	14.29
Degenerativo	1	4.76
Ninguna	17	80.95
Total	21	100.00

Fuente: Cuestionario de recopilación de datos.

Grafica No. 10 Pacientes con sustitución de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo y lesión de menisco.



Fuente: Cuadro No 7.

Al realizar la aplicación de los cuestionarios IKDC respecto al examen de la rodilla Se evaluó la efusión (cantidad de líquido inflamatorio presente en la rodilla) resultando 20 pacientes con resultado normal significando el 95.24 % y solo en un caso con efusión leve (Menor de 25cc de líquido) calificando a este caso como casi normal, significando el 4.76 % (Cuadro no 8).

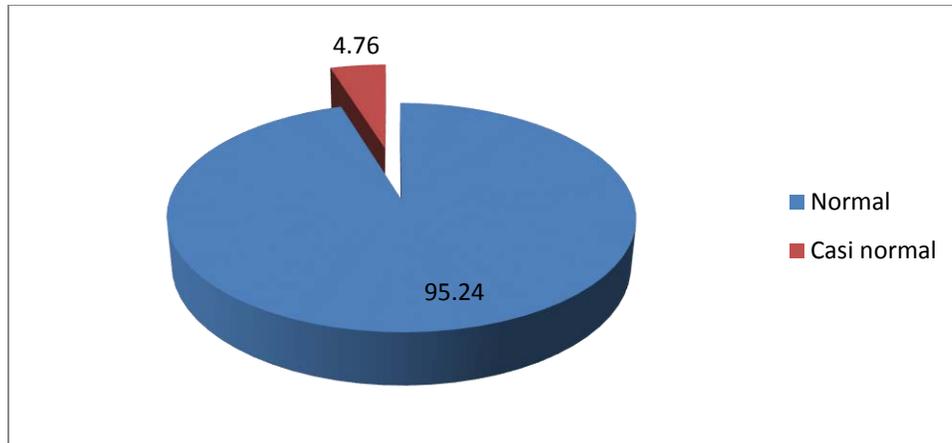
Cuadro No 8. Pacientes con sustitución de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo según resultado postoperatorio. EFUSIÓN

EFUSIÓN	Número	%
Normal	20	95.24
Casi normal	1	4.76
Total	21	100.00

Fuente: Cuestionario de recopilación de datos.

Grafica No. 11 Pacientes con sustitución de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo según resultado postoperatorio.

### EFUSIÓN



Fuente: Cuadro No 8:

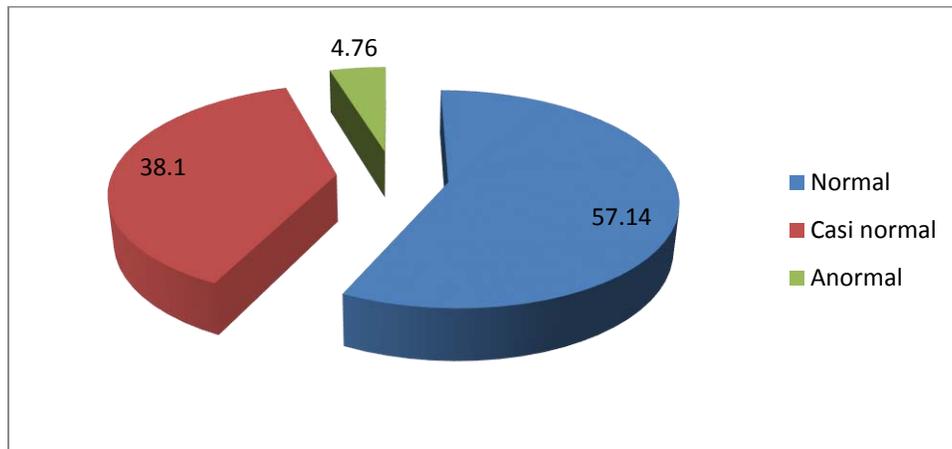
Al realizar la evaluación del segundo punto del cuestionario que valora el déficit de movimiento provocado por un doctor en una rodilla pasiva, registrando en grado de movimiento con un goniómetro comparando con el grado de movimiento de la rodilla contralateral. Durante el examen de la rodilla, se detectó que en el 57.14 % de los pacientes el resultado fue normal, mientras que en el 38.10 % el resultado fue casi normal; lo sobresaliente en la evaluación es que hubo un solo paciente cuyo resultado fue anormal, significando el 4.76% (Cuadro no 9).

Cuadro No 9. Pacientes con sustitución de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo según resultado postoperatorio. DÉFICIT DE MOVIMIENTO PROVOCADO POR UN DOCTOR EN UNA RODILLA PASIVA.

DÉFICIT	Número	%
Normal	12	57.14
Casi normal	8	38.10
Anormal	1	4.76
Total	21	100.00

Fuente: Cuestionario de recopilación de datos.

Grafica No. 12 Pacientes con sustitución de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo según resultado postoperatorio. DÉFICIT DE MOVIMIENTO PROVOCADO POR UN DOCTOR EN UNA RODILLA PASIVA.



Fuente: Cuadro No 9.

Al realizar el Examen de ligamento se realiza con pruebas manuales ya que en nuestro servicio no contamos con la existencia de Artrometro. Evaluamos el test de Lachman, traslación anterior, traslación anteroposterior a 25° y 70°, cajón posterior a 70°, abertura de la articulación medial y lateral, prueba de rotación interna y externa con rodilla en flexión boca abajo a 30° y 90°, cambio de posición en pivote y pivote reverso. Al respecto cabe señalar que durante el examen del ligamento de la rodilla, se detectó que en el 90.48 % de los pacientes el resultado fue normal, mientras que en el 9.52 % el resultado fue casi normal (Cuadro no 10).

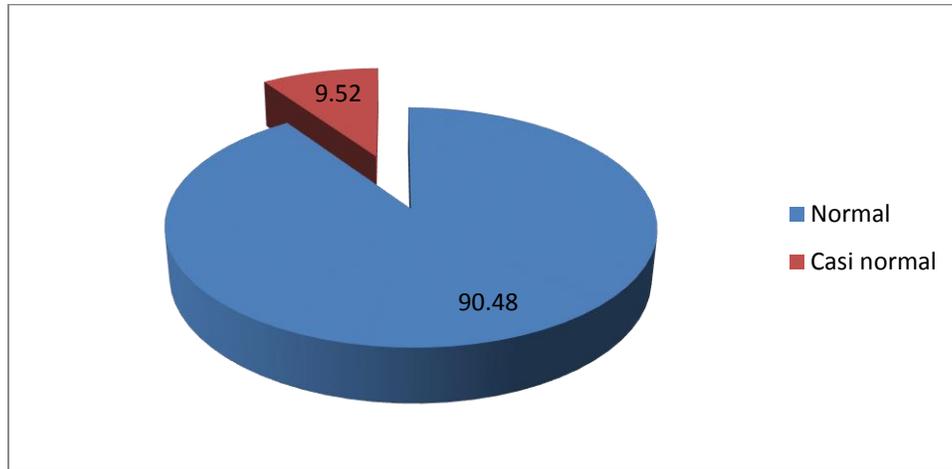
Cuadro No 10. Pacientes con sustitución de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo según resultado postoperatorio. EXÁMEN DE LIGAMENTO.

EXÁMEN	Número	%
Normal	19	90.48
Casi normal	2	9.52
Total	21	100.00

Fuente: Cuestionario de recopilación de datos.

Grafica No. 13 Pacientes con sustitución de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo según resultado postoperatorio

### EXÁMEN DE LIGAMENTO.



Fuente: Cuadro No 10.

Se aplicó el cuestionario IKDC sobre la evaluación subjetiva de la rodilla a todos los pacientes en donde los puntos transformados se interpretan como una medida de la habilidad para funcionar, en forma que los puntos más altos representan niveles más altos de funcionamiento y niveles más bajos de los síntomas. Se interpreta que 100 puntos significan que no hay limitación en las actividades de la vida diaria o actividades deportivas, y la ausencia de síntomas. Se obtuvieron los siguientes resultados (Grafica No. 14)

El valor medio de la función fue de 84.31 % con un mínimo de 71.7 % a un máximo de 93.1 % con una desviación estándar de 6.84; el intervalo para un 95 % de confianza es 70.63 %---97.99 %. El resultado es de buena función hasta excelente función.

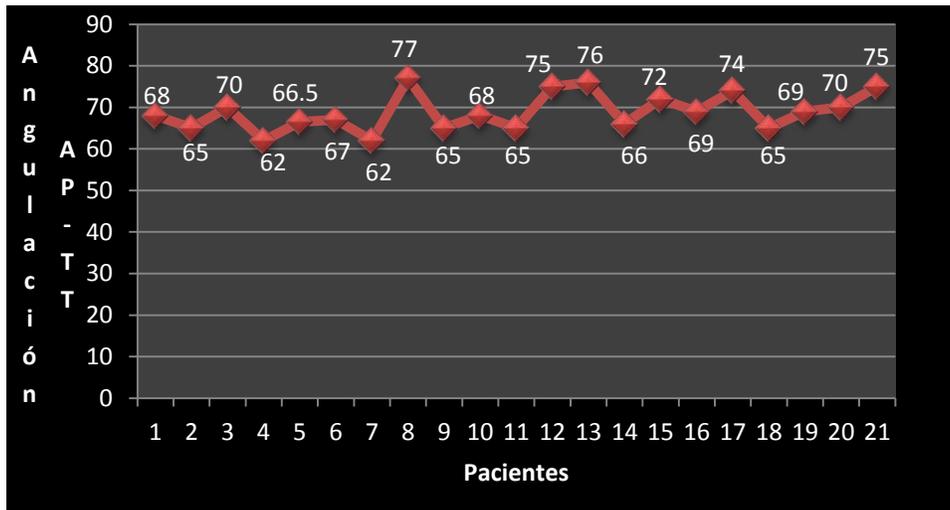
Grafica No. 14 Pacientes con sustitución de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo según el porcentaje de función.



Se realizó la valoración radiográfica posquirúrgica de seguimiento en todos los pacientes de nuestra población de estudio. Los parámetros de medición fueron los siguientes, el ángulo del túnel tibial en proyección AP (AP-TT), ángulo del túnel tibial en proyección sagital (Sagú-TT), la localización del túnel femoral en los cuadrantes de Bernard, la medición de la distancia del túnel tibial a la región anterior de la meseta tibial, y finalmente se evaluó el grado de artrosis con la escala Kellgren y Lowence.

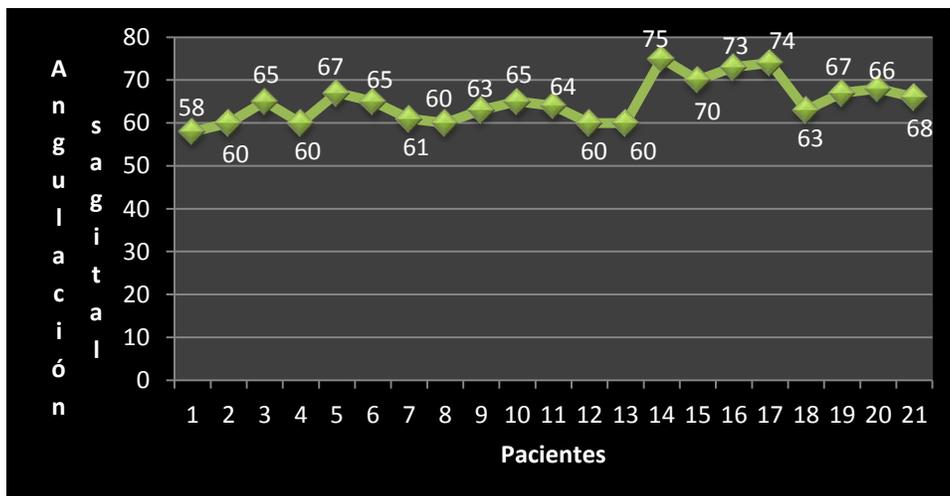
La medición del túnel tibial en la proyección anteroposterior se muestra en la gráfica No. 15 en donde el valor medio de AP-TT fue de  $68.88^\circ$  con un mínimo de  $62^\circ$  y un máximo de  $77^\circ$  con una desviación estándar de  $4.49^\circ$ .

Grafica No. 15 Pacientes con sustitución de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo según angulación AP-TT.



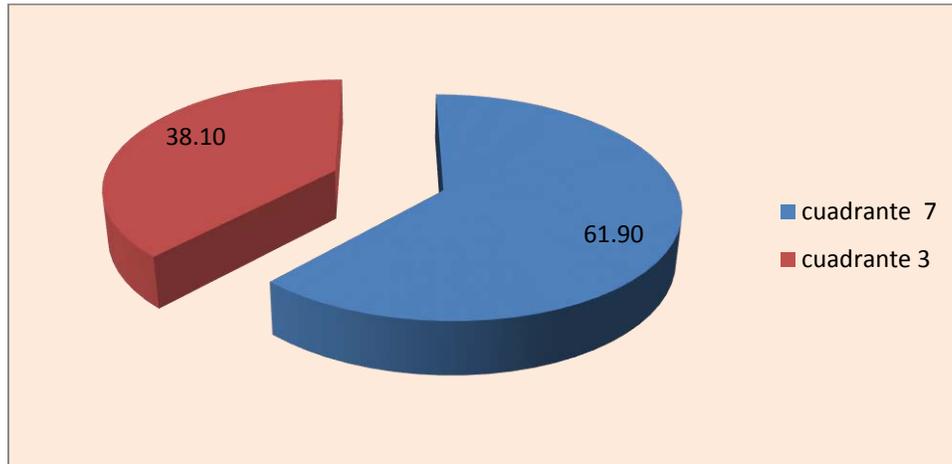
La medición del túnel tibial en proyección sagital se muestra en la gráfica No. 16 en donde el valor medio de TT-Sag fue de  $64.9^\circ$  con un valor máximo de  $75^\circ$  y un valor mínimo de  $58^\circ$ .

Grafica No. 16 Pacientes con sustitución de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo según angulación sagital.



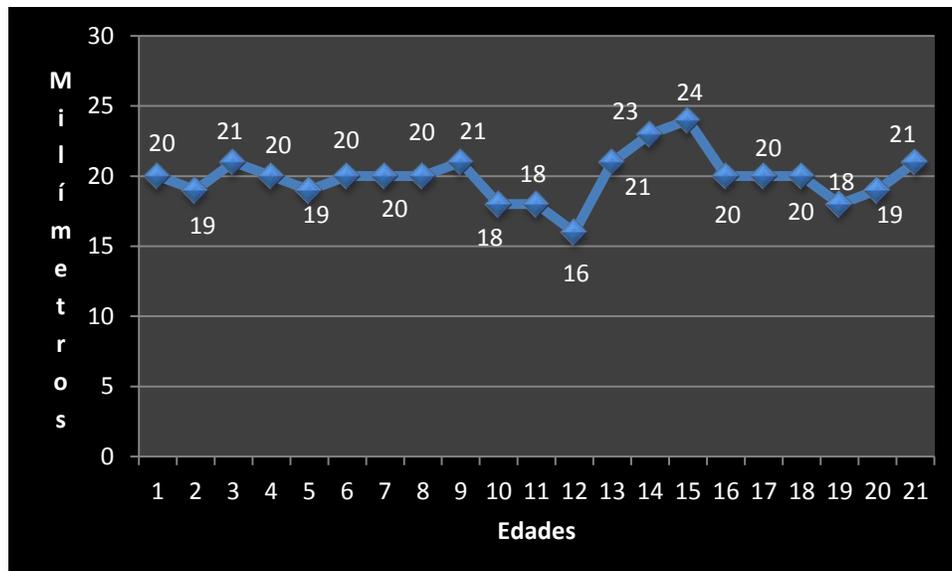
Al realizar la localización de los cuadrantes de Bernard para la localización del túnel femoral en la superficie medial del cóndilo lateral en una proyección lateral de rodilla, se obtuvieron solo 2 localizaciones de las cuales el 61.9% corresponde al cuadrante No. 7 y el 38.1% al cuadrante No. 3. (Grafica No. 16)

Grafica No. 17 Pacientes con sustitución de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo según método de localización de los cuadrantes de Bernard cuadrantes 3 y 7



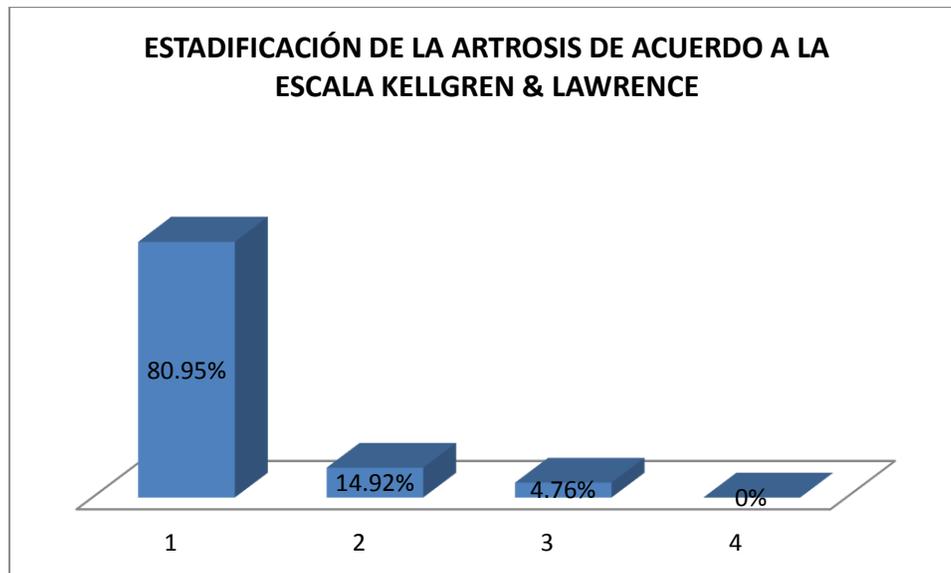
La medición de la distancia del túnel tibial entre el borde anterior de la meseta tibial y el borde anterior del túnel tibial, se realizó en una proyección lateral de rodilla obteniendo una media de 19.9mm de distancia, una distancia mínima de 16mm, una distancia máxima de 24mm. (Grafica No. 17)

Grafica No. 18 Pacientes con sustitución de ligamento cruzado anterior con injerto autólogo según valores de la distancia del túnel tibial - meseta tibial (mm).



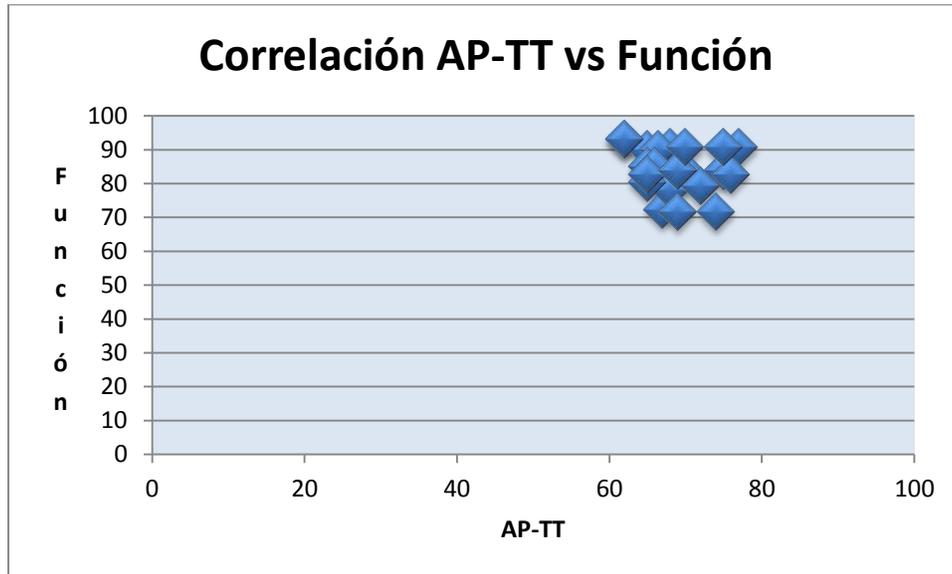
Se realizó la evaluación radiográfica de la artrosis desarrollada en la muestra de estudio, según la escala de Kellgren & Lawrence obteniendo los siguientes resultados, 17 pacientes en el estadio I (80.95%), 3 pacientes en el estadio II (14.92%) y 1 paciente en el estadio III (4.76%). (Grafica No. 18)

Grafica No. 19 Estadificación del porcentaje de nivel de artrosis según la escala Kellgren & Lawrence



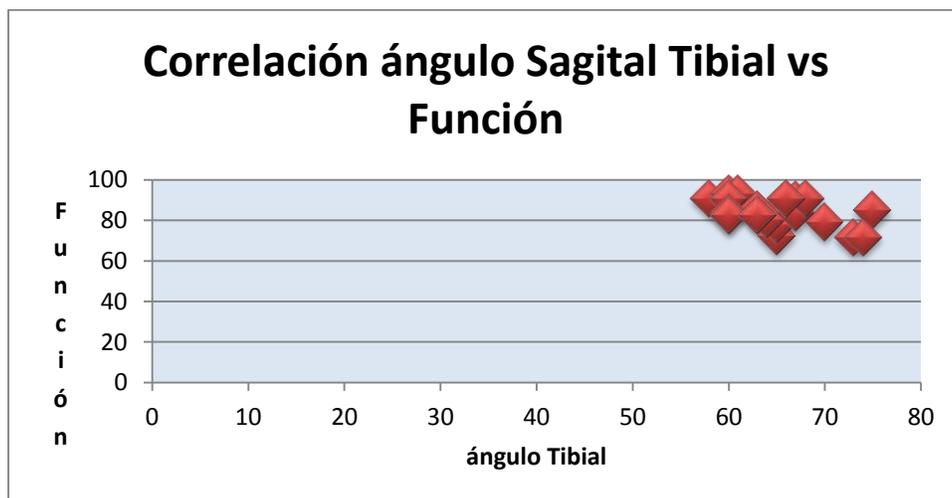
Posteriormente al análisis de los resultados correlacionamos la medición radiográfica del ángulo tibial en proyección AP-TT de la rodilla con el resultado obtenido de la evaluación subjetiva de la rodilla realizada por los propios pacientes (puntos IKDC) que determina la habilidad para funcionar, se determinó una correlación de Pearson de -0.19 (el resultado máximo esperado es de 1) lo que realmente significa baja correlación por estar concentrados y dispersos los puntajes individuales de cada paciente; sin embargo la correlación es de tipo estadístico, pero clínicamente al obtenerse una medición positiva del ángulo tibial, y también al obtenerse resultado positivo en la calificación subjetiva de la función, puede decirse que en ambos casos el resultado casi llega al excelente funcionamiento, ya que a partir de 50 % de calificación de la función, la evaluación indica de buena a excelente función (rodilla con alta mejoría y poco o nulo dolor). El valor medio obtenido del ángulo AP-TT fue de 68.88 °, con una cifra mínima de 62° y una máxima cifra de 77°, y el valor medio de la función fue de 84.31 % con un mínimo de 71.7 % a un máximo de 93.1 % (Grafica No. 19)

Grafica No. 20 Correlación entre el ángulo del túnel tibial en proyección AP y la función subjetiva de la rodilla de acuerdo a los cuestionarios IKDC



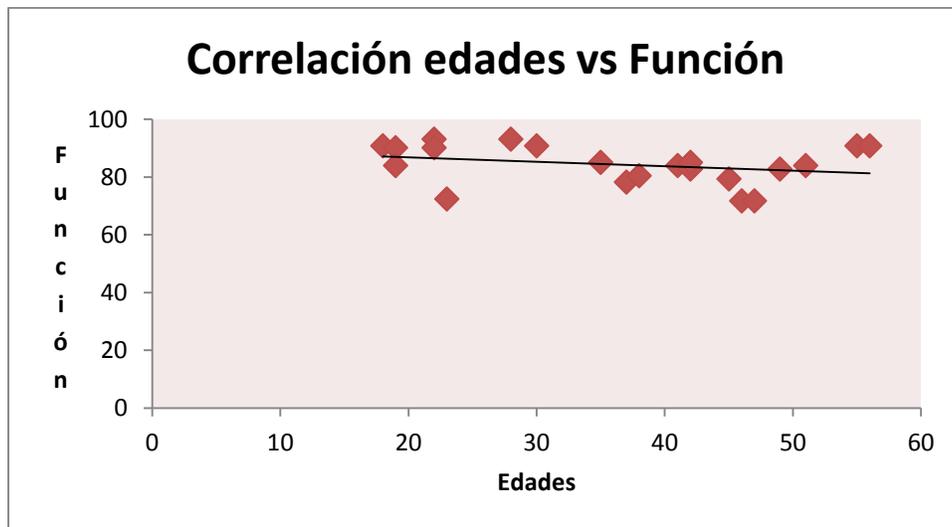
Al correlacionar el ángulo sagital tibial con el resultado obtenido de la evaluación subjetiva de la rodilla realizada por los propios pacientes (puntos IKDC) que determina la habilidad para funcionar, se determinó una correlación de Pearson de -0.54 (el resultado máximo esperado es de 1 lo que realmente significa una baja correlación, sin embargo clínicamente al obtenerse una medición positiva en la calificación subjetiva de la función, puede decirse que el resultado casi llega al excelente funcionamiento, ya que a partir de 75% de calificación de la función la evaluación indica de buena a excelente función (rodilla con alta mejoría y poco o nulo dolor). El valor medio de la función fue de 84.31 % con un mínimo de 71.7 % a un máximo de 93.1 % con una desviación estándar de 6.84; el intervalo para un 95 % de confianza es 70.63 %----97.99 %. El resultado es de muy buena función hasta excelente función. (Grafica No. 20)

Grafica No. 21 Correlación entre el ángulo del túnel tibial en proyección sagital con la función subjetiva de la rodilla de acuerdo a los cuestionarios IKDC.



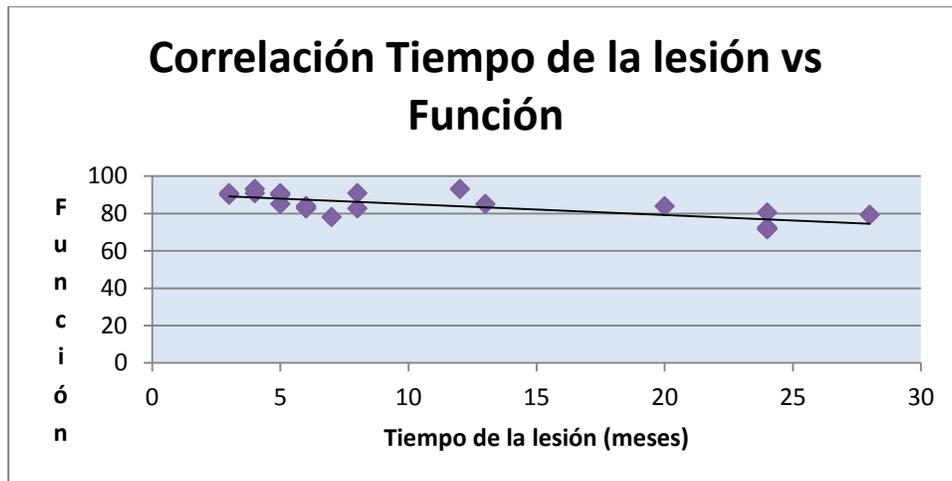
Al correlacionar las edades específicas de cada paciente con el resultado obtenido de la evaluación subjetiva de la rodilla realizada por los propios pacientes (puntos IKDC) que determina la habilidad para funcionar, se determinó una correlación de Pearson de  $-0.77$  (el resultado máximo esperado es de 1 lo que realmente significa una alta correlación; lo cual concuerda también clínicamente al obtenerse una medición positiva en la calificación subjetiva de la función, puede decirse que el resultado casi llega al excelente funcionamiento, ya que a partir de 50 % de calificación de la función la evaluación indica de buena a excelente función (rodilla con alta mejoría y poco o nulo dolor). El valor medio de la función fue de 84.31 % con un mínimo de 71.7 % a un máximo de 93.1 % con una desviación estándar de 6.84; el intervalo para un 95 % de confianza es 70.63 %---97.99 %. El resultado es de muy buena función hasta excelente función, solo hubo un caso en el postoperatorio con calificación anormal.

Gráfica No. 22 Correlación entre la edad de cada paciente y el grado de función subjetiva de acuerdo a los cuestionarios IKDC



Al correlacionar el tiempo transcurrido desde la lesión hasta el día de la intervención quirúrgica con el resultado obtenido de la evaluación subjetiva de la rodilla realizada por los propios pacientes (puntos IKDC) que determina la habilidad para funcionar, se determinó una correlación de Pearson de  $-0.74$  (el resultado máximo esperado es de 1) lo que realmente significa una alta correlación; lo cual concuerda también clínicamente al obtenerse una medición positiva en la calificación subjetiva de la función, puede decirse que el resultado casi llega al excelente funcionamiento, ya que a partir de 50 % de calificación de la función la evaluación indica de buena a excelente función (rodilla con alta mejoría y poco o nulo dolor). El valor medio de la función fue de 84.31 % con un mínimo de 71.7 % a un máximo de 93.1 % con una desviación estándar de 6.84; el intervalo para un 95 % de confianza es 70.63 %---97.99 %. El resultado es de muy buena función hasta excelente función, solo hubo un caso en el postoperatorio con calificación anormal.

Grafica No. 23 Correlación del tiempo de lesión trascurrido desde la lesión hasta la intervención quirúrgica con el grado de función subjetiva.



## VIII) DISCUSIÓN

### DISCUSIÓN

La rotura del LCA supone un evento traumático en la vida de los adultos jóvenes, especialmente en la edad de mayor demanda articular. Esta lesión supone un déficit tanto estructural como funcional que puede convertirse en una forma de discapacidad y de restricción en la participación social. La cirugía de reconstrucción intenta minimizar este déficit a corto y medio plazo. Este estudio evalúa los resultados angulares posquirúrgicos y funcionales a corto plazo de la reconstrucción de LCA mediante la técnica de ligamentoplastia artroscópica con único haz, con sustitución de LCA con injerto de tendones recto interno-semi-tendinoso y peroneo corto, evaluando los valores angulares posquirúrgicos del injerto de manera indirecta, la función global subjetiva de la rodilla intervenida, la estabilidad de la rodilla intervenida, la valoración radiológica de los cambios degenerativos en un periodo de seguimiento de 1 a 3 años de la intervención. Es un estudio retrospectivo longitudinal observacional a corto plazo sobre población general que no cuenta con seguridad social.

Existen escasos estudios similares sobre la evolución de la cirugía del LCA a corto mediano y largo plazo, en los que se valore la anatomía angular posquirúrgica en comparación con la estabilidad articular, la evolución radiológica y los test de funcionalidad específicos.

Es importante conocer la población diana debido a que los medios disponibles en su sistema sanitario y los recursos que se van a utilizar en su recuperación, sean equiparables y no supongan un sesgo. Los pacientes de nivel socioeconómico bajo / medio bajo disponen de menor precocidad en el acceso a la asistencia y menos recursos estructurales para la rehabilitación, pero a su vez la lesión del LCA supondrá para ellos una mayor discapacidad que para la población general, debido a ello precisan una recuperación más lenta y tienen mayor riesgo de lesiones asociadas.

En nuestro estudio el 80.9% de los pacientes son varones. Los estudios a largo plazo en los que se describe el sexo de los participantes presentan datos similares, con un porcentaje 1:3 favorable a los hombres, dentro de la población muestra destaca el mayor porcentaje de lesión en pacientes con un rango de edad de 18 a 22 años con un 23.81%, seguido del grupo de edad de 38 a 42 años con un 19.06%. La rodilla con mayor porcentaje de lesión es la derecha con un 57.14%.

De acuerdo al tiempo de evolución de los pacientes en estudio, desde el momento de la lesión hasta el día de la intervención quirúrgica realizada se observa que el rango que va desde los 3 a 7 meses es el de mayor porcentaje con un 52.38%, revelando que por lo menos más del 50% de los pacientes en nuestra población de estudio se realiza la intervención quirúrgica en los primeros 6 meses de evolución de la enfermedad, sin embargo al comparar el tiempo de evolución con la edad de los pacientes se observa que los pacientes con menor edad (menores de 30 años) acuden a recibir atención médica con mayor prontitud.

A los 21 pacientes intervenidos quirúrgicamente de reconstrucción de ligamento cruzado anterior, el 100% de las intervenciones se realiza por un mismo cirujano, se realiza cosecha de injerto autólogo de 2 zonas, tendones de músculos isquiotibiales (Recto interno-semi-tendinoso) en un 85.71% y tendón del musculo peroneo corto en un 14.29%. Dentro de la técnica quirúrgica al realizar el recorrido artroscópico precisamente en la zona de rotura ligamentaria se realiza limpieza articular hasta observar las huellas de inserción nativas del ligamento cruzado anterior, posteriormente para realizar la orientación y dirección del túnel tibial se localiza el punto isométrico se coloca la guía tibial y se realiza perforación del túnel, para la configuración del

túnel femoral se localiza la cara medial posterosuperior de cóndilo lateral (zona 7 de Bernard), con flexión de 90° se realiza perforación de túnel femoral. Se realiza la fijación del injerto mediante un botón femoral. En la región metafisaria de tibia se realiza la fijación del injerto previamente tensado con 1 tornillo canulado de interposición biodegradable. Al terminar la fijación del injerto de tendón y sistema se realiza cajón artroscópico observando la corrección de la traslación anterior tibial.

Dentro de las lesiones asociadas a la rotura del ligamento cruzado anterior en nuestra población de estudio se encontró la lesión de menisco medial en un 14.29%, lesión meniscal degenerativa medial en un 4.76%.

Se realizó la aplicación de dos formularios de acuerdo al Comité Internacional de Documentación Sobre la rodilla (IKDC) el primero "formulario para la evaluación subjetiva de la rodilla" y segundo "formulario para el examen de la rodilla" cada uno de ellos descrito de manera amplia.

Dentro del formulario para el examen de la rodilla se tomaron los tres primeros puntos, la efusión, el déficit de movimiento y el examen del ligamento. Respecto a la evaluación de la Efusión refiriéndose a la cantidad de líquido inflamatorio contenido en la rodilla, el 95.24% de los pacientes evaluados se determinaron como normales y el 4.76% se determinó como casi normal, coincidiendo con el interrogatorio aplicado sobre la evaluación subjetiva de la rodilla. Se realizó la valoración del déficit de movimiento evaluado por el mismo cirujano con arcos de movimiento pasivos, la evaluación se realizó con goniómetro en los 21 pacientes en comparación con la rodilla normal. En el 57.14% % de los pacientes se determinaron resultados normales, significando ausencia de déficit de movimientos, el 38.1% se determinó como resultado casi normal con un déficit de movimiento con rango de -3° a -5° de falta de extensión y de 6 a 15° de flexión, el 4.76% se encuentra con resultado anormal equivalente a un rango de déficit de movimiento de -6° a -10° para la extensión y de 16° a 25° para la extensión. El mayor déficit de movimiento para los resultados casi normal y anormal se observa durante la flexión de la rodilla con un rango de déficit de movimiento que va desde los 3° a 20°, el valor máximo de déficit de movimiento para la extensión fue de - 3°. Al realizar el examen del ligamento de manera manual todas las pruebas realizadas por el mismo cirujano, la prueba de Lachman manual a 25° en el 90.48% de los pacientes con desplazamiento menor a 2mm, el 9.52% con desplazamiento de 3 a 5mm, la prueba de traslación anteroposterior total a 25° y 70° el 90.48% con un desplazamiento menor de 2mm, el 9.52% con desplazamiento de 3 a 5mm, la prueba de cajón posterior a 70° de flexión en el 100% de los pacientes fue menor a 2mm, al realizar la prueba de apertura de la articulación medial y lateral el 100% de los pacientes con apertura menor de 2mm, las pruebas de rotación externa con flexión boca abajo a 30° y 90° con rotación menor a 5° en el 100% de los pacientes, las pruebas de pivote y pivote reverso en el 100% de los pacientes con resultado normal. Se determinó dentro de la evaluación del ligamento global con pruebas manuales en los 21 pacientes incluyendo los 3 primeros rubros del formulario que un 90.48% de los pacientes tienen un examen normal y un 9.52% de los pacientes un resultado casi normal.

El segundo formulario aplicado fue el de valoración subjetiva de la rodilla, en donde se valora la función de acuerdo a la percepción del paciente, el promedio de la función fue de 84.31%, con un valor máximo de 97.99% y un valor mínimo de 70.93% con un intervalo de confianza del 95%, en donde los puntos transformados se interpretan como una medida de la habilidad para funcionar, en forma que los puntos más altos representan niveles más altos de funcionamiento y niveles más bajos de los síntomas

La evaluación radiográfica de la anatomía angular del injerto se realiza de manera indirecta al realizar estudio radiográfico de control con la rodilla en extensión en bipedestación y flexión de 30°, la medición radiográfica se realiza en la proyección AP al medir el ángulo comprendido por la línea articular de la meseta tibial y el eje

mayor del túnel tibial, el valor promedio del ángulo fue de  $68.8^\circ$ , con un rango que va desde los  $62^\circ$  a los  $77^\circ$  con una desviación estándar de  $4.49^\circ$ . La medición del túnel tibial en la proyección sagital se realiza de acuerdo a la línea articular de la meseta tibial lateral con el eje mayor del túnel tibial, el valor promedio es de  $64.9^\circ$  con un rango que va desde los  $58^\circ$  a los  $75^\circ$ . De igual manera se realizó la medición de la localización del sitio de perforación del túnel femoral en la cara interna del cóndilo lateral en la totalidad de las rodillas intervenidas quirúrgicamente de acuerdo a los cuadrantes de Bernard en una proyección radiográfica lateral a  $30^\circ$  de flexión, obteniendo buenas localizaciones con un 61.9% con localización en el cuadrante 7 y el 38.1% en el cuadrante número 3. Se realizó la medición de la localización del injerto de acuerdo a la distancia del túnel tibial respecto a la región anterior de la meseta tibial necesaria observando una medida promedio de 19.9mm con una distancia mínima de 16 mm y una máxima de 24mm,

Se estadifico el grado de artrosis desarrollada de acuerdo a los criterios de Kellgren y Lawrence con proyecciones radiográficas anteroposterior con apoyo y lateral a  $30^\circ$  de flexión, el 80.95% de los pacientes se encuentran en el Grado I, el 14.92% de los pacientes en el Grado II y el 4.76% de los pacientes en el Grado III

Posteriormente se aplicaron correlaciones entre diferentes variables respecto a la valoración subjetiva de la rodilla o habilidad para funcionar. Se aplicó la correlación lineal de variables con el coeficiente de Pearson. Se correlaciono la serie de mediciones del ángulo tibial en proyección anterior respecto al formulario de evaluación subjetiva de la rodilla se encontró una correlación baja de -0.19. La correlación con el coeficiente de Pearson cuando se acerca a los valores de 1 o -1 significa que tiene alta correlación directamente proporcional o inversamente proporcional respectivamente, sin embargo cuando más se acerca a 0 tiene un nivel de menor significancia, con respecto a nuestros valores obtenidos en el análisis estadístico el resultado nos dice que no existe correlación directa e indirecta en cuanto a la dirección promedio del LCA nativo que es de  $62^\circ$  de inclinación, en nuestro estudio obtuvimos medidas angulares que van desde los  $62^\circ$  a los  $77^\circ$  y de acuerdo a los resultados obtenidos en los cuestionarios el nivel de función de la rodilla intervenida es de buena a excelente.

Al realizar la correlación lineal de variables con P de Pearson del ángulo tibial en proyección sagital como debería de esperarse encontramos una correlación baja de -0.54 sin embargo con un valor más elevado que la obtenida en la correlación AP-TT vs Función, debido a que podemos observar en la Grafica No. 21 que los valores más bajos de angulación se correlacionan con mejor función. El valor normal de angulación en el plano sagital en un ligamento nativo en promedio es de  $43^\circ$ , nuestros valores de medición de la dirección angular en proyección sagital varían desde los  $58^\circ$  a los  $75^\circ$ .

Se realizó la correlación lineal de variables con P de Pearson respecto a la edad y la función subjetiva de la rodilla como habilidad para funcionar, se determinó una correlación de -0.77; el resultado máximo esperado es 1 por lo tanto se observa alta correlación inversa sobre la edad y la función subjetiva como habilidad para funcional de la rodilla intervenida ya que se observa en la gráfica No.22 que a menor edad el porcentaje de función incrementa, así como a mayor edad el porcentaje de función de la rodilla intervenida disminuye.

Finalmente realizamos la correlación lineal con P de Pearson con el tiempo de evolución de la lesión y la función subjetiva de la rodilla que evalúa la habilidad para funcionar, se determinó una correlación de Pearson de -0.74 (el resultado máximo esperado es de 1) lo que realmente significa una alta correlación, El valor medio de la función fue de 84.31 % con un mínimo de 71.7 % a un máximo de 93.1 % con una desviación estándar de 6.84; el intervalo para un 95 % de confianza es 70.63 %----97.99 %. Al evaluar los datos obtenidos en la gráfica No. 23

Analizamos el caso que presentó anormalidad, es un hombre de 55 años de edad, con lesión de LCA de rodilla derecha, con 24 meses de tiempo de evolución desde su lesión, con reconstrucción artroscópica mediante injerto autólogo tendón peroneo corto, sin lesión de menisco, con AP-TT de 69°, sagital de 73° L-K III, Bernard de 7, meseta tibial de 20 mm y con una función de 71.7 %, a la valoración de la estabilidad de la rodilla se obtienen resultados satisfactorios. El paciente a la encuesta refirió tener dolor durante las últimas 4 semanas de 3 puntos en la escala visual analógica; y a la fecha del examen refirió tener una puntuación de 3 (con dolor leve en la rodilla), con efusión casi normal y sin embargo con limitación leve para la realización de actividades físicas. Por estas situaciones obtuvo una IKDC DEL 71.7 %, que fue precisamente la cifra más baja de los 21 pacientes estudiados, sin embargo cabe mencionar que dentro del interrogatorio previo el paciente refirió haber cursado con dolor crónico de la rodilla por artrosis femoropatelar..

## XI CONCLUSIONES

1.- La reconstrucción angular anatómica del injerto LCA es punto clave para la estabilidad de la rodilla, debido a que en los pacientes que obtiene una dirección más parecida a la del LCA nativo, cursan con mejores resultados de estabilidad y función de la rodilla.

2.- Dentro de la reconstrucción angular del injerto proporcionan más estabilidad y mejor función las reconstrucciones que cuentan con angulación menor de 70° en la proyección lateral.

3.- Dentro de la reconstrucción angular del injerto proporcionan mejores resultados de estabilidad y función las reconstrucciones que cuentan con angulación mayor de 60° y menor de 70°

4.- Los pacientes de menor edad arrojan mejores resultados de estabilidad y función, siempre y cuando la reconstrucción se realice de manera temprana.

5.- El tiempo de evolución de la ruptura del ligamento a la fecha de la intervención quirúrgica es punto clave para los resultados funcionales a largo plazo. Entre menor tiempo transcurrido pase desde la lesión a la intervención quirúrgica mejor será el resultado a largo plazo.

6.- La técnica de reconstrucción del LCA con injerto autólogo de tendones isquiotibiales o peroneo corto es efectiva para pacientes con ruptura de LCA no deportistas debido a que en nuestro estudio obtuvimos buenos resultados del 81.7% en promedio de función subjetiva.

## X) BIBLIOGRAFIA

1. Zelle, B.A. Herzka, A.S. Harner, C. Evaluation of clinical outcomes in anterior cruciate ligament surgery. *Oper Tech Orthop* 2005;15:76-84.
2. Haim A, Pritsch T, Yosepov L, Arbel R. Anterior cruciate ligament injuries. *Harefuah* 2006 Mar;145(3):208-14, 244-5.
3. Irrgang JJ, Ho H, Harner CD, Fu FH. Use of the International Knee Documentation Committee guidelines to assess outcome following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg.Sports Traumatol.Arthrosc.* 1998;6(2):107-114.
4. Hashemi J, Chandrashekar N, Mansouri H, Slauterbeck JR, Hardy DM. The human anterior cruciate ligament: sex differences in ultrastructure and correlation with biomechanical properties. *J.Orthop.Res.* 2008 Jul;26(7):945-950.
5. Siebold R, Ellert T, Metz S, Metz J. Femoral insertions of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament: morphometry and arthroscopic orientation models for double-bundle bone tunnel placement--a cadaver study. *Arthroscopy* 2008 May;24(5):585-592.
6. Zimny ML. Mechanoreceptors in articular tissues. *Am.J.Anat.* 1988 May;182(1):16-32. 124 7. Amir G, Lowe J, Finsterbush A. Histomorphometric analysis of innervation of the anterior cruciate ligament in osteoarthritis. *J.Orthop.Res.* 1995 Jan;13(1):78-82.
8. Zantop T, Petersen W, Sekiya JK, Musahl V, Fu FH. Anterior cruciate ligament anatomy and function relating to anatomical reconstruction. *Knee Surg.Sports Traumatol.Arthrosc.* 2006 Oct;14(10):982-992.
9. Kennedy JC, Weinberg HW, Wilson AS. The anatomy and function of the anterior cruciate ligament. As determined by clinical and morphological studies. *J.Bone Joint Surg.Am.* 1974 Mar;56(2):223-235.
10. Noyes FR, DeLucas JL, Torvik PJ. Biomechanics of anterior cruciate ligament failure: an analysis of strain-rate sensitivity and mechanisms of failure in primates. *J.Bone Joint Surg.Am.* 1974 Mar;56(2):236-253.
11. Furman W, Marshall JL, Girgis FG. The anterior cruciate ligament. A functional analysis based on postmortem studies. *J.Bone Joint Surg.Am.* 1976 Mar;58(2):179-185.
12. Sandberg R, Balkfors B, Nilsson B, Westlin N. Operative versus non-operative treatment of recent injuries to the ligaments of the knee. A prospective randomized study. *J.Bone Joint Surg.Am.* 1987 Oct;69(8):1120-1126.
13. Andersson C, Odensten M, Good L, Gillquist J. Surgical or non-surgical treatment of acute rupture of the anterior cruciate ligament. A randomized study with long-term follow-up. *J.Bone Joint Surg.Am.* 1989 Aug;71(7):965-974. 126
14. O'Connor DP, Laughlin MS, Woods GW. Factors related to additional knee injuries after anterior cruciate ligament injury. *Arthroscopy* 2005 Apr;21(4):431-438.
15. Levy AS, Meier SW. Approach to cartilage injury in the anterior cruciate ligament-deficient knee. *Orthop.Clin.North Am.* 2003 Jan;34(1):149-167.
16. Lohmander LS, Englund PM, Dahl LL, Roos EM. The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries: osteoarthritis. *Am.J.Sports Med.* 2007 Oct;35(10):1756-1769.
17. Neuman P, Englund M, Kostogiannis I, Friden T, Roos H, Dahlberg LE. Prevalence of tibiofemoral osteoarthritis 15 years after nonoperative treatment of anterior cruciate ligament injury: a prospective cohort study. *Am.J.Sports Med.* 2008 Sep;36(9):1717-1725.
18. Shirakura K, Terauchi M, Kizuki S, Moro S, Kimura M. The natural history of untreated anterior cruciate tears in recreational athletes. *Clin.Orthop.Relat.Res.* 1995 Aug;(317)(317):227-236.
19. (60) Kuhne JH, Fottner M, Plitz W. Experimental stability of a new implant-free fixation technique in ACL replacement. *Unfallchirurg* 1999 Oct;102(10):791-796. 127
20. Hurd WJ, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Influence of age, gender, and injury mechanism on the development of dynamic knee stability after acute ACL rupture. *J.Orthop.Sports Phys.Ther.* 2008 Feb;38(2):36-41.

21. Kopf S, Musahl V, Tashman S, Szczodry M, Shen W, Fu FH. A systematic review of the femoral origin and tibial insertion morphology of the ACL. *Knee Surg.Sports Traumatol.Arthrosc.* 2009 Mar;17(3):213-219.
22. Lewis PB, Parameswaran AD, Rue JP, Bach BR,Jr. Systematic review of single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction outcomes: a baseline assessment for consideration of double-bundle techniques. *Am.J.Sports Med.* 2008 Oct;36(10):2028-2036.
23. Maffulli, N. Longo, UG. Forrio, I F. Reconstrucción de las roturas del ligamento cruzado anterior con un único fascículo o doble fascículo ¿Está justificado plantear el dilema? *Trauma Fund MAFRE* 2008;19(1):44-47.
24. Rupp S, Krauss PW, Fritsch EW. Fixation strength of a biodegradable interference screw and a press-fit technique in anterior cruciate ligament reconstruction with a BPTB graft. *Arthroscopy* 1997 Feb;13(1):61-65.
25. Organización Mundial de la Salud, Organización Panamericana de la Salud. Clasificación internacional del funcionamiento, de la discapacidad y de la salud. 2004:248.
26. Irrgang JJ, Anderson AF, Boland AL, Harner CD, Kurosaka M, Neyret P, et al. Development and validation of the international knee documentation committee subjective knee form. *Am.J.Sports Med.* 2001 Sep-Oct;29(5):600-613.
27. Ladero F, Maestro A. Estudio comparativo de dos sistemas de medición de la laxitud del LCA. *Rev Ortop Traumatol* 2006;50:263-7.
28. Buckup K. Pruebas clínicas para patología ósea, articular y muscular. 1ª ed. Barcelona: Masson; 1997.
- 29 Prins M. The Lachman test is the most sensitive and the pivot shift the most specific test for the diagnosis of ACL rupture. *Aust.J.Physiother.* 2006;52(1):66.
- 30 Jakob RP, Hassler H, Staeubli HU. Observations on rotatory instability of the lateral compartment of the knee. Experimental studies on the functional anatomy and the pathomechanism of the true and the reversed pivot shift sign. *Acta Orthop.Scand.Suppl.* 1981;191:1-32.
31. Bedson J, Croft PR. The discordance between clinical and radiographic knee osteoarthritis: a systematic search and summary of the literature. *BMC Musculoskelet.Disord.* 2008 Sep 2;9:116.
32. Ahlback S, Rydberg J. X-ray classification and examination technics in gonarthrosis. *Lakartidningen* 1980 May 28;77(22):2091-3, 2096.
33. KELLGREN JH, LAWRENCE JS. Radiological assessment of osteo-arthritis. *Ann.Rheum.Dis.* 1957 Dec;16(4):494-502.
34. Petersson IF, Boegard T, Saxne T, Silman AJ, Svensson B. Radiographic osteoarthritis of the knee classified by the Ahlback and Kellgren & Lawrence systems for the tibiofemoral joint in people aged 35-54 years with chronic knee pain. *Ann.Rheum.Dis.* 1997 Aug;56(8):493-496.
35. Fu FH, L-Y Woo S, Irrgang JJ. Current Concepts for Rehabilitation following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *J.Orthop.Sports Phys.Ther.* 1992;15(6):270-278.
36. Smekal D, Kalina R, Urban J. Rehabilitation after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Acta Chir.Orthop.Traumatol.Cech.* 2006 Dec;73(6):421-428.
37. Denti M, Lo Vetere D, Bait C, Schonhuber H, Melegati G, Volpi P. Revision anterior cruciate ligament reconstruction: causes of failure, surgical technique, and clinical results. *Am.J.Sports Med.* 2008 Oct;36(10):1896-1902. 134
38. Smith FW, Rosenlund EA, Aune AK, MacLean JA, Hillis SW. Subjective functional assessments and the return to competitive sport after anterior cruciate ligament reconstruction. *Br.J.Sports Med.* 2004 Jun;38(3):279-284. 136
39. Ejerhed L, Kartus J, Sernert N, Kohler K, Karlsson J. Patellar tendon or semitendinosus tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction? A prospective randomized study with a two-year follow-up. *Am.J.Sports Med.* 2003 Jan-Feb;31(1):19-25.