



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

---

---

FACULTAD DE MEDICINA  
SECRETARIA DE SALUD  
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACION  
ESPECIALIDAD EN:

*ORTOPEDIA*

*Reconstrucción Anatómica de una banda de Ligamento Cruzado Anterior con Aloinjerto de Tibial Anterior procesado bajo un método radioprotector versus Autoinjerto de Semitendinoso/Gracilis. Un Ensayo Clínico Controlado Aleatorizado*

**T E S I S**

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE MEDICO ESPECIALISTA EN:

*ORTOPEDIA*

P R E S E N T A:

*DR. ANDRÉS FELIPE COBALEDA ARISTIZÁBAL.*

PROFESOR TITULAR

*DR. JUAN ANTONIO MADINAVEITIA VILLANUEVA*

ASESORES

*DR. JOSÉ CLEMENTE IBARRA PONCE DE LEÓN.  
DR. LUIS SIERRA SUÁREZ.*



MEXICO, D.F., JULIO 2013



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.

---

**DRA. MATILDE L. ENRIQUEZ SANDOVAL**  
DIRECTORA DE ENSEÑANZA

---

**DRA. XOCHIQUETZAL HERNANDEZ LÓPEZ**  
SUBDIRECTORA DE POSTGRADO Y EDUCACION CONTINUA

---

**DR. ALBERTO UGALDE REYES RETANA**  
JEFE DE ENSEÑANZA MEDICA

---

**DR. JUAN ANTONIO MADINAVEITIA VILLANUEVA**  
PROFESOR TITULAR

---

**DR. JOSÉ CLEMENTE IBARRA PONCE DE LEÓN**  
ASESOR CLÍNICOS

---

**DR. LUIS SIERRA SUAREZ**  
ASESOR DE TESIS Y METOLÓGICO

## ÍNDICE

Introducción	5
Justificación	8
Planteamiento del Problema	8
Hipótesis	9
Objetivos	9
Metodología	10
Resultados	17
Discusión	25
Conclusiones	27
Bibliografía	28

## 1.- INTRODUCCIÓN

La lesión del ligamento cruzado anterior constituye actualmente un problema importante de salud en la población joven deportista, especialmente en quienes realizan deportes de contacto. Su ruptura ocasiona inestabilidad de la rodilla que causa una discapacidad no solo deportiva, sino también para realizar las actividades de la vida diaria de los pacientes, con una artrosis prematura como consecuencia<sup>(1)</sup> La reconstrucción de este ligamento, actualmente devuelve la estabilidad en forma adecuada a la rodilla, lo cuál permite a los pacientes el retorno a la actividad deportiva previa a la lesión<sup>(2) (3)</sup>. Para su reconstrucción, tradicionalmente se han utilizado el tercio central del tendón patelar con dos pastillas óseas (Hueso-Tendón-Hueso) y el injerto de tejidos blandos en cuatro bandas con los tendones del Semitendinoso y Gracilis, sin embargo, para su toma se requiere de un procedimiento adicional y no está exento de morbilidad en el sitio donador.

En el caso del Hueso-Tendón-Hueso, la toma del injerto puede alterar el aparato extensor de la rodilla. Es frecuente la presencia de dolor patelar con incapacidad para arrodillarse, crepitación patelofemoral <sup>(4)</sup>, hipoestesis en la superficie lateral de la pierna por lesión de la rama infrapatelar del nervio safeno <sup>(5)</sup>, fracturas patelares <sup>(6)</sup>, lesiones del tendón y pérdida de la fuerza extensora del cuádriceps. En el caso de los tejidos blandos, es frecuente la hipoestesia de la superficie lateral de la pierna y en algunos casos, pérdida de la fuerza en flexión <sup>(7) (8)</sup>, especialmente en deportistas de velocidad, ya que estos músculos contribuyen a la flexión de la rodilla. Asimismo, la calidad de los tejidos autólogos va disminuyendo y se está tendiendo mundialmente a utilizar aloinjertos en estos pacientes. Numerosos autores han publicado las ventajas del uso de aloinjertos versus autoinjertos ya que biomecánicamente son similares, pero eliminan la complicación de morbilidad del sitio donador <sup>(9) (10) (11) (12) (13) (14)</sup>.

Adicionalmente se han reportado como ventajas el menor costo por procedimiento en medio privado, ya que el tiempo quirúrgico disminuye si se obvia la toma de injerto, además que el tiempo promedio de estancia intrahospitalaria es menor, de manera que globalmente resulta más barato hacer una reconstrucción con aloinjerto que con autoinjerto <sup>(15)</sup>.

La utilización de Aloinjertos para reconstrucción del Ligamento Cruzado Anterior, por otro lado, tiene la ventaja de que se elimina la morbilidad generada por la toma de injerto autólogo, además dando la posibilidad de contar con un diámetro predecible de injertos, y en el caso de la reconstrucción con doble banda, la posibilidad de realizarla en todos los caso, permitiendo al cirujano realizar incisiones más pequeñas para la reconstrucción, con una menor posibilidad de lesionar la rama infrapatelar del nervio safeno.

La utilización de aloinjertos está siendo realizada con más frecuencia en el mundo, por las ventajas mencionadas y porque los riesgos biológicos relacionados con el aloinjerto se han logrado minimizar en forma importante y los costos globales con su uso se han disminuido. En México, actualmente tenemos la posibilidad de utilizar aloinjertos, ya que contamos con bancos de tejidos certificados que cuentan con los estándares de calidad avalados por la “Asociación Americana de Bancos de Tejidos” (AATB). Sin embargo, su alto costo actualmente lo hace relativamente inaccesible para nuestros pacientes, por lo cual su uso se ha reservado para casos de revisión en los que se requieren múltiples injertos, para reconstrucciones ligamentarias muy específicas en los que se requieren injertos de mayor longitud o para casos de revisión de reconstrucciones ligamentarias en los que previas reconstrucciones han fallado y no existe tejido disponible para realizar una neo-reconstrucción con sus propios tejidos.

Por otro lado, una desventaja importante de los aloinjertos, es que el tiempo de integración del tendón al hueso es mayor, de hasta 8-12 meses, en comparación con los autoinjertos, que se integran en promedio en 3-4 meses, lo cual obliga al cirujano a cuidar más tiempo al paciente, antes de someterlo a cargas importantes y de ahí el

interés creciente por determinar marcadores de integración y estrés oxidativo en líquido sinovial de pacientes intervenidos por esta técnica.

Un problema que se puede presentar con nuestra población es que el diámetro promedio de los tendones es inferior al de la raza anglosajona, y muchas veces insuficiente para hacer una reconstrucción en forma óptima con los sistemas de fijación que utilizamos. Además, para hacer una reconstrucción con doble banda, generalmente el diámetro de los tendones no es suficiente.

La población más afectada es la de pacientes en edad productiva y que practican algún tipo de actividad física o deportiva, lo que resulta en un número importante de personas jóvenes con grados variables de discapacidad. También es cierto que un gran número de pacientes dejará las actividades deportivas o cambiará de actividad. El Instituto Nacional de Rehabilitación, al ser un centro de referencia para esta patología tan frecuente a nivel nacional, tiene la obligación de evaluar cuál es la mejor técnica de reconstrucción para ofrecer un mayor beneficio a los pacientes.

Aún cuando existen numerosas series publicadas en la literatura internacional de diferentes países del mundo, además de las series de estudios realizados en los Estados Unidos de América, no existen publicaciones sobre los resultados de estudios con aloinjertos provenientes de donadores mexicanos, procesados en bancos mexicanos. Por otro lado, es indispensable conocer el resultado de la integración y comportamiento biomecánico de los aloinjertos utilizados de bancos nacionales, para saber si cumplen con los estándares de calidad esperados.

El banco de tejidos Biograft, ubicado en el distrito federal, es un banco de reciente creación, con inicio de operaciones en el 2004. Cuenta con licencia sanitaria expedida por la COFEPRIS, y certificado por la Food and Drug Administration (FDA) y por la American Association of Tissue Banks (AATB). Procesa los tejidos por un método patentado conocido como Clearant®, en el que se aplican soluciones radioprotectoras a los tejidos, que permiten radiarlos a altas dosis de radiación gamma, para inactivar virus, bacterias y otros microorganismos patógenos sin comprometer aparentemente la



biomecánica de los tejidos. <sup>(16)</sup> <sup>(17)</sup>. Sin embargo, no existen a la fecha reportes de resultados clínicos de pacientes en los que fue colocado un aloinjerto de estas características. Esta empresa, ha manifestado su interés para realizar un estudio clínico en pacientes, encontrando en el INR las condiciones óptimas para hacerlo.

## **2.- JUSTIFICACIÓN**

El uso de aloinjertos para la reconstrucción del Ligamento Cruzado Anterior es una práctica de creciente popularidad en todo el mundo, y en nuestro país, sobre todo en medio privado, no es la excepción. Sin embargo, existe evidencia contundente en contra del uso de Aloinjertos, ya que se conoce que su resistencia mecánica pudiera ser inferior y el tiempo de integración es definitivamente más prolongado comparado con la reparación con autoinjerto, algunos autores reportan una tasa de falla inaceptable, sobre todo en pacientes jóvenes menores de 25 años que realizan actividades deportivas con mayor demanda de pivote para la rodilla. Es por eso, que como centro de referencia nacional, tenemos la inquietud de valorar el resultado clínico objetivo y subjetivo de los pacientes intervenidos con éstas técnicas, para demostrar que su uso tiene buenos resultados, o por el contrario, recomendar que se reserve para pacientes mayores, revisiones y casos especiales. Asimismo, resulta indispensable evaluar los injertos provenientes de un banco de tejido nacional, que está procesando tejidos con métodos estandarizados en Estados Unidos, pero sin estudios realizados en pacientes mexicanos.

## **3.- PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA**

Se desconoce, si la reconstrucción de Ligamento Cruzado Anterior con Aloinjerto de tejidos blandos (Tibial Anterior) procesados con el método Clearant® produce resultados clínicos similares no inferiores, en comparación con la reconstrucción con Autoinjerto de Semitendinoso-Gracilis, a 9 meses en pacientes captados en el servicio de Artroscopia y Ortopedia del Deporte del Instituto Nacional de Rehabilitación.

#### **4.- HIPÓTESIS**

- La reconstrucción del LCA con injerto cadavérico es más eficaz para restablecer la fuerza flexora a 9 meses de seguimiento comparado con los pacientes a quienes se les realiza reparación artroscópica de ligamento cruzado anterior con autoinjerto de Gracilis y semitendinoso.
- La reconstrucción del LCA con injerto cadavérico es equivalente (no inferior) al estándar de tratamiento actual.

#### **5.- OBJETIVOS**

##### **5.1.- Objetivo General:**

El objetivo principal del presente estudio es evaluar prospectivamente el resultado subjetivo y objetivo de los pacientes intervenidos de reconstrucción de Ligamento Cruzado Anterior con aloinjerto de partes blandas en comparación con la reconstrucción con autoinjerto de partes blandas en pacientes operados en el Instituto Nacional de Rehabilitación en el servicio de ortopedia del deporte y artroscopia.

##### **5.2.- Objetivos Específicos:**

-Estandarizar la técnica para la planeación, el manejo, preparación y colocación de aloinjertos en la reconstrucción artroscópica de ligamento cruzado anterior.

-Evaluar el resultado clínico objetivo de los pacientes intervenidos para reconstrucción de Ligamento Cruzado Anterior en comparación con los pacientes intervenidos con autoinjerto por medio de pruebas clínicas estandarizadas conocidas (International Knee Documentation System IKDC, Lysholm y Tegner) en forma comparativa.

-Evaluar la estabilidad anteroposterior de las reconstrucciones por medio de un dispositivo KT1000.

- Detectar y documentar los posibles factores de falla.

- Evaluar el resultado subjetivo de los pacientes intervenidos por las dos técnicas.

- Reportar eventos adversos relacionados con la técnica, injerto y la rehabilitación física.

## **6.- METODOLOGÍA**

### **6.1.- Diseño del Estudio:**

Se trata de un ensayo clínico controlado aleatorizado doble ciego.

### **6.2.- Evaluación preoperatoria:**

Fueron incluidos los pacientes con lesión de ligamento cruzado anterior entre los 16 y los 45 años con síntomas de inestabilidad y resonancia donde se evidencie lesión de ligamento cruzado anterior. A estos pacientes se les realizó un protocolo de estudio adicional, consistente en:

-Valoración isocinética con Cybex, donde se analizará el torque, el trabajo y la potencia de flexores y extensores de rodilla tanto de la extremidad afectada como de la contralateral a 30, 60 y 90 grados de flexión de la rodilla y se compararon los resultados con respecto a su grupo de edad y constitución.

-Realización de una medición de desplazamiento anterior de la rodilla a 30 grados de flexión con un dispositivo KT1000 a 15, 20 y 30 libras de tensión, comparándola con la rodilla contralateral.

- Se aplicaron pruebas de valoración funcional estandarizadas internacionalmente: IKDC y Lysholm

-Se aplicó un cuestionario para evaluar el nivel de actividad física: Tegner.

### **6.3.- Técnica quirúrgica:**

Los pacientes candidatos fueron programados para tratamiento quirúrgico. La aleatorización se realizó en el quirófano, hacia uno de los dos grupos mediante un sistema de sobres cerrados extraídos a ciegas por una persona distinta al cirujano. El paciente estuvo cegado al tipo de injerto que recibió. Los pacientes fueron intervenidos por un solo cirujano (LSS). Se realizaron las mismas incisiones quirúrgicas en ambos grupos.

En el caso de los pacientes a los que se les realizó reconstrucción con aloinjerto, éste se sacó de su bolsa estéril previo a la cirugía y se sometió a un proceso de hidratación con solución salina estéril mientras se hizo el abordaje quirúrgico. En el caso de los tendones Tibial Anterior de tejidos blandos, se suturaron individualmente con puntos de beisbolista desde los extremos libres bifurcados, hasta una longitud de 5 centímetros del borde en forma individual.

Con el paciente bajo bloqueo regional, en posición de decúbito dorsal, se colocó dispositivo de isquemia, se realizó antisepsia de la extremidad a intervenir, se colocaron campos estériles y con técnica aséptica se realizó incisión para portal anterolateral estándar, Se realizó artroscopia diagnóstica. Se confirmó la ruptura del ligamento cruzado anterior. Se procedió a realizar portal anteromedial estándar y a dar tratamiento inicialmente a las lesiones condrales o meniscales asociadas que se pudieron encontrar. Posteriormente se inició con la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. Con dispositivo de radiofrecuencia y rasurador, se resecó el muñón de ligamento cruzado anterior, descubriendo ambas huellas. En los pacientes en los que la escotadura era estrecha, se realizó una escotaduroplastía con fresa hasta localizar el reborde perióstico a nivel de la cortical posterior del fémur. Para la toma del autoinjerto de partes blandas, se realizó una incisión oblicua de aproximadamente 3-4 cm de longitud, en superficie anteromedial de tibia proximal, disecando tejido celular subcutáneo hasta encontrar la fascia del sartorio e incidiendo esta a nivel del borde superior del músculo gracilis y localizando su intersección con el ligamento colateral medial. Se continuó la incisión en "L" hacia la tuberosidad anterior, se disecó el plano tendinoso del perióstico y se localizó el tendón del Gracilis, el cual se liberó de bandas y se extrajo con tenotomo. Se realizó el mismo procedimiento con el semitendinoso. En caso de reconstrucción con aloinjertos: Se obvió este último paso. El túnel femoral se realizó, en todos los casos a partir del portal anteromedial, colocando clavo guía, perforando con broca 4.0 de Endobutton (Smith and Nephew, Andover MA), midiendo el túnel y posteriormente con la broca correspondiente al diámetro del injerto, respetando la cortical anterior y posterior del fémur. Se colocó la guía tibial en la intersección del Gracilis con el ligamento colateral medial y se pasó clavo guía hacia la huella tibial del ligamento cruzado anterior. Se perforó con la broca correspondiente al diámetro del

injerto. Finalmente se pasó el injerto, ya preparado como se menciona anteriormente montado en un Endobutton CL (Smith and Nephew, Andover, MA) y se pasó del túnel tibial al femoral con una sutura guía. Distalmente se fijó con un dispositivo de fijación tibial Intrafix (Depuy-Mitek, Westwood, MA) en todos los casos, controlando la tensión mediante un tensiómetro a 90-100 Newtons o 25-30 libras de tensión. Se verificó la estabilidad. Postoperatoriamente los pacientes fueron colocados en un movilizador de rodilla mecánico de 0 a 90 grados por una hora, cada 2 horas. Fueron revisados al día siguiente de la cirugía y se valoró su alta, tomando como criterio edema menor y flexión de rodilla al menos de 90 grados, con extensión completa.

#### **6.4.- Protocolo de Rehabilitación:**

A su alta, se concertó una cita con el servicio de Rehabilitación, iniciando un programa de terapia conservador consistente en:

##### **Fase I y II (0-4 semanas):**

METAS: Minimizar el edema, mantener la extensión completa, adquirir 120° de flexión, iniciar contracciones de cuádriceps/isquiotibiales, establecer control de la pierna, apoyo total con la rodillera extendida.

##### **Fase III (4-16 semanas):**

METAS: Ganar todo el movimiento de la rodilla, progresar en el fortalecimiento de cuádriceps e isquiotibiales por ejercicios isométricos, mejorar la capacidad propioceptiva estática y balance. Marcha normal sin rodillera.

##### **Fase IV (16-20 semanas):**

METAS: Programa de fortalecimiento/acondicionamiento, progresar a ejercicios propioceptivos dinámicos, entrenamiento de balance, iniciar ejercicios de agilidad de baja intensidad y ejercicios pliométricos.

##### **Fase V (20-30 semanas):**

METAS: Fortalecimiento muscular progresivo para equiparar la fuerza de la extremidad con la contralateral. Inicia con trote/carrera progresando a actividades específicas de su deporte. Prepararse para el regreso a la actividad a los 6-8 meses. A los 6 meses, carrera, natación, aparatos. A los 8 meses, deportes de contacto. Ejercicio con rodillera

funcional hasta el año. Uso de rodillera para actividades de pivote después de los 8 meses.

## **Progresión de la rehabilitación:**

### **FASE I**

#### **Día 1**

**-METAS---**Disminuir dolor e inflamación

-Apoyo parcial con inmovilizador universal de rodilla. Se utiliza la rodillera para dormir. Se retira para ejercicio si el paciente está utilizando un movilizador pasivo de rodilla.

- Reposo, hielo y elevación de la extremidad

-Ejercicios isométricos de cuádriceps e isquiotibiales.

#### **Día 2 -14**

**-METAS ---**Obtener extensión completa, minimizar el dolor, promover la cicatrización, mantener control activo de cuádriceps, alcanzar los 90 grados de flexión.

-Apoyo progresivo con inmovilizador de rodilla en extensión (para el día 14, el paciente debe estar apoyando totalmente con su inmovilizador. Puede retirarlo para ejercicios, baño, sentarse y descansar. De noche, se utiliza la rodillera hasta que la extensión sea completa, después se puede retirar.

-Minimizar deambulación para limitar edema.

-Extensiones pasivas de rodilla (con hielo y colocando bulto debajo del tobillo).

-Estiramiento de gastronemios con toalla. Contracciones isométricas del cuádriceps con paciente sentado y toalla bajo el talón.

-Estimulación eléctrica muscular con la rodilla en extensión, paciente sentado y con toalla bajo el talón.

-Ejercicios isométricos con theraband la pierna contralateral (no más allá de 60°).

-Contracciones de cuádriceps de pie contra la pared, empujar hacia atrás la rodilla extendida hacia una toalla enrollada, progresar a elevaciones con la rodilla extendida hasta 30°.

-Deslizamientos sobre la pared para incrementar flexión

-Flexión pasiva sobre el borde de la cama

- Movilizaciones patelares si se requiere
- Fortalecimiento de aductores y abductores de cadera a tolerancia. Isquiotibiales: progresión hacia ejercicios con Resistencia (no si se realizó reconstrucción con isquiotibiales).
- Elevación de talones
- Ejercicios de propiocepción: Sostenerse en la extremidad operada, progresando a penduleo de la extremidad contralateral hacia adelante y atrás.

### **-SEMANA 2-6:**

- METAS**---- Incrementar flexión a  $135^{\circ}$ , disminuir la inflamación, incrementar el tono muscular.
- Apoyo total con rodillera. Se retira al estar en casa
- Ejercicios de cuádriceps – levantamientos con rodilla en extensión en decúbito dorsal (solo si no hay rezago extensor)
- Sentadillas con dos piernas, progresar a sentadillas con una pierna (hasta  $45^{\circ}$  de flexión)
- Isquiotibiales: Si falta la extensión completa, colgar rodillas con peso en decúbito ventral
- Subir y bajar a un escalón. Empezar con bloques de 4 pulgadas y progresar a 6 pulgadas
- Escaladora – progresión lenta
- Bicicleta estática
- Nadar – si las incisiones ya cerraron. Empezar con caminata en el agua hacia adelante y atrás. Usar bolla entre rodillas o hacer patada de delfín
- Ejercicios de propiocepción bilateral con wobble board, progresando a una rodilla, sin rotación.
- Ejercicios de rotadores de cadera con theraband

### **-SEMANA 6 - 9**

- METAS** ----- Progresar a movilidad completa. Incrementar las actividades funcionales.
- Apoyo total, eliminar la rodillera
- Continuar con rodillera funcional en la actividad

- Natación: agregar patada de pecho, progresar a crawl o dorso si no hay molestia.
- Jogging en agua hasta la cintura
- Bicicleta (con asiento y sin fijación a los pedales) en terreno plano
- Marcha rápida y con resistencia en caminadora
- Si se hizo reconstrucción con Isquiotibiales, se pueden iniciar ejercicios resistidos de isquiotibiales.

### **-SEMANA 9 - 16**

**METAS----** Incrementar actividad funcional y resistencia

- Apoyo total
- Progresar de la caminadora con Resistencia a trotar en superficie plana.
- Silla fantasma. Empezar a 45° y progresar a 90°
- Cybex
- Saltar en 2 piernas.

### **-SEMANA 16+**

**METAS-----**Movilidad completa, incrementar función, fuerza y resistencia

- Apoyo total
- Empieza programa de poleas- concentrarse en press de pierna, sentadillas y flexiones.  
No extensiones más allá de 45°
- Carrera recta a velocidad media en terreno regular
- Correr subiendo escaleras, caminar hacia abajo
- Introducir entrenamiento por intervalos en bicicleta
- Propiocepción y fuerza:
  - Saltos en 2 piernas. Progresar a una pierna Inicio de saltos en todas direcciones.  
Gradualmente aumentar altura y distancia de los saltos.
  - Agregar ejercicios pliométricos – Brincar hacia abajo en escaleras o elevaciones

### **SEMANA 20+**

-Actividades deportivas ligeras si no hay edema, si el arco de movilidad es complete y si hay una fuerza del 85% de la pierna contralateral, no hay Lachman y si lo aprueba el médico tratante.

- **MES 6+**



- Actividades que impliquen pivoteos si la fuerza es mayor al 90%
- Utilizar rodillera funcional en todo el primer año de postoperatorio
- Trabajo de carrera lateral y torsional:
  - Figuras en 8: Empezar con 8's grandes. Disminuir tamaño y aumentar velocidad (empezar con 50m, luego 30m y luego 10 m). Repetir 10 veces cada una.
- Carioca - correr de lado, cruzando las piernas por delante y detrás, cambiando de pierna cada 10 metros. Repetir 5-10 veces en cada dirección
- Carrera direccional. Mirando hacia la misma dirección, correr hacia adelante, a los lados, hacia atrás. 10m en un cuadrado. ( repetir 5-10 veces en cada dirección).
- Correr con cortes a 90° hacia ambos lados. (repetir 10-20 veces en cada dirección).

### **6.5.- Evaluación Postoperatoria:**

Los pacientes fueron citados a las dos semanas para retiro de puntos. Posteriormente a las 6 semanas, 3 meses, 6 meses, 9 meses para revisión en la consulta externa del servicio. A los 6 y 9 meses fueron citados especialmente para realizar una valoración especial, por un investigador cegado a los procedimientos quirúrgicos realizados mediante una cobertura de los puntos de salida de los clavos guías con una tela adhesiva. Este investigador realizó las siguientes pruebas:

- Escalas de valoración de IKDC, Lysholm y Tegner de control. (3 meses, 6 meses y 9 meses)
- Una nueva medición del desplazamiento anterior con KT1000, (9 meses)
- Una nueva valoración isocinética, midiendo los mismos parámetros que preoperatorio. 6 meses.
- Una exploración clínica enfocada a captar datos de inestabilidad de la reparación, especialmente la presencia de pivoteo. (3 meses, 6 meses y 9 meses)

### **6.6.- Análisis estadístico:**

Las variables demográficas se reportaron en medias y con desviaciones estándar. Se utilizó el sistema SPSS para Macintosh para realizar T de Student para evaluación de muestras relacionadas en ambos grupos.

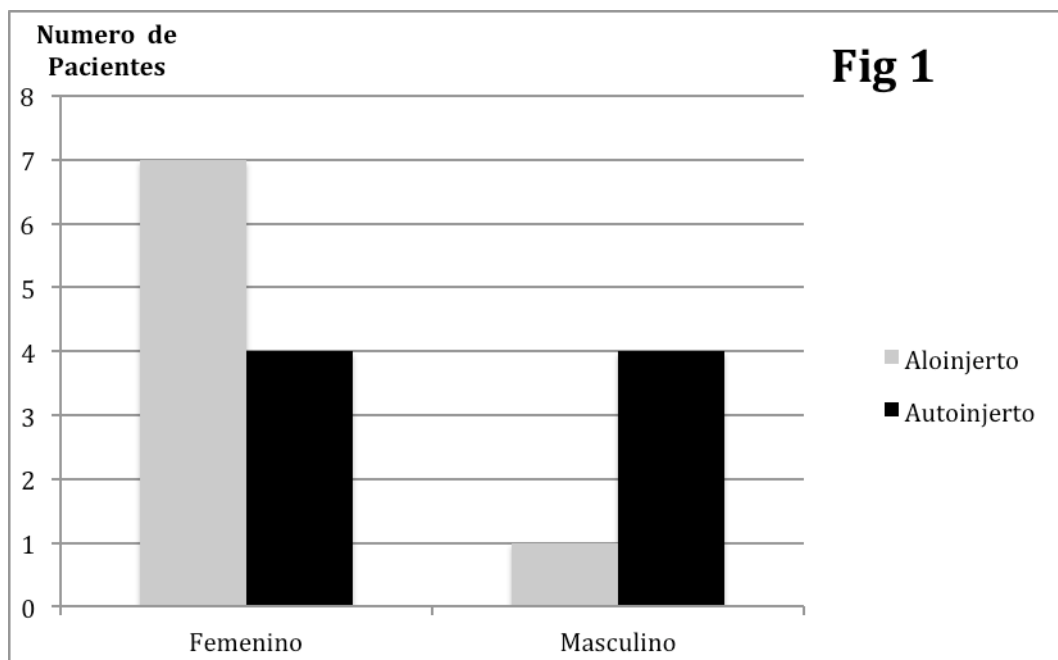
## 7.- RESULTADOS

Se realizó un estudio doble ciego en donde se obtuvieron 16 pacientes con lesión de ligamento cruzado anterior entre mayo 2012 y octubre de 2012.

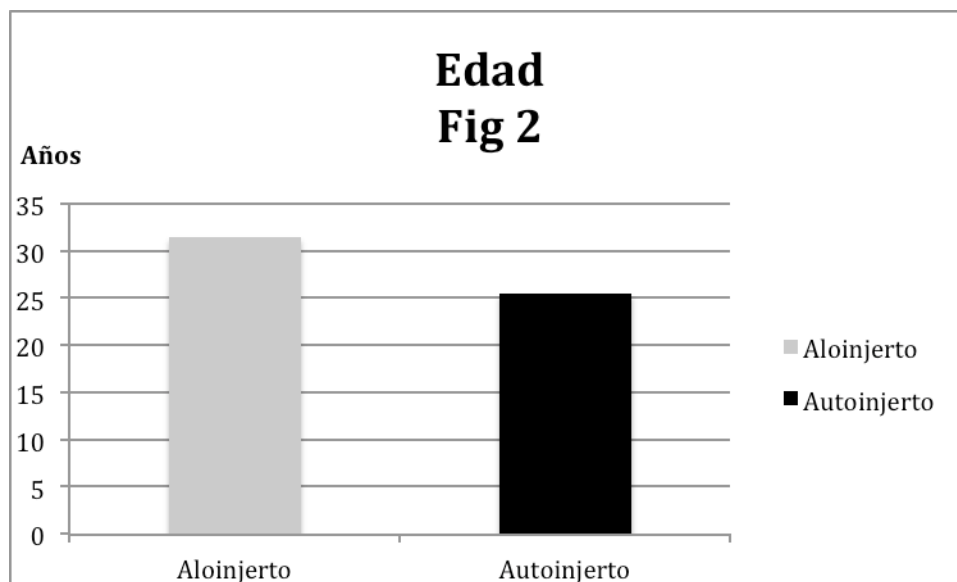
En nuestra muestra contamos 5 mujeres y 11 hombres con una edad media de  $28,5 \pm 8,3$ . 7 rodillas derechas y 9 rodillas izquierdas. Se realizó la aleatorización referida entre los pacientes para definir que tipo de injerto se utilizó.

A todos los pacientes se les realizaron escalas de evaluación al ingreso, 6 meses, 9 meses y 12 meses posquirúrgicos. Las escalas utilizadas fueron: Lysholm, Tegner IKDC objetivo y subjetivo, así como KOOS. Durante la evaluación preoperatoria se realizó valoración de fuerza flexora por medio del cybex y evaluación de la estabilidad de la rodilla con el KT-1000. A los pacientes se les realizó un seguimiento promedio de 11 meses postoperatorio.

Todos los pacientes fueron evaluados por un investigador ciego al procedimiento quirúrgico tanto antes como después de la reparación artroscópica del ligamento.



Nuestra población de pacientes fue dividida en 2 grupos. 1 grupo de los pacientes a quienes se les realizó reconstrucción artroscopia de ligamento cruzado anterior con aloinjerto cadavérico de tibial anterior. Segundo grupo los pacientes a quienes se les realizó reconstrucción artroscópica de ligamento cruzado anterior con autoinjerto de semitendinoso y Gracilis.



En el **grupo de aloinjerto** contamos con 8 pacientes. 5 rodillas derechas y 3 izquierdas. 1 femenino y 7 masculinos (Fig 1) con promedio de edad de 31.5 años  $\pm$  7.1(Fig2). Los pacientes en este grupo cuentan con una talla promedio de 1.70 mts  $\pm$  0.07 y un peso promedio de 73 kg  $\pm$  12. En estos pacientes el tamaño promedio de injerto utilizado para la reconstrucción fue de 8,87 cms  $\pm$  0.6 y un tiempo quirúrgico promedio de 1 hora 45 minutos.

A los pacientes de ambos grupos se les realizaron las escalas de evaluación preoperatoria ya mencionadas así como Cybex y KT-1000 para evaluación de fuerza y estabilidad objetiva de la rodilla.

Los resultados de las escalas preoperatorias en el grupo de aloinjerto fueron: Tegner  $1.5 \pm 1.3$ , IKDC objetivo la mayoría de nuestros pacientes se encuentran en B. IKDC subjetivo con una media  $43.3 \pm 14,6$ . Lysholm con una media de  $61.7 \pm 15.2$ (Fig 3) .

Al realizar la escala de KOOS se evaluaron las 5 variables de la escala estas siendo:

Síntomas  $67.1 \pm 16.1$ , dolor  $59.5 \pm 31.3$ , actividades de la vida diaria  $79.2 \pm 14.6$ , actividad deportiva  $49.5 \pm 29.7$ , calidad de vida con una media de  $31.2 \pm 17.6$ (Fig 4).

Se realizaron evaluaciones postoperatorias de las escalas funcionales a los 6 y 9 meses, se encontraron los siguientes resultados:

Tegner a los 6 meses  $3.4 \pm 0.7$ , 9 meses  $7.8 \pm 2.7$ .

IKDC subjetivo a los 6 meses  $66.3 \pm 3.2$ , 9 meses  $80.2 \pm 9.3$ .

Lysholm a los 6 meses  $84,2 \pm 10.8$ , 9 meses  $89.5 \pm 8.6$ .

En al evaluación de KOOS se valoraron las 5 variables

Síntomas a los 6 meses  $88.9 \pm 5.3$ , 9 meses  $92.8 \pm 6.6$ .

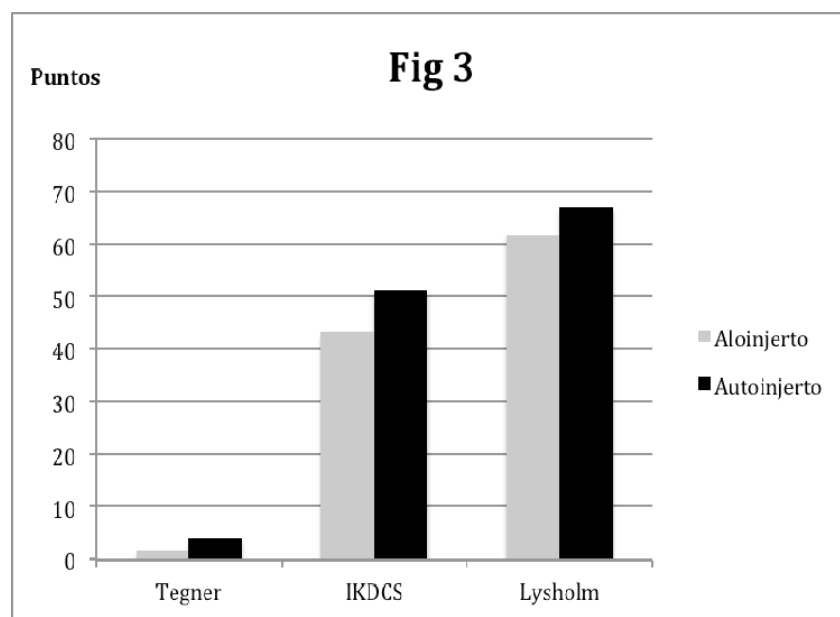
Dolor a los 6 meses  $88.1 \pm 8.5$ , 9 meses  $96.6 \pm 2.3$ .

Actividades de la vida diaria  $89.2 \pm 7.2$ , 9 meses  $94.1 \pm 9.8$ .

Actividad deportiva a los 6 meses  $73.8 \pm 8.9$ , 9 meses  $79.2 \pm 12$ .

Calidad de vida 6 meses  $58.4 \pm 10.5$ , 9 meses  $68.78 \pm 11.7$ .

La evaluación de la estabilidad articular se realizó con el KT1000 donde se encontró en la pierna lesionada los siguientes resultados: 15 lbs media de  $4 \pm 1.8$ , 20lbs media de  $6 \pm 1.8$ , 30lbs  $7.5 \pm 2.2$  y manual máximo con media de  $11 \pm 2.4$ . Se realizó evaluación de la fuerza flexora con el Cybex de manera preoperatoria a todos los pacientes de esta serie con una media de  $64.9 \pm 14.8$



En el **grupo de autoinjerto** contamos con 8 pacientes: 2 rodillas derechas y 6 izquierdas. 4 femeninos y 4 masculinos (Fig 1) con promedio de edad de 25.5 años  $\pm$  8.7(Fig 2). Los pacientes en este grupo cuentan con una talla promedio de 1.69 mts  $\pm$  0.06 y un peso promedio de 73.3 kg  $\pm$  13.3, En estos pacientes el tamaño promedio de injerto utilizado para la reconstrucción fue de 7,6 cms  $\pm$  0.9 y un tiempo quirúrgico promedio de 1 hora y 50 minutos.

Los resultados de las escalas preoperatorias en el grupo de autoinjerto fueron: Tegner  $4.1 \pm 2$ , IKDC objetivo la mayoría de nuestros pacientes se encuentran en C. IKDC subjetivo con una media  $51.2 \pm 17.8$ . Lysholm con una media de  $67 \pm 22.7$  (Fig 3) Al realizar la escala de KOOS se evaluaron las 5 variables de la escala estas siendo: Síntomas  $63.2 \pm 33.5$ , dolor  $73.6 \pm 17.4$ , actividades de la vida diaria  $67.5 \pm 32.7$ , actividad deportiva  $51.2 \pm 30.2$ , calidad de vida con una media de  $39.4 \pm 17.4$  (Fig 4).

Se realizaron evaluaciones postoperatorias de las escalas funcionales a los 6 y 9 meses, se encontraron los siguientes resultados:

Tegner a los 6 meses  $3.2 \pm 1.2$  , 9 meses  $7.7 \pm 2.5$ .

IKDC subjetivo a los 6 meses  $51.1 \pm 21.5$ , 9 meses  $71.4 \pm 18.3$ .

Lysholm a los 6 meses  $70.8 \pm 23.8$  , 9 meses  $84.6 \pm 13.7$ .

En al evaluación de KOOS se valoraron las 5 variables

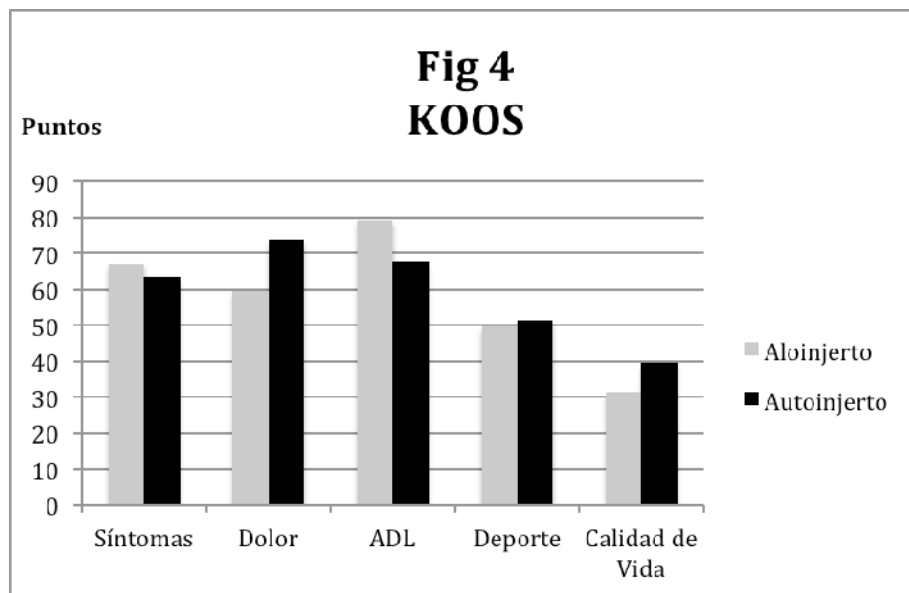
Síntomas a los 6 meses  $76 \pm 26.2$  , 9 meses  $85.7 \pm 17.9$  .

Dolor a los 6 meses  $76.5 \pm 23.8$ , 9 meses  $86 \pm 16.8$  .

Actividades de la vida diaria  $81.3 \pm 24.7$  , 9 meses  $92.8 \pm 12.1$ .

Actividad deportiva a los 6 meses  $81.3 \pm 24.7$  , 9 meses  $72.5 \pm 34.1$ .

Calidad de vida 6 meses  $52.2 \pm 25$  , 9 meses  $59.9 \pm 29.9$ .



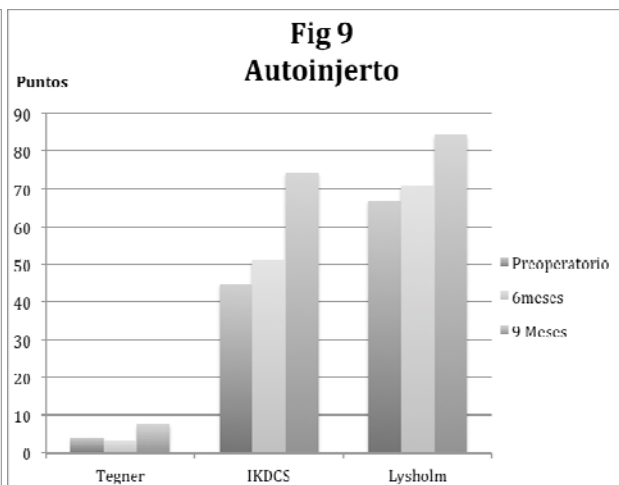
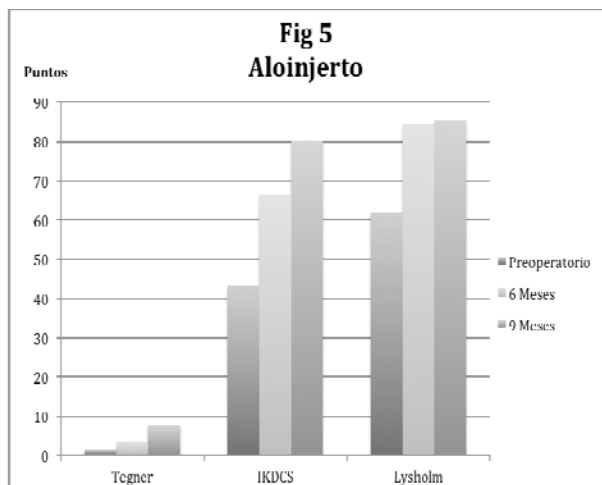
La evaluación de la estabilidad articular se realizó con el KT-1000 donde se encontró en la pierna lesionada los siguientes resultados 15 lbs media de  $4.3 \pm 2.4$ , 20lbs media de  $6.8 \pm 2.9$ , 30lbs  $8.7 \pm 3.5$  y manual máximo con media de  $9.5 \pm 4.7$ .

Se realizó evaluación de la fuerza flexora con el cybex de manera preoperatoria a todos los pacientes de esta serie con una media de  $70.3 \pm 12.5$ .

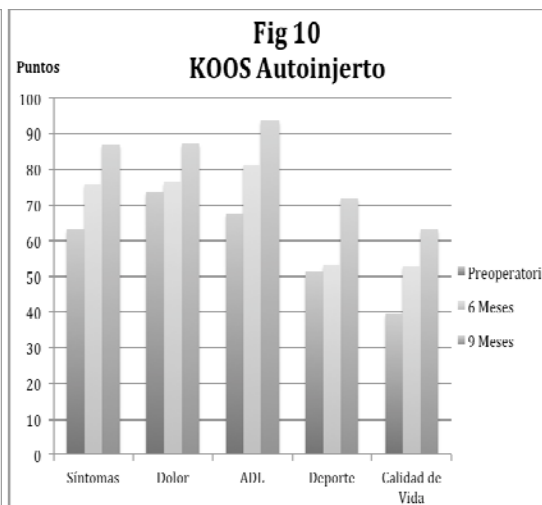
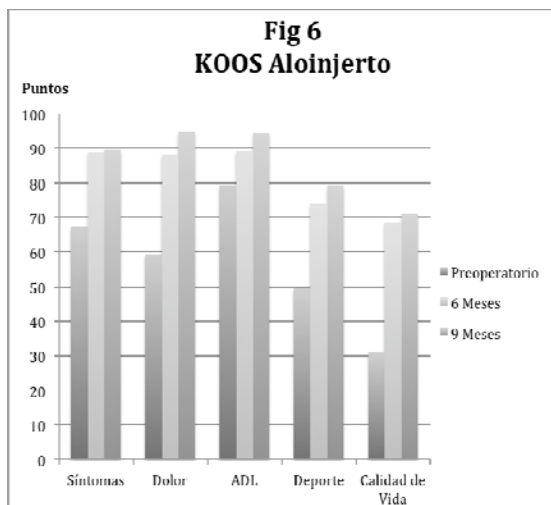
Se realizó la prueba T de Student para evaluación de muestras relacionadas en cada uno de los grupos, así como la comparación de las muestras relacionadas entre los grupos de aloinjerto y autoinjerto.

Al realizar las comparaciones de las escalas aplicadas el **grupo de aloinjerto**, haciendo evaluación de los resultados previos a la reparación y a los 9 meses se encontró:

Tegner  $p=0.005$ , IKDC objetivo  $p=0.030$ , IKDC subjetivo  $p=0.0$  Lysholm  $p=0.04$  (Fig 5).



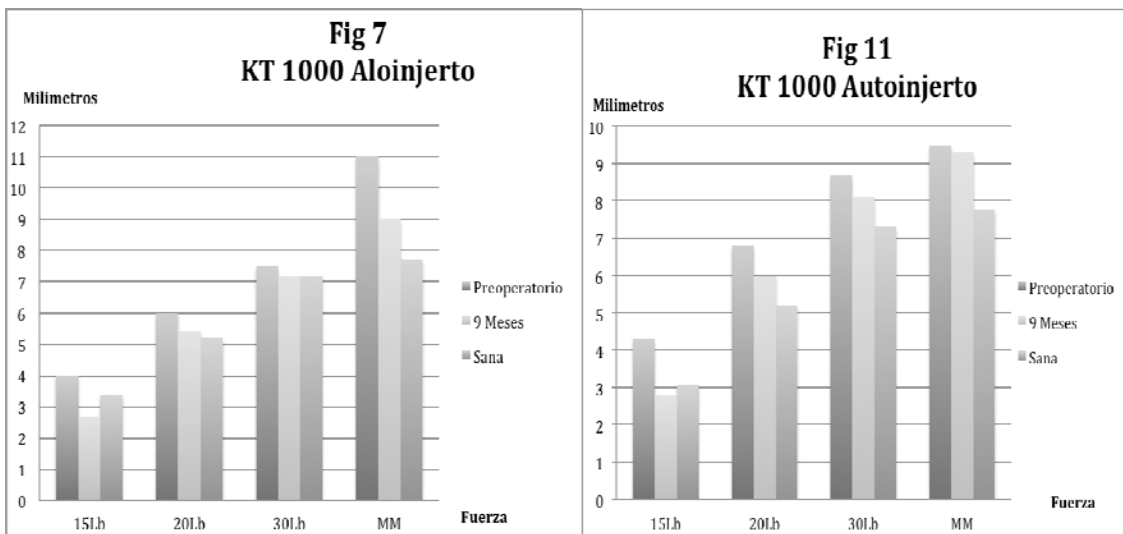
Para la evaluación de la escala KOOS se tomaron en cuenta los 5 parámetros previos a la reparación y a los 9 meses, síntomas  $p=0.009$ , dolor  $p=0.02$ , actividades de la vida diaria  $p=0.016$ , actividad deportiva  $p=0.030$  y calidad de vida  $p=0.002$  (Fig 6) .



Para la evaluación de la fuerza flexora se utilizó cybex previo a la reconstrucción artroscopia y a los 6 meses posteriores a la reconstrucción donde se encontró  $p=0.5$ .

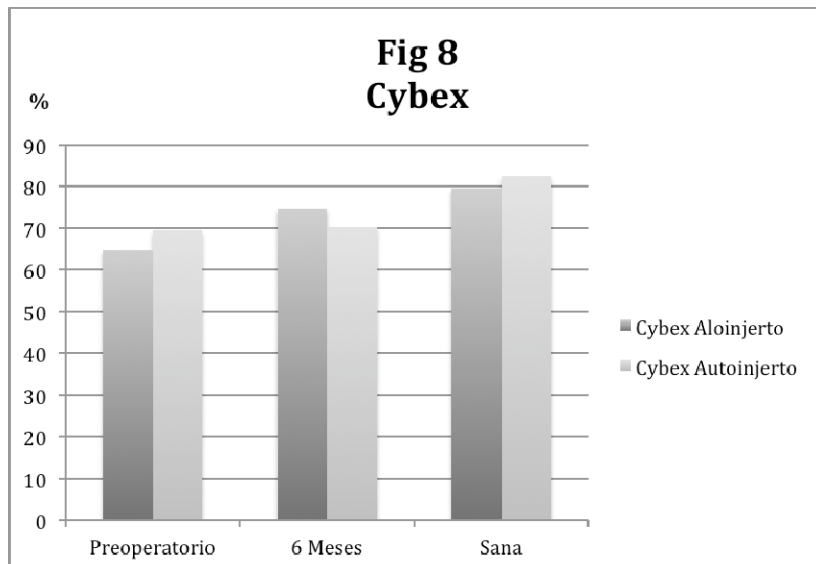
La evaluación objetiva de la estabilidad articular se obtuvo por medio del KT 1000 previo a la reconstrucción artroscópica y a los 9 meses. 15 Lb se encontró  $p=0.1$  20 Lb  $p=0.6$ , 30 Lb  $p=0.7$  y manual máximo  $p=0.05$ . (Fig 8)

Posteriormente se realizó evaluación de resultados de KT 1000 de la rodilla operada a los 9 meses comparada con la rodilla sana del paciente. Se encontró, 15Lb  $p=0.2$ , 20Lb  $p=0.9$ , 30Lb  $p=0.7$  y Manual máximo  $p=0.4$  (Fig 7).



Al realizar las comparaciones de las escalas aplicadas el **grupo de autoinjerto**, haciendo evaluación de los resultados previos a la reparación y a los 9 meses se encontró:

Tegner  $p=0.003$ , IKDC objetivo  $p=0.002$ , IKDC subjetivo  $p=0.1$ , Lysholm  $p = 0.53$  (Fig 9).





Para la evaluación de la escala KOOS se tomaron en cuenta los 5 parámetros previos a la reparación y a los 9 meses, síntomas  $p=0.05$ , dolor  $p=0.1$ , actividades de la vida diaria  $p=0.06$ , actividad deportiva  $p=0.1$  y calidad de vida  $p=0.1$  (Fig 10).

Para la evaluación de la fuerza flexora se utilizó Cybex previo a la reconstrucción artroscópica y a los 6 meses posteriores a la reconstrucción donde se encontró  $p=0.9$  (Fig 8).

La evaluación objetiva de la estabilidad articular se midió por medio del KT 1000 previo a la reconstrucción artroscópica y a los 9 meses. 15 Lb se encontró  $p=0.1$  20 Lb  $p=0.4$ , 30 Lb  $p=0.6$  y manual máximo  $p=0.2$ .

Posteriormente se realizó evaluación de resultados de KT 1000 de la rodilla operada a los 9 meses comparada con la rodilla sana del paciente. Se encontró, 15Lb  $p=0.5$ , 20Lb  $p=0.3$ , 30Lb  $p=0.1$  y Manual máximo  $p=1$  (Fig 11).

Al comparar los tiempos quirúrgicos en ambos grupos encontramos en el grupo de aloinjerto encontramos un promedio de 1 hora 45 minutos y en grupo de auto injerto de 1 hora 50 minutos. Al comparar los dos tiempos encontramos una  $p = 0.071$ .

En cuanto a las complicaciones, en nuestra serie se presentó la ruptura de un tornillo de interferencia tibial en un paciente del grupo de autoinjerto, el cuál se reemplazó y no comprometió la estabilidad en la fijación del injerto.

## 8.- DISCUSIÓN.

En nuestros grupos de pacientes fue importante evaluar de manera preoperatoria las escalas funcionales, la sintomatología y la estabilidad de la rodilla, así como la fuerza flexora.

La división de los grupos y la selección de pacientes fue de manera aleatoria, así como la asignación de injerto a utilizar en cada caso.

Todos los pacientes fueron captados en el servicio de urgencias o en el servicio de consulta externa del Instituto Nacional de Rehabilitación.

Durante la evaluación clínica inicial se utilizaron las escalas ya mencionadas así como un examen clínico completo a todos nuestros pacientes. El evaluador clínico antes y después de la artroscopia se encontró ciego al realizar estas evaluaciones.

Es importante mencionar que nuestros pacientes aceptaron entrar al protocolo de estudio y estar ciegos respecto a que tipo de injerto se utilizó en cada uno.

En nuestra serie de pacientes encontramos al realizar la evaluación post operatoria en la escala de Lysholm, que no existe una diferencia estadísticamente significativa al comparar el grupo de aloinjerto con el grupo de autoinjerto, pero es importante mencionar que en la evaluación a los 6 meses en la escala de Lysholm se observó una puntuación mayor al compararla con el grupo de autoinjerto a los 6 meses.

Al evaluar en la escala de KOOS la variable de dolor encontramos una mejoría estadísticamente significativa en el grupo de aloinjerto  $p=0.02$ . Lo cual va de acuerdo con nuestra hipótesis, comprobando que los pacientes a quienes se les realizó reconstrucción de ligamento cruzado anterior con aloinjerto cadavérico presentaron una mejoría en el dolor post operatorio comparado con los pacientes de autoinjerto. Lo que nos hace pensar que los pacientes a quienes se les tomó autoinjerto de recto interno y semitendinoso, pueden persistir con dolor por el sitio de toma del injerto<sup>(18)</sup>.

Al realizar el análisis objetivo de la estabilidad de la rodilla se comparo el KT1000 preoperatorio con el postoperatorio en ambos grupos se encontró una diferencia estadísticamente significativa en el manual máximo  $p < 0.05$ . al comparar el KT1000 postoperatorio con el KT1000 de la rodilla sana, no se encontró ninguna diferencia estadísticamente significativa  $p > 0.05$ . lo cual confirma la recuperación de la estabilidad con ambos injertos a los 9 meses posteriores a la reparación artroscópica.

Luego se realizo comparación de el KT1000 posoperatorio del grupo de aloinjerto contra el grupo de autoinjerto, donde no se encontró una diferencia estadísticamente significativa  $p > 0.05$ . Esto corroboraría nuestra hipótesis de que el aloinjerto cadavérico de tibial interior no es mecánicamente inferior a el autoinjerto de recto interno y semitendinoso para la reconstrucción artroscópica de ligamento cruzado anterior. Estos resultados son comparables con lo que encontró Kamien<sup>(18)</sup> en su trabajo.

No evidenciamos una diferencia estadísticamente significativa en la estabilidad de la rodilla ni tampoco se presento ninguna complicación relacionada con aflojamiento del injerto hasta este momento en nuestra serie.

El uso de aloinjerto cadavérico ha ganado importancia en los últimos años para el uso en la reparación artroscópica de las lesiones del ligamento cruzado anterior.<sup>(19)</sup> a pesar de que el autoinjerto sigue siendo el tratamiento de elección, los aloinjertos presentan resultados similares al autoinjerto en cuanto a la estabilidad luego de la reparación<sup>(19)</sup>. Si analizamos los resultados obtenidos por algunos autores<sup>(18)(19)(20)(21)(22)</sup>. Encontramos que la tendencia de nuestros resultados concuerdan con estos autores, relacionado con la estabilidad mecánica de la rodilla medida con el KT1000, Así como los cambios positivos en cuanto al dolor y el compromiso de la fuerza flexora.

Igual que en el trabajo de en nuestra serie no se encontró una diferencia estadísticamente significativa en las escalas subjetivas, pero si encontramos una tendencia a menor dolor a los 9 meses en los pacientes en quienes se realizó la reconstrucción con aloinjerto cadavérico<sup>(19)</sup>. Nuestro trabajo también coincide al evaluar

el Kt1000 con el lado sano donde no se observa una diferencia estadísticamente significativa al compararlo con el lado operado.

En este momento nuestros resultados son comparables con la literatura mundial, es importante tener en cuenta que en este momento en México existe la disponibilidad de aloinjertos cadavéricos procesados, esto nos da una nueva opción manejo para nuestros pacientes con lesiones del ligamento cruzado anterior, teniendo en cuenta que el costo de los aloinjertos puede ser una barrera para el uso de los mismos.

Es también importante tener en cuenta que la determinante para que el paciente regrese a su actividad deportiva previa no la determina el tiempo si no la estabilidad del injerto y la recuperación de la fuerza en la extremidad.

## **9.- CONCLUSIONES:**

En la reconstrucción artroscopia del ligamento cruzado anterior en un universo de pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación, el aloinjerto de tibial anterior demostró no ser inferior biomecánicamente al autoinjerto de semitenidinoso-gracilis, a 9 meses promedio de seguimiento utilizando un protocolo de rehabilitación conservador y mediante las medidas de desenlace de fuerza flexora, escalas objetivas y desplazamiento anterior de la tibia sobre el fémur. Se requiere, sin embargo, mayor seguimiento para determinar el comportamiento de ambos injertos al menos a 2 años de seguimiento y durante la práctica deportiva completa, así como el reclutamiento y análisis de un mayor número de pacientes para poder emitir conclusiones más contundentes.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Fithian DC, Paxton LW, Golz DH. Fate of the anterior cruciate ligament-injured knee. *Orthop Clin North Am* 2002; 33: 621-636. Anderson, A F, R B Snyder, and A B
2. Goradia VK, Grana WA. A comparison of outcomes at 2 to 6 years after acute and chronic anterior cruciate ligament reconstructions using hamstring tendón grafts. *Arthroscopy* 2001; 17: 383-392
3. Dopirak RM, Adamany DC, Steensen RN. A comparison of autogenous patellar tendon and hamstring tendon grafts for anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthopedics* 2004; 27:837-842
4. Anderson AF, Snyder RB, Lipscomb AB. Anterior cruciate ligament reconstruction; a prospective randomized study of three surgical methods. *Am J Sports Med* 2001; 29:272-279
5. Jansson KA, Linko E, Sandelin J, Harilainen A. A prospective randomized study of patellar versus hamstring tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2003; 31:12-18.
6. Fu FH, Bennet CH, Ma CB, Menetrey J, Lattermann C. Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction; part II. Operative procedures and clinical correlations. *Am J Sports Med* 2000; 28; 124-130.
7. Baynon BD, Johnson RJ, Fleming BC, et al. Anterior cruciate ligament replacement. Comparison of bone-patellar tendon-bone grafts with two-strand hamstring grafts; a prospective randomized study. *J Bone Joint surg Am* 2002; 84 1503-1513.
8. Tashiro T, Kurosawa H, Kawakami A, Hikita A, Fukui N. Influence of medial hamstring tendon harvest on knee flexor strength after anterior cruciate ligament reconstruction; a detailed evaluation with comparison of single- and double-tendon harvest. *Am J Sports Med* 2003; 31: 522-529.
9. Nakata K, Shino K, Horibe S, Tanaka Y, et al. Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction using fresh-frozen bone plug-free allogeneic tendons: 10-year follow up. *Arthroscopy* 2008; 24: 285.291
10. Shelton WR, Papendick L, Dukes AD. Autograft versus allograft anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 1997; 13:446-449), (-Harner CD, Olson E, Irrgang JJ, Silverstein S Fu FH, Slbey M. Allograft versus autograft anterior cruciate ligament reconstruction; 3- to 5-year outcome. *Clin Orthop* 1996; 324: 134-144.
11. Stingham DR, Pelmas CJ, Burks RT, Newman AP, Marcus RL. Comparison of anterior cruciate ligament reconstructions using patellar tendon autograft. *Arthroscopy* 1996; 12:414.421.
12. Peterson RK, Shelton WR, Bomboy AL. Allograft versus autograft patellar tendón anterior cruciate ligament reconstruction. A 5-year follow-up. *Arthroscopy* 2001; 17; 9-13

13. Chang SKY, Egami DK, Shaieb MD, Kan DM, Richardson AB. Anterior cruciate ligament reconstruction: Allograft versus autograft. *Arthroscopy* 2003; 19: 453-462.
14. Poehling GG, Curl WW, Lee CA, et al. Analysis of outcomes of anterior cruciate ligament repair with 5-year follow-up: allograft versus autograft. *Arthroscopy* 2005; 21(7): 774-785.
15. Cole DW, Ginn A, Chen J, Smith BP, Curl WW, Martin DF, Poehling GG. Cost comparison of anterior cruciate ligament reconstruction: autograft versus allograft. *Arthroscopy* 2005; 21(7): 786-790.
16. Miekka SI, Forng Y, Rohwer RG, MacAuley C, Stafford RE, Flack L, MacPhee M, Kent RS, Dronah WN. Inactivation of viral and prion pathogens by gamma-irradiation under conditions that maintain the integrity of human albumin. *Vox Sanguinis* 2003; 84: 36-44.
17. Grieb tA, Forng RY, Staffor RE, Lin J, Almeida J, Bogdansky S, Ronholdt C, Drohan WN, Burgess WH. Effective use of optimized, high -dose (50 kGy) gamma irradiation for pathogen inactivation of human bone allografts. *Biomaterials* 2005; 26: 2033-2042.
18. Kamien, Przemyslaw M, Josie M Hydrick, William H Replogle, Linda T Go, and Gene R Barrett. "Age, Graft Size, and Tegner Activity Level As Predictors of Failure in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Hamstring Autograft." *The American journal of sports medicine* (2013)doi:10.1177/0363546513493896.
19. Chang, Spencer K Y, Darren K Egami, Mark D Shaieb, Darryl M Kan, and Allen B Richardson. "Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Allograft Versus Autograft." *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 19, no. 5 (2003): doi:10.1053/jars.2003.50103.
20. Hamman, Daniel R, and Marc R Safran. "Allograft Anterior Cruciate Ligament Reconstruction." abstract, *Techniques in knee surgery* 8, no. 1 (2009).
21. Harner, C D, E Olson, J J Irrgang, S Silverstein, F H Fu, and M Silbey. "Allograft Versus Autograft Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: 3- to 5-year Outcome." *Clinical orthopaedics and related research* , no. 324 (1996): 134-44.
22. Indelli, Pier Francesco, Michael F Dillingham, Gary S Fanton, and David J Schurman. "Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Cryopreserved Allografts." *Clinical orthopaedics and related research* , no. 420 (2004): 268-75.
23. Anderson, A F, R B Snyder, and A B Lipscomb. "Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. A Prospective Randomized Study of Three Surgical Methods." *The American journal of sports medicine* 29, no. 3 (2001): 272-9.
24. Beynnon, Bruce D, Robert J Johnson, Braden C Fleming, Pekka Kannus, Michael Kaplan, John Samani, and Per Renström. "Anterior Cruciate Ligament Replacement: Comparison of Bone-patellar Tendon-bone Grafts with Two-strand Hamstring Grafts. A Prospective, Randomized Study." *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 84-A, no. 9 (2002): 1503-13.

25. Fideler, B M, C T Vangsness, T Moore, Z Li, and S Rasheed. "Effects of Gamma Irradiation on the Human Immunodeficiency Virus. A Study in Frozen Human Bone-patellar Ligament-bone Grafts Obtained From Infected Cadavera." *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 76, no. 7 (1994): 1032-5.
26. Goradia, Vipool K, and William A Grana. "A Comparison of Outcomes at 2 to 6 Years After Acute and Chronic Anterior Cruciate Ligament Reconstructions Using Hamstring Tendon Grafts." *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 17, no. 4 (2001): doi:10.1053/jars.2001.21493.
27. Jansson, Kim A, Eric Linko, Jerker Sandelin, and Arsi Harilainen. "A Prospective Randomized Study of Patellar Versus Hamstring Tendon Autografts for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction." *The American journal of sports medicine* 31, no. 1 (2003): 12-8.
28. Krych, Aaron J, Jeffrey D Jackson, Tanya L Hoskin, and Diane L Dahm. "A Meta-analysis of Patellar Tendon Autograft Versus Patellar Tendon Allograft in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction." *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 24, no. 3 (2008): doi:10.1016/j.arthro.2007.08.029.
29. Kuhn, Michael A, and Glen Ross. "Allografts in the Treatment of Anterior Cruciate Ligament Injuries." *Sports medicine and arthroscopy review* 15, no. 3 (2007): doi:10.1097/JSA.0b013e318134ecf6.
30. McAllister, David R, Michael J Joyce, Barton J Mann, and C Thomas Vangsness. "Allograft Update: The Current Status of Tissue Regulation, Procurement, Processing, and Sterilization." *The American journal of sports medicine* 35, no. 12 (2007): doi:10.1177/0363546507308936.
31. Nakata, Ken, Konsei Shino, Shuji Horibe, Yoshinari Tanaka, Yukiyoishi Toritsuka, Norimasa Nakamura, Maki Koyanagi, and Hideki Yoshikawa. "Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Fresh-frozen Bone Plug-free Allogeneic Tendons: 10-year Follow-up." *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 24, no. 3 (2008): doi:10.1016/j.arthro.2007.09.007.
32. Pereira, J:G Brian,, Edgar L. Mildford, Robert L kirkman, Stella Quan, Keith R Sayre, Pamela J Johnson, Judith C Wilber, and Andrew Leveley. "Prevalence of Hepatitis C Virus RNA in Organ Donors Positive for Hepatitis C Antibody and in the Recipients of Their Organs.pdf." *The new england journal of medicine* 327, no. 13 :910,915.
33. Peterson, Robert K, Walter R Shelton, and Anna Laura Bomboy. "Allograft Versus Autograft Patellar Tendon Anterior Cruciate Ligament Reconstruction." *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 17, no. 1 (2001): doi:10.1053/jars.2001.19965.

34. Poehling, Gary G, Walton W Curl, Cassandra A Lee, T Adam Ginn, Julia T Rushing, Michelle J Naughton, Martha B Holden, David F Martin, and Beth P Smith. "Analysis of Outcomes of Anterior Cruciate Ligament Repair with 5-year Follow-up: Allograft Versus Autograft." *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 21, no. 7 (2005): doi:10.1016/j.arthro.2005.04.112.
35. Samsell, Brian J, and Mark A Moore. "Use of Controlled Low Dose Gamma Irradiation to Sterilize Allograft Tendons for ACL Reconstruction: Biomechanical and Clinical Perspective." *Cell and tissue banking* 13, no. 2 (2012): doi:10.1007/s10561-011-9251-7.
36. Shelton, W R, S H Treacy, A D Dukes, and A L Bomboy. "Use of Allografts in Knee Reconstruction: I. Basic Science Aspects and Current Status." *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 6, no. 3 (1998): 165-8.
37. Spindler, Kurt P, Laura J Huston, Rick W Wright, Christopher C Kaeding, Robert G Marx, Annunziato Amendola, Richard D Parker, and others. "The Prognosis and Predictors of Sports Function and Activity at Minimum 6 Years After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Population Cohort Study." *The American journal of sports medicine* 39, no. 2 (2011): doi:10.1177/0363546510383481.
38. Suarez, Luis Sierra, and John C Richmond. "Overview of Procurement, Processing, and Sterilization of Soft Tissue Allografts for Sports Medicine." *Sports medicine and arthroscopy review* 15, no. 3 (2007): doi:10.1097/JSA.0b013e3180dca1fe.
39. Tomford, W W. "Transmission of Disease Through Transplantation of Musculoskeletal Allografts." *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 77, no. 11 (1995): 1742-54.
40. Vangsness, C Thomas, Ivan A Garcia, C Randal Mills, Marion A Kainer, Michael R Roberts, and Tillman M Moore. "Allograft Transplantation in the Knee: Tissue Regulation, Procurement, Processing, and Sterilization." *The American journal of sports medicine* 31, no. 3 (2003): 474-81.