

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**SECRETARIA DE SALUD**

**INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN.**

**Evaluación isocinética en posoperados de reconstrucción de ligamento  
cruzado anterior.  
Estudio comparativo con técnica de hueso-tendón-hueso y semitendinoso-  
gracilis.**

**T E S I S.**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**  
**ESPECIALISTA EN MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTIVA.**

**P R E S E N T A:**

**MC. AZUCENA GARCIA JOYA**

**PROFESOR DEL CURSO: DR. JOSE CLEMENTE IBARRA PONCE DE LEON**

**ASESORES DE TESIS:**

Dr. Jaime Guadarrama Becerril.

Mtro. Ing. Gerardo Rodríguez Reyes.

Dr. Francisco Javier Pérez Jiménez.

Dr. Clemente Ibarra Ponce de León.

MÉXICO, D.F.

2006



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.

## **DEDICATORIAS.**

A Dios, por no abandonarme en ningún momento.

A mis padres, por haberme dado el ser.

A mi hermana Marisol y mi sobrina Betzabeth, por la fuerza que las impulsa a seguir adelante.

A mi hermana María de Lourdes, por ser mi apoyo incondicional.

A mis tíos, por creer en mí.

A mi primo Adhemir y Wendy, por permitirme tener un espacio de tranquilidad.

A Gerardo, por todo el esfuerzo que hizo por sacar esto adelante, por aguantar mis retos y mi manera de trabajar.

A Mirna, Sandra, Omar, Aldo, Ivett, Lidia, Isaac, Ligia y todos aquellos que siempre están en los momentos difíciles y hacen que todo pareciera más fácil.

Al grupo de rehabilitación, porque siempre tenían un palabra de apoyo cuando más la necesitaba.

A Salvador, por haber llegado en el momento en que vulnerable me encontraba, por su empatía y compromiso conmigo.

A todos los que estuvieron siempre a mi lado.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por permitirme realizar la especialidad.

A la Secretaria de Salud, por el apoyo económico otorgado durante el transcurso de la especialidad.

A la Dirección de Medicina del Deporte de la UNAM, por el apoyo académico incondicional.

A todo el equipo del Instituto Nacional de Rehabilitación, porque sin su dedicación, paciencia y ayuda, esta tesis no sería lo que es.

A todo el profesorado de la especialidad, por acompañarme pacientemente durante el trabajo sin reclamar.

A mi familia, que lejos y cerca se encuentran, por darme el ser, por guiarme en mi camino y por el apoyo brindado.

A mis asesores de tesis, por el tiempo, paciencia, atención brindado en este proyecto.

Al Dr. Arturo Almazán, Francisco Cruz e Iván Encalada, por su valiosa colaboración en la realización de esta Tesis.

Y a todos los que anónimamente se hicieron parte de esta Tesis.

**GRACIAS.**

# INDICE

	Página
Tablas y figuras .....	i
ABREVIATURAS.....	ii
RESUMEN.....	1
ANTECEDENTES.....	2
JUSTIFICACIÓN.....	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
HIPOTESIS.....	6
OBJETIVOS.....	6
MATERIALES Y METODOS.....	6
Conformación de la muestra.....	7
Criterios de inclusión.....	7
Criterios de exclusión.....	8
Criterios de eliminación.....	8
Forma de evaluación de los pacientes.....	8
Análisis estadístico.....	9
RESULTADOS.....	9
DISCUSION.....	16
CONCLUSIONES.....	19
BIBLIOGRAFIA.....	20
ANEXOS	
Anexo 1.....	27
Anexo 2.....	28



i. Tablas y Figuras

TABLAS.	Página
Tabla 1. Evaluación isocinética en extensores y flexores de rodilla por técnica quirúrgica.....	12
Tabla 2. Parámetros isocinéticos de extensores de rodilla y escala de actividad de Tegner.....	15
Tabla 3. Parámetros isocinéticos de flexores de rodilla y escala de actividad de Tegner.....	15
FIGURAS.	
Figura 1. Somatotipo.....	10
Figura 2. Pico de Torque por técnica quirúrgica y grupo muscular.....	13
Figura 3. Trabajo por técnica quirúrgica y grupo muscular.....	13
Figura 4. Potencia por técnica quirúrgica y grupo muscular.....	15
Figura 5. Localización del somatotipo de posoperados de LCA comparada con FBS.....	16

ii. Abreviaturas

Nm	Newton/metro
J	Joule
W	Watt
LCA	Ligamento Cruzado Anterior
HTH	Hueso Tendón Hueso
ST/G	Semitendinoso/Gracilis
°/seg	grados/segundo
cm.	centímetros
Kg.	Kilogramos
cm <sup>2</sup> .	Centímetros cuadrados
Qx.	Quirúrgico
°	Grados
Km.	Kilómetros
DC	Densidad Corporal
MM	Masa Muscular
PT	Peso Total
MG	Masa Grasa
MV	Masa Visceral
MO	Masa Ósea
AMM	Área Muscular de Muslo
AMP	Área Muscular de Pierna
PO	Pos-operado
FBS	Fútbol soccer

## RESUMEN

El propósito de esta investigación fue hacer un estudio comparativo isocinético (fuerza, trabajo y potencia) entre dos técnicas quirúrgicas de reconstrucción de ligamento cruzado anterior (Hueso- tendón-hueso y Semitendinoso/Gracilis).

Se conformo una muestra de cuarenta y cuatro hombres posoperados de reconstrucción de ligamento cruzado anterior, con una edad media de  $29.6 \pm 6.5$  años, a los que se les realizó medición funcional (subjetiva) con la escala de Tegner y de actividad de Lysholm, exploración física, antropometría e isocinesia con equipo Cybex a  $60^\circ/\text{seg}$ .

Se considero un intervalo de confianza del 95%. Se utilizo la “t” de Student para los parámetros isocineticos y la Prueba de Mann-Whitney para las escalas funcionales. Para buscar asociaciones entre variables categóricas la Chi cuadrada y para las correlaciones los coeficientes de correlación de Pearson o Spearman.

Los resultados con ambas técnicas de reconstrucción de ligamento cruzado anterior no presentaron diferencias significativas, excepto en la fuerza (0.005), trabajo (0.003) y potencia (0.01) de los flexores que fue mayor con la técnica de hueso-tendón-hueso.

La importancia y los datos que nos aporta el presente estudio, posiblemente servirán para iniciar o mejorar los programas de fortalecimiento muscular aplicado a los pacientes posoperados de reconstrucción de ligamento cruzado anterior y para aquellos que inician un programa prequirúrgico.

Palabras Claves: fuerza, trabajo, potencia, isocinesia.

## **Antecedentes**

El ligamento cruzado anterior (LCA) es una estructura que permite mantener la estabilidad de la rodilla (Girgis et al., 1975; Arnoczky et al., 1993; Fu et al., 1999) y es el principal mecanismo de restricción contra el desplazamiento anterior de la tibia sobre el fémur (Insall, 1991; Seitz, 1996).

El 54% de todas las lesiones ocurren en la extremidad inferior y la rodilla es la región que más se lesiona (Murphy et al., 2003). La ruptura del LCA compromete la estabilidad de la rodilla en individuos activos, provocando inestabilidad, lesión recurrente y trastorno intraarticular asociado (O'Neill, 1996).

Las lesiones ligamentarias de la rodilla son comunes durante la 2ª y 3ª década de la vida y predomina en el sexo masculino en relación 2:1 (Ramírez et al., 2000).

La incidencia exacta de las lesiones de LCA es desconocida, se estima que se lesionan 100,000 ligamentos cada año y se realizan 60,000 a 75,000 reconstrucciones de LCA en los Estados Unidos (Cyril et al., 1997; Griffin et al., 2000; Hunston et al., 2000).

El riesgo es más alto en personas que participan en actividades deportivas que requieren cambios de dirección y saltos como el baloncesto, esquí y el fútbol, inclusive en deportes sin contacto es el mecanismo de lesión en el 70% de los casos (Boden y Garret, 2000; García et al., 2005).

El objetivo de la reconstrucción artroscópica del ligamento cruzado anterior, es aportar estabilidad, con esta finalidad, en los últimos años se han utilizado diferentes tipos de injertos (Busto et al., 2000), actualmente los más utilizados son hueso-tendón-hueso (HTH) con tendón patelar y la de Semitendinoso/Gracilis (ST/G) con isquiotibiales (Goldblatt et al., 2005).

Mucho se ha escrito acerca de la técnica de HTH y ST/G, reconociéndose la resistencia del injerto de 162% para tendón patelar, del 70% para semitendinoso y del 49% para gracilis (Torres et al., 2000).

El retorno a la actividad y la estabilidad a largo plazo, después de la reconstrucción de LCA, está entre el 75% - 95%; la proporción de fracaso es del 8% y se atribuye a inestabilidad recurrente, fracaso del injerto o artrofibrosis.

La rehabilitación adecuada antes de regresar a las competencias deportivas en cualquier nivel reduce la incidencia de una relesión en los pacientes posoperados (Insall 1991).

El objetivo de prescribir un programa de ejercicios es ayudar a las personas a incrementar su nivel de actividad física habitual, aumentar el nivel de condición física y mejorar la

respuesta funcional del organismo en diferentes parámetros como el fortalecimiento muscular (American College Sports Medicine, 1995).

El sistema muscular constituye del 35% al 40% de la composición corporal y su función primordial es asegurar el movimiento producido por la contracción muscular. Su fortalecimiento influye de forma directa en el estado del sistema óseo, que como todo tejido vivo responde al principio del “uso y adaptación”, por lo cual, se requiere de cierta actividad y acondicionamiento muscular, para mantener su tónus y vitalidad (Bongbele et al., 1990).

Existen patologías que por su propia naturaleza provocan disminución de la actividad y deterioros secundarios del sedentarismo, es el caso de los pacientes con lesión de ligamento cruzado anterior, que por dolor, inestabilidad e inmovilización presentan atrofia muscular y reducción de su capacidad funcional (Apell, 1990).

La evaluación del rendimiento muscular es objetivo de investigadores, que con el propósito de la recuperación de los pacientes posoperados y en la prevención de relesiones, requieren de la cuantificación exacta y confiable de la fuerza muscular.

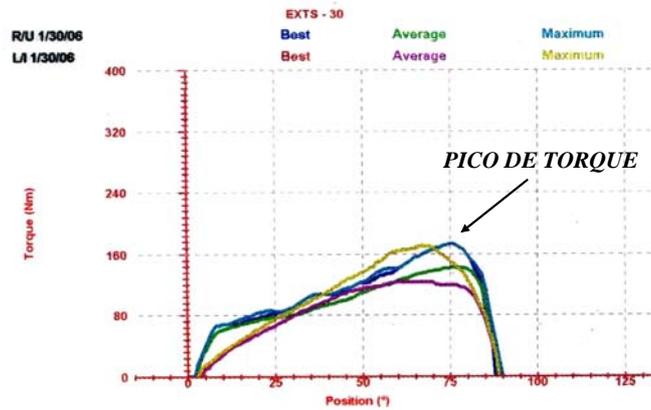
Para evaluar la fuerza de forma objetiva se requiere de equipos que permitan medirla en el momento angular a una velocidad predeterminada. Los equipos de isocinesia miden la velocidad angular del movimiento de una extremidad y el dinamómetro produce una contra fuerza que equilibra y garantiza una velocidad constante del movimiento.

El ejercicio isocinético es utilizado para cuantificar la capacidad de un grupo de músculos y generar un momento torsional o fuerza, permitiendo adaptarla y expresarla mediante curvas del momento para su análisis. El perfil obtenido de éste, sirve para predecir el riesgo de lesión de un individuo sano, para el seguimiento de rehabilitación de un paciente posoperado y para decidir si éste puede reanudar sus labores de la vida cotidiana o a sus actividades deportivas (Ferrin, 1994); proporciona mediciones cuantitativas, precisas, validas, reproducibles y repetitivas apropiadas para la evaluación de la capacidad dinámica de diferentes grupos musculares. Los parámetros a evaluar, son los siguientes:

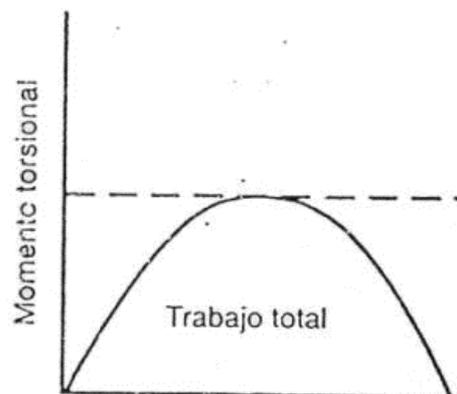
**Momento torsional (pico de torque):** Cuando el músculo se contrae se produce una fuerza, ésta se mide a lo largo de un eje de rotación de la articulación y se le conoce como momento torsional.

A la fuerza o el momento torsional producido por el músculo y calculado en la totalidad del campo cinético, da un resultado, valor medio o pico, que corresponde al punto del

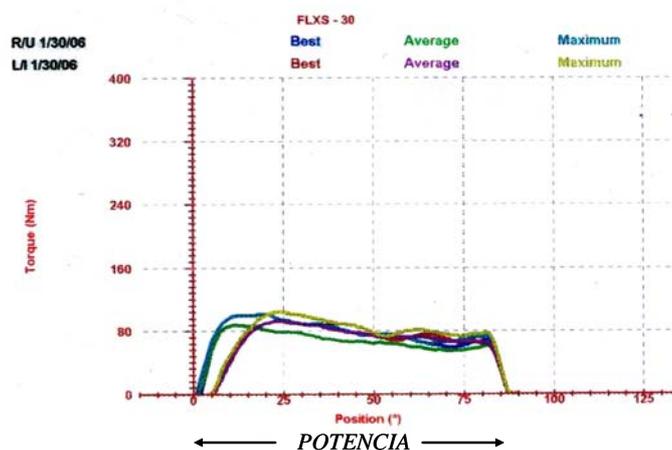
campo cinético donde se produce la mayor fuerza o el mayor momento torsional. Su unidad de medida es en Newton / metro (Nm).



**Trabajo:** Si la fuerza y la distancia de la contracción de un músculo dado son conocidas, el total de la tensión producida por el músculo puede expresarse como trabajo. Su unidad de medida es el Joule (J).



**Potencia:** Es la cantidad de tiempo necesaria para producir trabajo, la capacidad del músculo para generar potencia puede ser determinada. Su unidad de medida es el Watt (W) (Ferrin, 1994).



Inclusive, se puede reducir la incidencia de relesiones de rodilla en posoperados de reconstrucción de LCA usando programas de entrenamiento adecuados (Myklebust et al., 2003; Hewett et al., 1999), conociendo la fuerza real e interviniendo en las disimetrías musculares (Bahr et al., 2005).

Aunque se han hecho varias publicaciones en las que se comparan la técnica de HTH con tendón patelar y ST/G con isquiotibiales, los que le dan la importancia a la medición de la fuerza muscular con isocinesia son limitados (Aune et al., 2001; Beynnon et al., 2002; Ejerhed et al., 2003; Freedman et al., 2003; Séller y Webster, 2003; Jansson et al., 2003; O'Neill et al., 1996). En una revisión sistemática de 973 artículos, sólo 6 evalúan la fuerza muscular con isocinesia (Kurt et al., 2004). En un meta-análisis del 2005, se revisaron publicaciones en el periodo comprendido de 1966 a abril del 2003, se localizaron 5614 artículos relacionados a ligamento cruzado anterior y sólo 11 estudios cumplieron con los criterios, pero no se incluyeron aquellos que cuantificaban fuerza de extensores y flexores por la variabilidad entre estudios (Goldblatt et al., 2005).

### **Justificación.**

Se han realizado gran variedad de estudios que comparan ambas técnicas de reconstrucción de LCA (Aglietti et al., 1994; Anderson et al., 2001; Beynnon et al., 2002; Corry et al., 1999; Freedman et al., 2003; Goldblatt et al., 2005; Kurt et al., 2004; O'Neill, 1996; Shaieb et al., 2002; Yunes et al., 2001.) con pruebas funcionales, estabilidad e isocinesia, pero en México, hasta el momento no se han reportado estudios que evalúen fuerza, trabajo y potencia con isocinesia en pacientes posoperados de reconstrucción de ligamento cruzado anterior y que la compare o asocie con otras valoraciones para prescribir adecuadamente un programa de fortalecimiento muscular y reducir los factores de riesgo de relesión.

### **Planteamiento del problema.**

Está reportado que el 19.2% de los pacientes que son sometidos a reconstrucción de ligamento cruzado anterior no regresa a sus actividades ocupacionales, mientras que el 84.6% no consigue reincorporarse a sus actividades deportivas (García et al., 2005). La disminución en la fuerza muscular para desempeñar las exigencias físico-deportivas repercute negativamente en el aspecto físico, psicológico, social y económico del paciente.

## **Hipótesis.**

### ***Ho:***

La fuerza, trabajo y potencia muscular de extensores y flexores de rodilla entre la técnica de reconstrucción de LCA con HTH es igual a la de ST/G.

### ***Ha:***

La fuerza, trabajo y potencia muscular de extensores y flexores de rodilla entre la técnica de reconstrucción de LCA con HTH es diferente de la de ST/G.

## **Objetivo general.**

Evaluar dos diferentes procedimientos quirúrgicos, (Hueso-Tendón-Hueso y Semitendinoso/Gracilis) mediante parámetros de isocinesia (fuerza, trabajo y potencia), en pacientes sedentarios y deportistas recreativos posoperados de reconstrucción de LCA, que acuden por primera vez al servicio de medicina del deporte para iniciar un programa de fortalecimiento muscular en el Instituto Nacional de Rehabilitación.

## **Objetivos específicos.**

- Comparar los parámetros de isocinesia de ambas técnicas quirúrgicas (HTH, ST/G) de flexores y extensores de la extremidad operada.
- Comparar los parámetros de isocinesia de ambas técnicas quirúrgicas de flexores y extensores de la extremidad operada con la contra lateral.
- Comparar los parámetros de funcionalidad (Tegner y Lysholm) con la técnica quirúrgica.
- Comparar dolor y arcos de movilidad con ambas técnicas quirúrgicas.
- Correlacionar los parámetros de isocinesia con las pruebas funcionales (Tegner y Lysholm).

## **Material y Métodos.**

Diseño del estudio.

- Retrospectivo, descriptivo y transversal.

Población objetivo.

Pacientes masculinos de 18 a 40 años, posoperados de LCA con técnica de HTH y ST/G de 12 semanas de evolución, que acuden a evaluación de primera vez al servicio de

Medicina del Deporte, enviados del servicio de rehabilitación del Instituto Nacional de Rehabilitación.

### **Conformación de la Muestra.**

Se evaluaron 117 pacientes posoperados de reconstrucción de ligamento cruzado anterior, de los cuales se eliminaron:

22 pacientes del sexo femenino, porque las lesiones ligamentarias de la rodilla predominan en el sexo masculino en relación 2:1 (Ramírez et al., 2000) y es evidente que la mujer presenta menores niveles de fuerza (García et al., 1996).

3 pacientes menores de 18 años, porque después de la pubertad se presenta un incremento importante de la fuerza.

20 pacientes mayores de 40 años, porque la fuerza disminuye con la edad, observándose disminución de la masa muscular, lo que altera el mecanismo de contracción con disminución progresiva del tamaño y número de fibras musculares (García Manso, 1999).

13 pacientes que durante su rehabilitación se les impidió el apoyo de la extremidad o que requirieron inmovilización, porque los pacientes inmovilizados pueden perder hasta el 1% de su masa muscular en una semana (Payne et al., 2000).

15 pacientes que tenían más de un año de la lesión a la cirugía, porque la incidencia de lesión meniscal en pacientes con lesión de LCA sin tratamiento quirúrgico es de 40% a un año, 60% a 5 años y 80% a 10 años después de la lesión inicial y osteoartritis a 10 – 15 años después de la lesión, a mayor tiempo de la lesión mayor inestabilidad y dolor (Beynnon et al., 2005).

Con una resultante de 44 pacientes, que conforman una muestra homogénea y representativa del universo, para obtener resultados con mayor validez y confiabilidad estadística.

### **Criterios de Inclusión.**

1. Pacientes masculinos posoperados de ligamento cruzado anterior con técnica de HTH (tornillos interferenciales) y ST/G (rigidfix/intrafix).
2. Edad mayor de 18 años y menor de 40 años.
3. Sedentarios y deportistas recreativos.
4. Pacientes de 12 semanas de posoperados.

### **Criterios de Exclusión.**

1. Pacientes con lesiones asociadas como: reparación meniscal, lesiones condrales, fracturas de extremidades inferiores, trastornos neuromusculares que impidieran el apoyo de la extremidad o que requirieran inmovilización prolongada (mayor a 3 días).
2. Participación en otro programa de rehabilitación o protocolo de investigación que interfiera o influya con los resultados del estudio.
3. Lesión muscular o ligamentaria aguda.
4. Aquellos pacientes que no pueden realizar la marcha.
5. Pacientes posoperados de LCA en otra institución médica.
6. Tiempo de lesión a la operación mayor a un año.

### **Criterios de Eliminación.**

1. Pacientes que no acudieron a su evaluación al servicio de Medicina del Deporte.

### **Forma de evaluación de los pacientes.**

Se realizó una revisión de expedientes y localización de posoperados de LCA con técnica de HTH y ST/G del Instituto Nacional de Rehabilitación, con 12 semanas de posoperados que se evaluaron en el servicio de Medicina del Deporte, durante el periodo de enero del 2004 a diciembre del 2005.

Con el propósito de tener una muestra homogénea, todos los pacientes llevaron el mismo programa de rehabilitación (anexo 1).

En la valoración funcional de la rodilla se incluyeron mediciones subjetivas como: la escala de Lysholm y la de actividad de Tegner (Tegner y Lysholm, 1985) (anexo 2).

En la exploración física: presencia de dolor, arcos de movilidad, contractura de isquiotibiales con goniometría y salto en una pierna.

Se les realizó antropometría por el médico especialista para determinar el porcentaje muscular y grasa; así como áreas musculares de muslo y pantorrilla bilateral.

Las mediciones que se realizaron fueron: peso, talla.

- **Anchuras:** bicondilar del húmero, biestilión y bicondilar del fémur (bilateral).
- **Circunferencias:** brazo en relajación y en contracción, pantorrilla máxima, antebrazo máximo y muslo medio bilateral.
- **Pliegues:** Tríceps, antebrazo, subescapular, pectoral, suprailíaco, abdominal, muslo y pantorrilla, estos dos últimos bilaterales.

Se calculó la composición corporal con las ecuaciones: de Jackson y Pollock de 7 pliegues (Jackson AS, Pollock ML., 1985).

La masa muscular se determinó con la ecuación de Matiegka (Roche A, Heymsfield S., Lohman T., 1996). Todos los datos se registraron en la cédula antropométrica para la captura de datos en un programa establecido.

El área muscular de muslo (AMM) y el área muscular de pierna (AMP) se determinó con su fórmula correspondiente, propuesta por Heymsfield en 1982 (Lee, et al., 2000) (anexo 3).

En la evaluación de la fuerza muscular se realizó con equipo isocinético Cybex Norm a velocidades 30°, 60° y 90°/seg. a cuádriceps e isquiotibiales de forma bilateral al realizar la flexión y extensión de las extremidades pélvicas, previo calentamiento en bicicleta estática durante 10 min. Los parámetros obtenidos de la prueba isocinética fueron: pico de torque, trabajo y potencia de extensores y flexores a una velocidad 60°/seg, de la extremidad operada y la contralateral. Todos los datos se obtuvieron del dispositivo de registro de datos para su captura en un programa establecido y su interpretación.

### **Análisis estadístico**

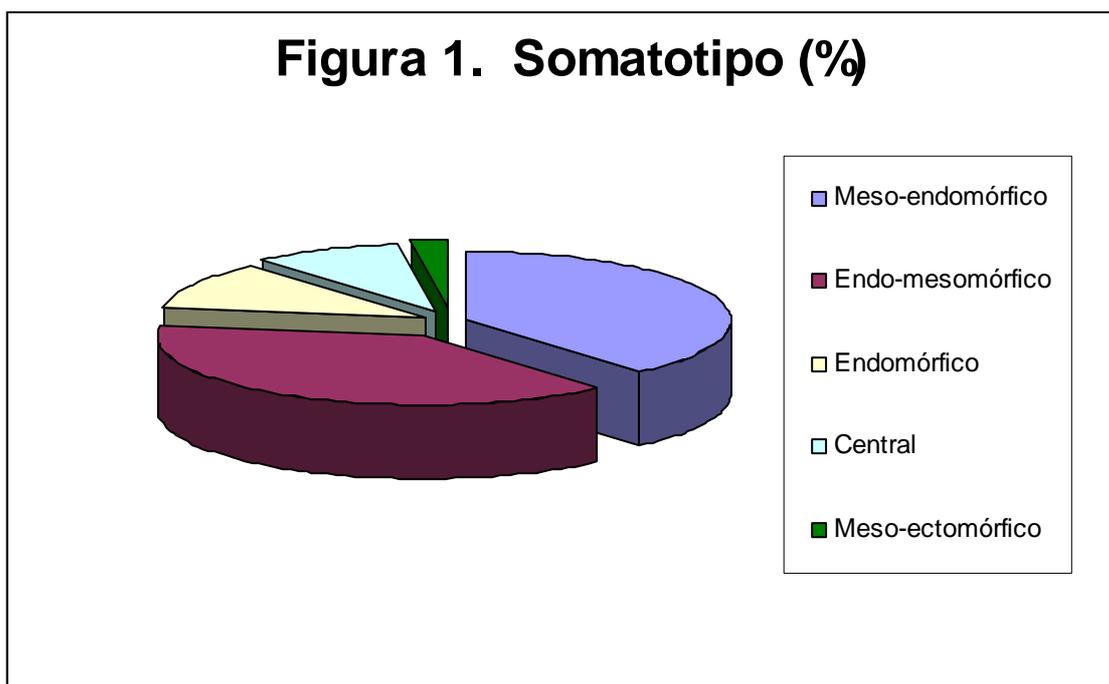
Se realizó estadística descriptiva y comparativa con el programa SPSS V 13.0, se consideró un intervalo de confianza del 95%.

Para los parámetros isocinéticos obtenidos entre ambas técnicas quirúrgicas se utilizó la “t” de Student y para la valoración de las escalas funcionales la prueba de Mann-Whitney. Para buscar asociaciones entre variables categóricas la Chi cuadrada y para las correlaciones los coeficientes de correlación de Pearson o Spearman.

### **Resultados.**

Sólo 44 pacientes cumplieron con los criterios de inclusión. La media de edad fue de 29.6 ± 6.5 años. La rodilla lesionada con mayor incidencia fue la izquierda con 52.27%, la rodilla derecha con 47.73%. El rango de tiempo entre la lesión y el tratamiento quirúrgico fue de 9.16 ± 3.7 meses.

En antropometría: el peso con una media de 78.88 ± 11.9 Kg. y la talla en 169.4 ± 6.2 cm; con un % graso medio de 21.59 ± 6.7 y el % muscular de 42.27 ± 4.4. El somatotipo que predominó fue meso-endomorfo 31.5% (17) y endo-mesomorfo 31.5% (17); seguido del endomorfo 9.3% (5), central 7.4% (4) y meso-ectomorfo 1.9% (1), sin tener ningún paciente en la categoría ectomorfo y mesomorfo (figura 1).



La mayoría eran deportistas recreativos, 37 pacientes (84%) y 7 sedentarios (16%).

La actividad deportiva que provocó la mayoría de las lesiones fue el fútbol soccer 81.1% (30 pacientes), seguido del fútbol americano y el judo con el 5.4% (2 pacientes), finalmente ciclismo, béisbol y atletismo 2.7% (1 paciente)

La técnica quirúrgica más utilizada fue la de ST/G, en 25 pacientes (57%) contra 19 pacientes (43%) con técnica de HTH.

En la ocupación que predominó fue comerciante (45%), seguida de estudiantes (18%), desempleados (16%) y otras (6%).

### **Hipotrofia muscular.**

#### **a) Muslo**

El área muscular de muslo con la técnica de HTH presentó una media de  $39.01 \pm 6.8 \text{ cm}^2$  y en ST/G una media de  $37.41 \pm 6.3 \text{ cm}^2$ ; en la extremidad no operada en el grupo de HTH presentó una media de  $41.02 \pm 5.6 \text{ cm}^2$  y para el grupo de ST/G la media fue de  $39.83 \pm 7.1 \text{ cm}^2$ , no hubo diferencia significativa ( $p = 0.4$ ) entre ambas técnicas quirúrgicas.

#### **b) Pierna**

En el área muscular de pierna con técnica de HTH presentó una media de  $25.85 \pm 4.7 \text{ cm}^2$  y para la técnica de ST/G una media de  $24.78 \pm 5.2 \text{ cm}^2$ ; en la extremidad no operada en

el grupo de HTH presentó una media de  $27.08 \pm 4.5 \text{ cm}^2$  y para el grupo ST/G presentó una media de  $26.34 \pm 5.3 \text{ cm}^2$ , no hubo diferencia significativa ( $p = 0.4$ ) entre ambas técnicas quirúrgicas.

### **Escala de Tegner.**

En el grupo de HTH, 7 pacientes (37%) obtuvieron un puntaje de 3 (caminar en terreno irregular), 9 pacientes (47%) alcanzaron un puntaje de 4 (realizaban actividades moderadamente pesadas) y 3 pacientes (16%) alcanzaron un puntaje de 5 (labores pesadas).

En el grupo de ST/G, un paciente (4%) obtuvo un puntaje de 1 (no pudo realizar caminata en terreno regular), 8 pacientes (32%) alcanzaron un puntaje de 2 (caminar en terreno regular), 9 pacientes (36%) alcanzaron un puntaje de 4 (labores moderadamente pesadas), 6 pacientes (24%) alcanzaron un puntaje de 5 (labores pesadas) y un paciente (4%) obtuvo un puntaje de 6 (realizaba deporte recreativo), pero no en la misma intensidad, volumen y frecuencia a su nivel prelesional, no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre ambas técnicas quirúrgicas ( $p = 0.6$ ).

### **Escala de Lysholm.**

Para el grupo de HTH 14 de 19 pacientes obtuvieron más de 84 puntos (74%) y para el grupo ST/G 19 de 25 pacientes obtuvieron más de 84 puntos (76%), no se encontró diferencia significativa entre ambos grupos ( $p = 0.45$ ).

### **Arcos de movimiento.**

En el grupo de HTH, 2 pacientes presentaron alteraciones del mecanismo extensor al no completarla ( $< 10^\circ$ ), todos los pacientes del grupo de ST/G completaron arcos de movilidad, no se encontró diferencia significativa entre ambos grupos ( $p = 0.1$ ).

### **Dolor.**

Para el grupo de HTH, 13 de 19 pacientes presentaron dolor (68%) y 11 de 25 pacientes (44%) para el grupo de ST/G, no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos ( $p = 0.1$ ).

## Evaluación isocinética.

### *Pico de Torque.*

#### **Extensores.**

En el grupo de HTH, se observó una media de  $106.78 \pm 42.8$  Nm y en el grupo de ST/G se observó una media de  $118.8 \pm 31.8$  Nm, no se encontró diferencia significativa ( $p = 0.2$ ) entre ambas técnicas (tabla 1).

En la extremidad no operada en el grupo de HTH, se observó una media de  $183.57 \pm 31.6$  Nm y para el grupo de ST/G se observó una media de  $169.4 \pm 29.5$  Nm, no se encontró diferencia significativa ( $p = 0.1$ ) entre ambas técnicas.

**Tabla 1**

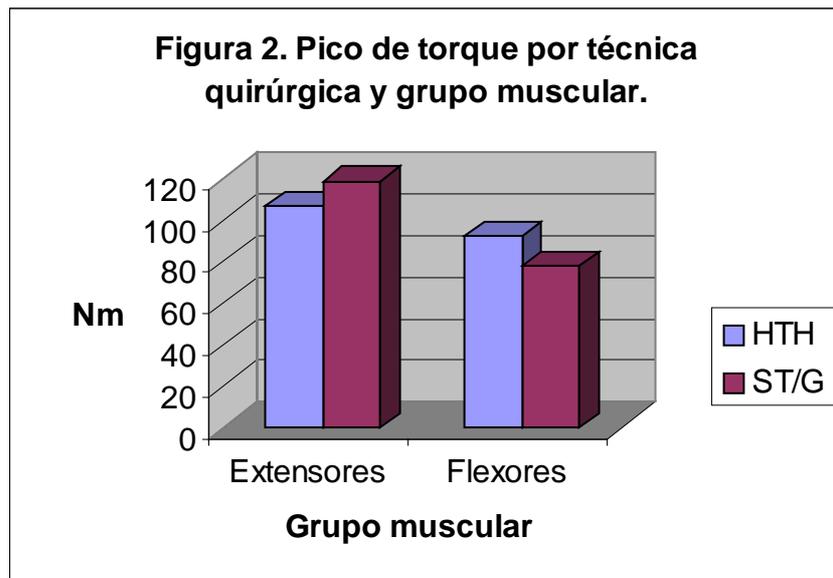
#### **Evaluación isocinética en extensores y flexores de rodilla por técnica quirúrgica**

Evaluación	Función	Técnica Qx	Media	Desviación Estándar	Valor "p"
<b>Pico de Torque (Nm)</b>	<b>Extensores</b>	<b>HTH</b>	106.78	42.8	0.2
		<b>ST/G</b>	118.8	31.8	
	<b>Flexores</b>	<b>HTH</b>	92.42	29.4	0.05
		<b>ST/G</b>	77.88	18.7	
<b>Trabajo (J)</b>	<b>Extensores</b>	<b>HTH</b>	113.52	42.5	0.4
		<b>ST/G</b>	122.95	33.9	
	<b>Flexores</b>	<b>HTH</b>	104.1	28.9	0.003
		<b>ST/G</b>	79.75	22.8	
<b>Potencia (W)</b>	<b>Extensores</b>	<b>HTH</b>	70.12	28.9	0.6
		<b>ST/G</b>	73.94	20.4	
	<b>Flexores</b>	<b>HTH</b>	61.29	18.3	0.01
		<b>STG</b>	48.81	12.3	

#### **Flexores.**

En el grupo de HTH, observó una media de  $92.42 \pm 29.4$  Nm y para el grupo de ST/G se observó una media de  $77.88 \pm 18.7$  Nm, se encontró diferencia significativa ( $p = 0.05$ ) entre ambas técnicas.

En la extremidad no operada en el grupo de HTH, se encontró una media de  $103.47 \pm 23.8$  Nm y para el grupo de ST/G una media de  $97 \pm 17.9$  Nm, no se encontró diferencia significativa ( $p = 0.3$ ) entre ambas técnicas (figura 2).



**Trabajo.**

**Extensores.**

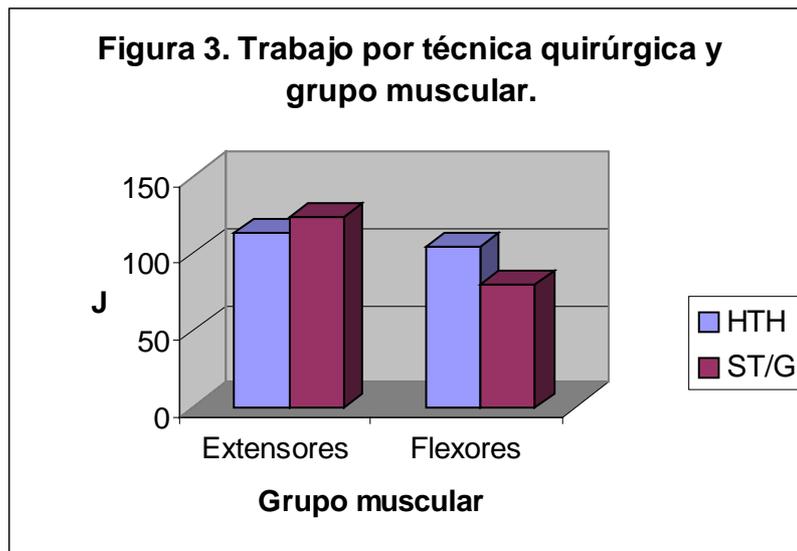
En el grupo de HTH, se encontró una media de  $113.52 \pm 42.5$  J y para el grupo de ST/G una media de  $122.95 \pm 33.9$  J, no se encontró diferencia significativa ( $p = 0.4$ ).

En la extremidad no operada en el grupo de HTH, se observó una media de  $179.05 \pm 32.3$  J y para en grupo de ST/G se observó una media de  $168.92 \pm 32.4$  J. No se encontró diferencia significativa ( $p = 0.3$ ) entre ambos grupos.

**Flexores.**

En el grupo de HTH, se encontró una media de  $104.10 \pm 28.9$  J y para el grupo de ST/G una media de  $79.75 \pm 22.8$  J, se encontró diferencia significativa ( $p = 0.003$ ) entre ambas técnicas (figura 3).

En la extremidad no operada en el grupo de HTH, se encontró una media de  $119.47 \pm 20.3$  J y para el grupo de ST/G se encontró una media de  $107.75 \pm 22.3$  J. No se encontró diferencia significativa ( $p = 0.08$ ) entre ambos grupos.



**Potencia.**

**Extensores.**

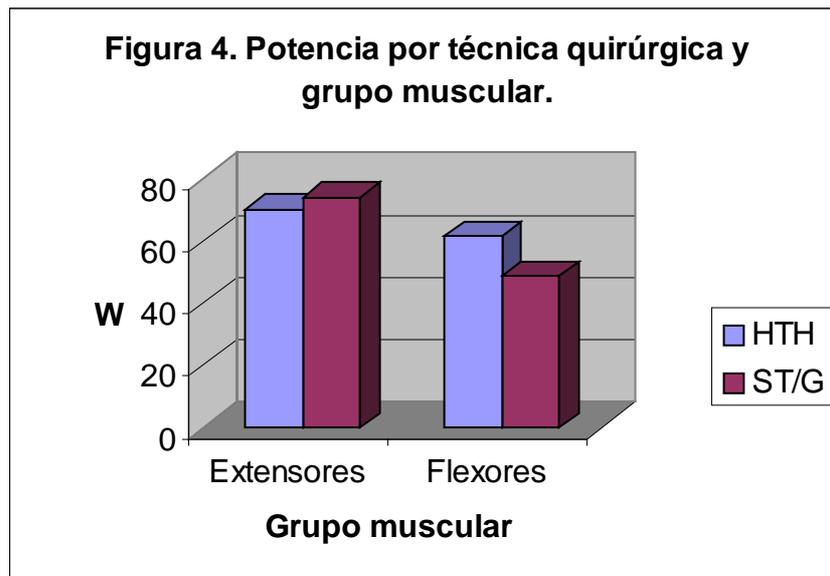
En el grupo con técnica de HTH, se encontró una media de  $70.12 \pm 28.9$  W y con la técnica de ST/G, se encontró una media de  $73.94 \pm 20.4$  W. No se encontró diferencia significativa ( $p = 0.6$ ) entre ambos grupos.

En los extensores de la extremidad no quirúrgica en el grupo de HTH, se encontró una media de  $110.35 \pm 21.1$  W y en el grupo de ST/G se encontró una media de  $102.96 \pm 17.3$  W. No se encontró diferencia significativa ( $p = 0.2$ ) entre ambos grupos.

**Flexores.**

En los flexores quirúrgicos con técnica de HTH, se encontró una media de  $61.29 \pm 18.3$  W y con la técnica de ST/G se encontró una media de  $48.81 \pm 12.3$ . Se encontró diferencia significativa ( $p = 0.001$ ) entre ambas técnicas quirúrgicas (figura 4).

En la extremidad no quirúrgica en el grupo de HTH, se encontró una media de  $69.93 \pm 14.39$  W y para el grupo de ST/G se encontró una media de  $64.51 \pm 13.47$  W. No se encontró diferencia significativa ( $p = 0.2$ ) entre ambos grupos.



### Asociaciones y correlaciones.

No se encontró correlación significativa entre los parámetros isocinéticos y la escala de actividad de Tegner.

**Tabla 2**  
**Parámetros isocinéticos de extensores de rodilla y escala de actividad de Tegner**

Tegner	Pico de Torque			Trabajo			Potencia		
	Media	Desviación Estándar	Intervalo de confianza 95%	Media	Desviación Estándar	Intervalo de confianza 95%	Media	Desviación Estándar	Intervalo de confianza 95%
1									
2									
3	106	47	80 - 132	108	48	82 - 135	66	30	49 - 82
4	119	31	103 - 134	125	30	110 - 140	76	22	65 - 87
5	109	29	87 - 132	117	32	92 - 142	71	19	56 - 86
6									

**Tabla 3.**  
**Parámetros isocinéticos de flexores de rodilla y escala de actividad de Tegner**

Tegner	Pico de Torque			Trabajo			Potencia		
	Media	Desviación Estándar	Intervalo de confianza 95%	Media	Desviación Estándar	Intervalo de confianza 95%	Media	Desviación Estándar	Intervalo de confianza 95%
1									
2									
3	82	17	68 - 96	76	23	76 - 97	51	9	43 - 58
4	73	21	57 - 90	77	25	58 - 97	46	16	34 - 58
5	78	18	60 - 96	85	23	61 - 109	50	12	36 - 63
6									

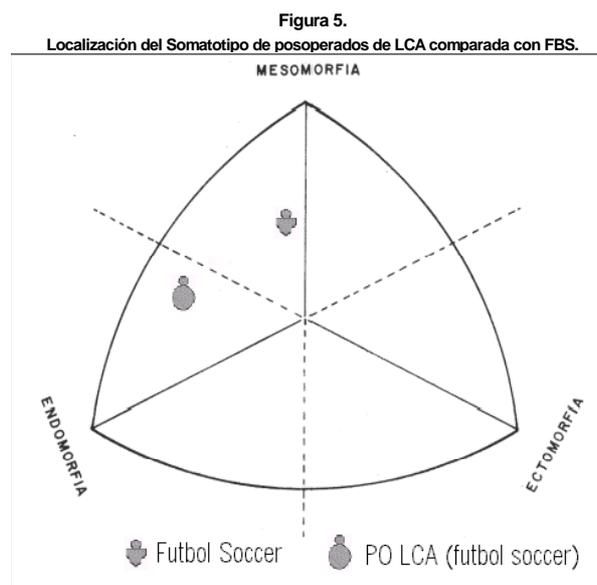
No se encontró correlación significativa entre la hipotrofia muscular y los parámetros isocinéticos.

Cuando se estratifico por técnica quirúrgica, no se encontró asociación entre los parámetros de isocinesia y edad. Sin embargo, se encontró correlación significativa entre los parámetros de isocinesia y el tiempo de lesión al tratamiento quirúrgico: para la técnica de HTH, el trabajo en el grupo muscular de los flexores presento correlación ( $p = 0.03$ ) y para la técnica de ST/G, el trabajo y la potencia en el grupo muscular de los flexores presentó correlación ( $p = 0.007$ ).

### Discusión.

Al igual que en este estudio, Corry y cols. (1999) no encontraron correlación significativa entre los datos de ambas técnicas quirúrgicas con respecto a edad y tiempo de la lesión al tratamiento quirúrgico.

La mayor parte de la población que se evaluó es meso-endorfica y endo-mesomorfica, sin tener pacientes con características ectomorficas o mesomorficas, es decir, se valoró una población tendiente a ser obesa y con mayor factor de riesgo que la población mesomorfica. El peso, talla, porcentaje de grasa y muscular son factores de riesgo que se han relacionado con la predisposición para lesiones, pero sin encontrar diferencia significativa (Murphy et al., 2003). De igual manera, en el estudio del somatotipo, para deportes de consumo energético mixto, en pacientes masculinos futbolistas de soccer, predomina el somatotipo mesomórfico. En base a los datos obtenidos, la mayor parte de la población realiza fútbol soccer y se encuentran lejos de lo reportado por Carter (1980) para la población futbolista (figura 5).



Se ha relacionado a la extremidad dominante con el incremento el riesgo de lesiones en deportes pliometricos (basketball, Tae Kwon Do y otros) y en aquellos donde la tensión del cuadriceps es mayor como en el fútbol (Söderman et al., 2001), en este grupo solo se evaluó gente con dominancia derecha, mientras que la rodilla que más se lesiono fue la izquierda, es decir, en la pierna dominante la incidencia de lesión probablemente es menor por el porcentaje de fuerza existente, que la no dominante.

### **Escala de Tegner**

En el grupo de HTH a las 12 semanas de posoperados, la rodilla es funcional y les permite realizar desde actividades ligeras a pesadas, sin embargo, en el grupo de ST/G, les permite realizar labores muy ligeras hasta el deporte recreativo pero con modificaciones.

Al correlacionar los parámetros isocineticos de los extensores quirúrgicos con la escala de actividad de Tegner, se observó que los pacientes con menor actividad tienen mayor fuerza, potencia y trabajo, que los pacientes en escalas funcionales superiores.

Al correlacionar los flexores quirúrgicos con esta escala, se observó que los pacientes con menor potencia y fuerza, tienen una mayor actividad que aquellos que no la tienen. Debido al deterioro anatómico y funcional del LCA se ven afectadas las actividades de la vida diaria, laborales y deportivas, pero estos resultados reflejan el cambio de estilo de vida, así como la pérdida de confianza en la rodilla, dejando al paciente inseguro y con una mala percepción de la actividad.

### **Escala de Lysholm.**

Ambas técnicas quirúrgicas califican como buena y excelente la rodilla a las 12 semanas de posoperados con respecto a claudicación, uso de auxiliares de la marcha, sensación de bloqueo, inestabilidad, dolor, aumento de volumen, subir escaleras y realizar flexiones máximas. Sin embargo, en 1996 Bengtsson al aplicar la escala de Lysholm a 31 pacientes con diferentes lesiones encontró que está es sensible para pacientes con lesión de LCA, pero es específica cuando se aplica en los primeros días de la lesión (1 al 3 día de lesión) ( $p = < 0.0001$ ) posteriormente a este tiempo pierde especificidad si se compara con otras etiologías como: meniscopatías, síndrome doloroso patelofemoral y lesión de los ligamentos colaterales. Por ello, se sugiere aplicar más de una sola escala funcional y tener más parámetros de evaluación.

### **Arcos de movimiento.**

Ambas técnicas quirúrgicas no afectan los arcos de movilidad en la población estudiada.

### **Dolor.**

El dolor predominó en los pacientes posoperados de HTH (68%) que en los pacientes posoperados de ST/G (44%), esto se debe a las características del injerto, la técnica quirúrgica, el sitio donador del mismo, los métodos y sitios de fijación.

### **Hipotrofia muscular.**

Para el grupo de HTH se encontró hipotrofia muscular en el muslo de  $2 \text{ cm}^2$  y para el grupo de ST/G de  $2.4 \text{ cm}^2$ ; la hipotrofia muscular de pantorrilla en el grupo de HTH fue de  $1.2 \text{ cm}^2$  y para el grupo de ST/G fue de  $1.6 \text{ cm}^2$ . En la técnica de ST/G hay mayor hipotrofia muscular a pesar de ser una técnica quirúrgica con menor invasión y lo encontrado no corresponde con lo reportado, por el tipo de poblaciones evaluadas, las cuales son heterogéneas. Anderson y colaboradores (2001), en su estudio observaron que las lesiones de LCA se relacionan con factores intrínsecos como las diferencias antropométricas, sin embargo, las diferencias entre ambas técnicas quirúrgicas no fueron significativas en la hipotrofia muscular de muslo.

### **Evaluación isocinética.**

Aunque en los extensores no se encontró diferencias significativas entre ambas técnicas, en el caso de los flexores, en fuerza, trabajo y potencia es mayor para la técnica de HTH, esto se explica por diferentes razones:

- El cuádriceps es el músculo extensor más potente de la rodilla (42 Kgm) tres veces mayor que los flexores y los músculos isquiotibiales son un poco más del tercio del cuádriceps (15 Kgm) (Kapandji, 1980).
- Los músculos isquiotibiales son los principales proveedores de resistencia al LCA en la translación tibial anterior, después de que éste se ha lesionado.
- Es el resultado de un conjunto de adaptaciones neurales, secundario a la disrupción quirúrgica del isquiotibial medial, que no se observa en el grupo de HTH.

Las dismetrias musculares son un factor de riesgo para las lesiones de LCA (Knapik et al., 1991; Söderman et al., 2001; More et al., 1993; Li et al., 1999; Mc Williams, 1999), por esta razón, la relación de fuerza entre el músculo cuádriceps e isquiotibiales son un factor de riesgo de relesión en deportes tanto de contacto como sin el (Uhorchak et al., 2003).

En la técnica de HTH existe una diferencia de fuerza relación cuádriceps/isquiotibiales de 1.2:1, mientras que para el grupo de ST/G la relación es de 1.5:1. El riesgo de relesión es mayor si los pacientes abandonan el programa de fortalecimiento muscular con esta dismetria existente con cualquiera de las dos técnicas quirúrgicas.

### **Apego de los pacientes.**

En la población evaluada, el 45% de los pacientes regresó a su 2ª evaluación, 18% a la 3ª evaluación, 6.8% a su 4ª evaluación y solo el 2.2% regresó a su 5ª evaluación. Corry y colaboradores (1999) reportan que durante el seguimiento a 5.7 años el 60% de los pacientes posoperados continúan su evaluación.

Ambas técnicas presentan ventajas y desventajas, lo importante es realizar evaluaciones objetivas, que permitan conocer la fuerza, trabajo y potencia muscular del paciente para actuar en los factores de riesgo y permitir al deportista y sedentario reincorporarse a sus actividades en el menor tiempo y en las mejores condiciones para evitar riesgo de relesión.

### **Conclusiones.**

Los resultados obtenidos con ambas técnicas de reconstrucción de LCA no presentaron diferencias significativas excepto: en fuerza, trabajo y potencia, que fue mayor en los flexores con la técnica HTH. La técnica de HTH presenta buenos resultados antropométricos, funcionales e isocinéticos, no obstante, la técnica de ST/G se puede aplicar a todo tipo de rodillas sin condicionantes previas, salvo la propia conservación de los tendones que se emplean como injerto, obteniéndose resultados clínicos comparables y aceptables a los de HTH, excepto en aquellos que presenten alteraciones del mecanismo flexor de rodilla.

A pesar de los buenos resultados con ambas técnicas quirúrgicas, se requiere de un injerto que sin debilitar el aparato extensor ofrezca resultados de estabilidad y movilidad. Identificar factores de riesgo e intervenir de forma oportuna en ellos, como: el peso, porcentaje de grasa, porcentaje muscular y el fortalecimiento muscular para evitar dismetrias y el riesgo de relesión. Implementar y modificar los programas de

entrenamiento para fortalecer al paciente en un periodo menor de tiempo, evitar la deserción de los mismos y puntualizar la necesidad de completar un programa de entrenamiento muscular. Aplicar un mayor número de escalas de evaluación como el IKDC, pruebas de flexibilidad, análisis de marcha, plataforma de fuerza; tanto prequirúrgicos como posquirúrgicos para tener parámetros que nos brinden una evaluación comparativa y completa. Prescribir un programa ejercicio enfocado al fortalecimiento muscular de forma individualizada, para obtener los mayores beneficios en el organismo con los menores riesgos. Clasificar a los pacientes posoperados de LCA con relación a la técnica quirúrgica y aplicar diferentes cargas de entrenamiento; implicadas a mejorar la fuerza de los flexores, así como del cuádriceps en los posoperados ST/G y en los de HTH incrementar las cargas de entrenamiento para fortalecimiento muscular de cuádriceps y poder alcanzar la relación de fuerza 3:1. En los pacientes prequirúrgicos, dosificar las cargas de entrenamiento acorde al injerto que será colocado y finalmente realizar evaluaciones a otros grupos vulnerables, por edad, género y actividad.

La importancia y los datos que nos aporta este estudio, posiblemente servirán para iniciar o mejorar los programas de fortalecimiento muscular aplicados a los pacientes posoperados de LCA y para aquellos que inician un programa prequirúrgico.

### **Referencias.**

1. Aglietti P, Zaccherotti G, Buzzi R. A comparison between patellar tendon and double semitendinosus/gracilis tendon for anterior cruciate ligament reconstruction. A minimum five-year-follow up. *J. Sports Traumatol. Rel. Res.* 1997; 19: 57-68.
2. Agrandes F, Colson SS, Parisaux JM, Legros P. Knee isometric torque and electromiographic specificities after Semitendinosus and Gracilis hamstrings anterior cruciate ligament reconstruction. *Am. J. Phys Med. Rehabil.* 2006; 85: 127 – 134.
3. American College Sports Medicine. Guidelines for exercise testing and prescription. 5a edición. Williams & Williams, 1995.
4. Anderson A, Dome D, Gautams S, Awh M, Rennirt G. Correlation of anthropometric measurements, strength, anterior cruciate ligament size, and intercondylar notch characteristics to sex differences in anterior cruciate ligament tear rates. *The Am. J. Sports Med.* 2001; 29(1): 58-66.

5. Appell H.L. Muscular atrophy following immobilization. A review. *Sports Medicine*. 1990; 10, 42-58.
6. Arnoczky S, Matyas J, Buckwalter J. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *The Anterior Cruciate Ligament: Current and Future Concepts*. S/E. Raven Press; 1993.
7. Aune AK, Holm I, Risberg MA, Jensen HK, Steen H. Four strand hamstring tendon autograft compared with patellar tendon-bone autograft for anterior cruciate ligament reconstruction: a randomised study with two-year follow-up. *Am J Sports Med*. 2001; 29: 272-279.
8. Bahr R, Krosshaug T. Understanding injury mechanisms: A key component of preventing injuries in sports. *Br. J. Sports Med*. 2005; 39: 324-329.
9. Bazzini M, Gorelick M, Munzinger U, Drobny T. Joint laxity and isokinetic thigh muscle strength characteristics after anterior cruciate ligament reconstruction. Bone patellar tendon bone versus quadrupled hamstring autografts. *Clin. J. Sports Med*. 2006; 16: 4 – 9.
10. Bengtsson J, Möllborg J y Werner S. A study for testing the sensitivity and reliability of the Lysholm knee scoring scale. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 1996; 4 (1): 27-31.
11. Beynon BD. Treatment of Anterior Cruciate Ligament Injuries; Part. 1; *Am. Journal of Sports Medicine* 2005; 33 (10): 1579 – 1602.
12. Beynon BD, Johnson RJ, Fleming BC. Anterior cruciate ligament replacement: comparison of bone-patellar tendon-bone grafts with two-strand hamstring grafts: a prospective, randomised study. *J Bone Joint Surg Am*. 2002; 84: 1503-1513.
13. Boden B, Griffin L, Garret W. The etiology and prevention of noncontact ACL injuries. *Physician Sports Med*. 2000; 28 (4): 53 – 60, 107 – 108.
14. Bongbele J, Gutiérrez A. Bases bioquímicas de la fatiga muscular durante esfuerzos máximos anaeróbicos lácticos y aeróbicos. *Archivos de Medicina del Deporte*. 1990; 7 (25): 49 – 56.
15. Busto V. J, Pérez J. F, Aguilera Z. J. Fijación directa del injerto ST y RI con tornillo interferencial en la plastía artroscopica del LCA. *Rev. Mex. Ortop. Traum*. 2000; 14 (2): 159-160.
16. Carter L. J. E. *The Heath-Carter somatotype method*. San Diego University. Third Edition, 1980.
17. Carter TR, Edinger S. Isokinetic evaluation of anterior cruciate ligament reconstruction: hamstring versus patellar tendon. *Arthroscopy*. 1999; 15:169 – 172.

18. Corry I, Webb J, Clingeffer A y Pinczewski L. Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament. A comparison of patellar tendon autografts and four-strand hamstring tendon autografts. *Am. J. Sports Med.* 1999; 27: 444-454. Cyril BF, Douglas WJ. Current Concepts Review. The Science of Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament. *The Journal of Bone and Joint Surgery.* 1997; 79A (10).
19. 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 followup. *Am. J Sports Med.* 2003; 31:19-25.
20. Feller JA, Webster KE. A randomized comparison of patellar tendon and hamstring tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2003; 31:564-573.
21. Ferrin DH. Isocinética. Ejercicios y Evaluación. S/E. Bellaterra, 1994.
22. Freedman K, D'Amato M, Nedeff D, Kaz A. y Bach B. Arthroscopic anterior Cruciate ligament reconstruction: A meta-analysis comparing patellar tendon and hamstring tendon autografts. *The American Journal Sports Medicine.* 2003; 31(1): 2-11.
23. Fu F, Bennett C, Lattermann C. Current Trends in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. Part 1: Biology and Biomechanics of Reconstruction. *Am. J. Sports Med.* 1999; 27 (6): 821 – 830.
24. García M J. La Fuerza. Fundamentación, valoración y entrenamiento. Ed. Gymnos, 1999.
25. García MJ, Navarro VM y Ruiz CJ. Bases teóricas del entrenamiento deportivo. Principios y aplicaciones. Ed. Gymnos, 1996.
26. García JG, Chávez D, Vargas A, Diez MP y Ruiz T. Valoración funcional en pacientes posoperados de reconstrucción de LCA; *Acta Ortopédica Mexicana* 2005; 19 (2): 67-74.
27. Girgis F, Marshall J, Almonajem A. The cruciate ligaments of the knee joint: Anatomical, functional and experimental analysis. *Clin. Orthop.* 1975; 106: 216 – 231.
28. Goldblatt JP, Fitzsimmons SE, Balk E, Richmond JC. Reconstruction of the anterior cruciate ligament: Meta-analysis of patellar tendon versus hamstring tendon autograft. *Arthroscopy.* 2005; 21 (7): 791 – 803.
29. Griffin L, Agel J, Albohm M, Noncontact anterior cruciate ligament injuries. Risk factors and prevent strategies. *J Am Acad. Orthop Surg.* 2000; 8: 141 – 150.

30. Harter RA, Ostering LR, Standifer LW. Isokinetic evaluation of quadriceps and hamstrings symmetry following anterior cruciate ligament reconstruction. *Arch Phys Med Rehabil.* 1990; 71: 465 – 468.
31. Hewett T, Lindenfeld T, Riccobene J. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study. *Am. J. Sports Med* 1999; 27: 699-706.
32. Hiemstra LA, Webber S, Mac Donald PB. Knee strength deficits after hamstring tendon and patellar tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2000; 32: 1472 – 1479.
33. Huston L, Greenfield M, Wójtyś E, Anterior cruciate ligament injuries in the female athlete. Potential risk factors. *Clin. Orthop.* 2000; 372: 50 – 63.
34. Insall Jhon; Cirugía de la Rodilla; 4a reimpresión. Panamericana, 1991.
35. Jackson AS, Pollock ML. Practical assessment of body composition. *The Physician Sports Med* 1985; 13 (5): 76-90.
36. Jansson K, Linko E, Sandelin J, Harilainen A. A prospective randomized study of patellar versus hamstring tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am. J Sports Medicine.* 2003; 31 (1): 12-18.
37. Kapandji I.A. Cuadernos de Fisiología Articular. Miembro Inferior. 3a edición. Toray Masson, 1980.
38. Knapik J, Bauman C, Jones B. Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *Am. J. Sports Med.* 1991; 19: 76 – 81.
39. Kurt P. Spindler, Kuhn John, Blake Kevin, Matthews Charles, Dittus Robert; Harrell Frank. Anterior cruciate ligament reconstruction autograft choice: Bone Tendon – Bone versus Hamstring. Does it really matter? A systematic review. *The American Journal of Sports Medicine.* 2004; 32 (8): 1986-1995.
40. Lee, R. C. Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. *Am J Clin Nutr.* 2000; 72 (3): 796-803.
41. Li G, Rudy T, Sakane M. The importance of quadriceps and hamstring muscle loading on knee kinematics and in-situ forces in the ACL. *J. Biomech.* 1999; 32:395 – 400.
42. Mac Williams B, Wilson D, Desjardins J. Hamstring contractions reduces internal rotation, anterior translation and anterior cruciate ligament load in weight – bearing flexion. *J. Orthop Res.* 1999; 17: 817 – 822.

43. Marder R, Raskind J, Carroll M. Prospective evaluation of arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction. Patellar tendon versus semitendinosus and gracilis tendons. *Am. J. Sports Med.* 1999; 19: 478-484.
44. More R, Karras B, Nerman R. Hamstrings – an anterior cruciate ligament protagonist. An in vitro study. *Am. J. Sports Med.* 1999; 21: 231-237.
45. Murphy D, Connolly D, Beynnon B. Risk factors for lower extremity injury: A review of the literature. *Br. J. Sports Med.* 2003; 37:13-29.
46. Myklebust G, Engebretsen L, Braekken I. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: A prospective intervention study over three seasons. *Clin J. Sports Med.* 2003; 13: 71 – 8.
47. Natri A, Jarvinen M, Latuala K. Isokinetic muscle performance after anterior cruciate ligament surgery. *Int. J. Sports Med.* 1996; 17:223-228.
48. O'Neill D.B. Arthroscopically assisted reconstruction anterior cruciate ligament. A prospective randomized analysis of three techniques. *Journal of Bone and Joint Surgery American*; 1996; 78 (6) 803-13.
49. Payne N, Gledhill N, Katzarmzyk P, Jamnik V, y Ferguson S. Health implications of musculoskeletal fitness. *Can. J. Appl. Physiol.* 25: 114-126, 2000.
50. Ramírez CH, Isunza AA, Quezada LF, López TD, Sierra CR. Reconstrucción artroscopica del LCA mediante injerto HTH, ligado con tornillos interferenciales. *Rev. Mex. Ortop. Traum.* 2000; 14 (2): 153-158.
51. Roche A, Heymsfield S. y Lohman T. Human body composition. *Human kinetics champaign*, 1996.
52. Roe J, Pinczewski LA, Russell VJ, Salmon LJ, Kawamata T, and Chew M. A 7-Year Follow-up of Patellar Tendon and Hamstring Tendon Grafts for Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Differences and Similarities *Am. J. Sports Med.* 2005; 33(9): 1337 - 1345.
53. Sachs R, Daniel D, Stone M. Patelofemoral problems after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am. J. Sports Med.* 1989; 17:760 - 65.
54. Shaieb M, Kan D, Chang S, Marumoto J y Richardson A. A prospective randomized comparison of patellar tendon versus Semitendinosus and Gracilis tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction. *The Am. J. of Sports Med.* 2002; 30: 214-220.

55. Seitz H, Schlenz I, Müller E, Vécsei V. Anterior instability of the knee despite an intensive rehabilitation program. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1996; 328: 159-64.
56. Shelbourn K, Nitz P. Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am. J. Sports Med.* 1990; 18: 292-299.
57. Söderman K, Alfredson H, Pietila T. Risk Factors for leg injuries in female soccer players: A prospective investigation during one out-door season. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2001; 9: 313-321.
58. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1985; 198: 43-9.
59. Torres RF, Carriedo RE, Martínez TG, Martínez GF. Rehabilitación mínima acelerada en la reconstrucción del LCA. *Rev. Mex. Ortop. Traum.* 2000; 14 (2): 161-163.
60. Uhorchak J, Scoville C, Williams G, Arciero R, Pierre P, Taylor D. Risk factors associated with noncontact injury of the anterior cruciate ligament. A prospective four-year evaluation of 859 wet point cadets. *Am J Sports Med.* 2003; 31 (6): 831-842.
61. Walla DJ, Albright JP, Mc Auley E. Hamstring control and the unstable anterior cruciate ligament – deficient knee. *Am. J. Sports Med.* 1985; 13: 34 – 39.
62. Wilk K. Dynamic muscle testing. Muscle strength testing, instrumented and non-instrumented systems. Churchill Livingstone, 1990.
63. Wilk KE, Andrews JR. Current concepts in the treatment of anterior cruciate ligament disruption. *J. Orthop Sports Phys Ther.* 1992; 15: 279 – 293.
64. Wilk KE, Kerms MA, Andrews JR. Anterior cruciate ligament rehabilitation: a six – months follow up of isokinetic testing in recreational athletes. *Isokinet Exerc. Sci.* 1991; 1: 36 – 43.
65. Williams GN, Chmielewski K, Rudolph K. Dynamic knee stability: current theory and implications for clinicians and scientists. *J. Orthop. Sports Phys Ther.* 2001; 31: 546 – 566.
66. Yunes M, Richmond J, Engels E. y Piczewski L. Patellar versus hamstring tendons in anterior cruciate ligament reconstruction: A meta-analysis arthroscopy. *The J. of Arthroscopic and Related Surgery.* 2001; 17(3): 248-257.

# ANEXOS

## ANEXO 1.

### TERAPIA DE REHABILITACION DE LOS PACIENTES POSOPERADOS.

<b>Tiempo de Cirugía</b>	<b>Actividades de la terapia física</b>
<b>Día 1-2</b>	Medidas antiedema Crioterapia continua Movilización pasiva de la rodilla a tolerancia Flexión mínima a 90° Movilización activa libre a cadera y tobillos Fortalecimiento por isométricos de glúteos, cuádriceps Fortalecimiento por isotónicos a cadera y tobillo Apoyo parcial con ayuda de muletas
<b>Día 3-13</b>	Crioterapia Movilización pasiva de la rodilla a tolerancia tratando de completar arcos de movilidad para la flexión Ejercicios de cadena cinética cerrada Marcha asistida con muletas
<b>Semana 2-4</b>	Hidroterapia Movilización activo asistida de rodilla tratando de completar arcos de movilidad Ejercicios de cadena cinética cerrada Apoyo total con deambulación sin muletas y reeducación de la marcha
<b>Semana 5-6</b>	Hidroterapia Movilización activo libre a no más de 120° Ejercicios de cadena cinética cerrada Biciergómetro Ejercicios de propiocepción
<b>Semana 7-8</b>	Hidroterapia Ejercicios de cadena cinética cerrada Biciergómetro Kinetrón con apoyo total Reeducación de la marcha Propiocepción
<b>Semana 9-11</b>	Hidroterapia Biciergómetro Kinetrón con apoyo total por 10 minutos Reeducación de la marcha en banda Propiocepción Caminata en línea recta

## ANEXO 2

**Tabla 1.**  
**Puntuación de actividad de Tegner.**

Calif	Actividad	Características de la actividad	Categoría
10	<b>Deportes competitivos</b>	Futbol soccer o Americano	Equipo internacional o nacional
9	<b>Deportes competitivos</b>	Futbol soccer o Americano.	Divisiones menores
8	<b>Deportes competitivos</b>	Squash, atletismo, saltar	
7	<b>Deportes competitivos.</b>	Tenis, basketball, atletismo (correr)	
	<b>Deportes recreativos</b>	Futbol soccer o Americano, atletismo	
6	<b>Deportes recreativos</b>	Tenis, basketball, trotar	5 veces por semana
5	<b>Trabajo</b>	Labores pesadas	Construcción
	<b>Deportes recreativos</b>	Ciclismo, trotar en terreno irregular	2 veces por semana
4	<b>Trabajo</b>	Labores moderadamente pesadas	Manejar, labores de hogar
	<b>Deportes recreativos</b>	Ciclismo, trotar en terreno regular	2 veces por semana
3	<b>Trabajo</b>	Labores ligeras, caminar en campo	
	<b>Deportes recreativos</b>	Natación	
2	<b>Trabajo</b>	Labores ligeras, caminar en terreno regular	
1	<b>Trabajo</b>	Labores sedentarias y caminar en terreno regular	
0	<b>Pensión</b>	Discapacidad por problemas de la rodilla	

Tegner Y., Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. Clinical Orthopaedics and Related Research 1985; 198: 43-9.

**T A B L A 2 .**  
**ESCALA FUNCIONAL DE LYSHOLM .**

### CLAUDICACION

Ninguna 5  
Leve o periodica 3  
Severa o constante 0

### AUXILIARES DE LA MARCHA

Ninguno 5  
Bastón o muletas 2  
No puede cargar peso 0

### BLOQUEO

No se bloquea, no hay sensación de bloqueo 15  
Hay sensación de bloqueo, pero no se bloquea 10  
Bloqueo ocasional 6  
Bloqueo frecuente 2  
Articulación bloqueada a la actividad física 0

### INESTABILIDAD

Sin sensación de inestabilidad 25  
Raramente durante la actividad deportiva o con actividad intensa 20  
Frecuentemente durante la actividad deportiva o con actividad intensa 15  
Ocasionalmente durante actividades de la vida diaria 10  
Con frecuencia en actividades de la vida diaria 5  
A cada paso 0

### DOLOR

Ausente 25  
Inconstante y leve durante la actividad intensa 20  
Marcado durante actividad intensa 15  
Marcado durante o después de caminar más de 2 Km 10  
Marcado durante o después de caminar menos de 2 Km 5  
Constante 0

### AUMENTO DE VOLUMEN

Ausente 10  
Con actividad intensa 6  
Con actividad ordinaria 2  
Constante 0

### SUBIR ESCALERAS

Sin problemas 10  
Ligera dificultad 6  
Un escalón a la vez 2  
Imposible 0

### CUNCLILLAS

Sin problemas 5  
Ligeramente limitado 4  
No a más de 90° 4  
Imposible 0

Tegner Y., Lysholm J. Clinical Orthopaedics and Related Research. 1985; 198: 43-9.

**ANEXO 3**  
**FORMULAS ANTROPOMÉTRICAS**

**Densidad Corporal (DC). JACKSON-POLLOCK (1985)**

**HOMBRES:**

$$\text{D.C.} = 1.11200000 - 0.00043499(X^1) + 0.00000055(X^1)^2 - 0.00028826(X^4)$$

$X^1$  = Suma de 7 pliegues

(Pectoral, Axilar, Tríceps, Subescapular, Abdomen, Suprailiaco, Muslo).

$X^4$  = Edad.

**MASA MUSCULAR: MATIEGKA**

$$\text{M.M.} = \text{P.T.} - (\text{M.G.} + \text{M.V.} + \text{M.O.})$$

**P.T.** = Peso total

**M.G.** = Masa Grasa

**M.V.** = Masa Visceral

**M.O.** = Masa Ósea

**AREA MUSCULAR DE MUSLO.**

$$\text{AMM} = \frac{[(\text{Circunf. de muslo en relajación} - 3.1416) (\text{pliegue de muslo}/10)]^2}{4 (3.1416)}$$

**AREA MUSCULAR DE PIERNA.**

$$\text{AMP} = \frac{[(\text{Circunf. de pierna en relajación} - 3.1416) (\text{pliegue de pierna}/10)]^2}{4 (3.1416)}$$