



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

11222

2/4

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
SECRETARÍA DE SALUD
CENTRO NACIONAL DE REHABILITACIÓN
MEDICINA DE REHABILITACIÓN

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

"SUPLEMENTACION CON MONOHIDRATO DE CREATINA EN
LA REHABILITACIÓN DE PACIENTES POSTOPERADOS DE
LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR"

PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA
EN MEDICINA DE REHABILITACIÓN

PRESENTA:
DRA. ROSA ALICIA REYES QUIÑONES



PROFESOR TITULAR:
DR. LUIS GUILLERMO IBARRA C. N. R.

DIVISIÓN DE ENSEÑANZA
E INVESTIGACIÓN

DIRECTOR DE TESIS:
DR. CLEMENTE IBARRA PONCE DE LEÓN



MÉXICO, D. F.

FEBRERO DE 2003



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
SECRETARÍA DE SALUD
CENTRO NACIONAL DE REHABILITACIÓN
MEDICINA DE REHABILITACIÓN**

**"SUPLEMENTACION CON MONOHIDRATO DE CREATINA EN LA
REHABILITACION DE PACIENTES POSTOPERADOS DE LIGAMENTO
CRUZADO ANTERIOR "**

**DR. LEOBARDO C. RUÍZ PÉREZ
JEFE DE SUBDIVISIÓN DE ESPECIALIZACIONES MEDICAS
FACULTAD DE MEDICINA UNAM**

**DRA. MATILDE ENRIQUEZ SANDOVAL
DIRECTOR DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN**

**MC JÓRGE LETECHIPIA
JEFE DE DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN REHABILITACIÓN**

**DR. CLEMENTE IBARRA PONCE DE LEON
JEFE DEL SERVICIO DE ARTROSCOPIA Y ORTOPEDIA DEL DEPORTE**

**DR. LEONEL GARCÍA GÓMEZ
JEFE DE SERVICIO DE REACONDICIONAMIENTO FÍSICO. MEDICINA
DEL DEPORTE**

**DRA. MA DE LOS ANGELES SORIA BASTIDA
MEDICO DEL SERVICIO DE REHABILITACIÓN EN EL DEPORTE**



MÉXICO, D. F.

FEBRERO DE 2003

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

B

***“ DEDICADA A MIS PADRES QUE EN TODO MOMENTO ME APOYAN E
INYEKTAN CONFIANZA PARA CONTINUAR CON MI PREPARACION COMO
MÉDICO Y SOBRE TODO COMO PERSONA.”***

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Agradecimiento especial al **Dr. Alberto Vargas** Jefe del Servicio de Rehabilitación en el Deporte ya que por su muy particular forma de ser y tratar a los pacientes inició en mi ese interés por la rehabilitación en el deporte y me animó a iniciar y continuar en todo momento esta tesis hasta su fin, junto con la Dra. Mari Soria.

Al **Dr Jaime Guadarrama**, jefe del Servicio de Evaluación y Nutrición del Deportista, por su entusiasmo, amabilidad, apoyo incondicional y desinteresado, ya que fué un punto clave en el desarrollo de esta investigación.

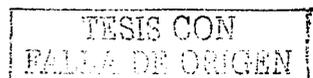
Al **Ingeniero M.C. Jorge Letechipia**, por el tiempo que se tomó en orientarnos tanto en el proyecto, en la realización y presentación ante el comité de investigación del CNR, por su crítica en todo momento constructiva, por su ayuda en la finalización del documento impreso y por su presencia en las jornadas de residentes para nuestro ingreso a la Sociedad Mexicana de Medicina Física y de Rehabilitación.

A mis pacientes por su constancia y por ser un libro abierto para mi formación.

Éxito

" Reir con frecuencia, y mucho; ganar el respeto de las personas inteligentes y el afecto de los niños; conseguir el aprecio de los críticos honestos y soportar la traición de los falsos amigos; apreciar la belleza, encontrar lo mejor de los demás. Hacer que este mundo sea un poco mejor, bien sea a través de un niño saludable, un buen trozo de jardín o una condición social redimida. Saber que por lo menos una persona hoy ha respirado mejor porque usted existe... eso, eso es tener éxito."

Ralph Waldo Emerson



SUPLEMENTACION CON MONOHIDRATO DE CREATINA EN LA REHABILITACIÓN DE PACIENTES POSTOPERADOS DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR.

TÍTULO CORTO: CREATINA EN LA REHABILITACIÓN PO DE LCA.

AUTORES:

Dra. Rosa Alicia Reyes Quiñones*
Dra. Mónica Adriana León Aguilar*

ASESORES:

Dr. Clemente Ibarra Ponce de Leon*
Dr. Leonel García Gómez ****

Dra. Ma. Angeles Soria Bastida***

COLABORADORES:

Dr. Saúl Renán León Hernández *****
Dr Jaime Gadarrama Becerril *****
Dra Guadalupe Gómez *****

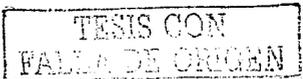
- * Médicos residentes 3er año de Medicina Física y de Rehabilitación.
- ** Jefe de Servicio de Artroscopia y Ortopedia del Deporte
- *** Médico adscrito al Servicio de Rehabilitación del Deporte. Centro Nacional de Rehabilitación.
- **** Jefe de Servicio de Reacondicionamineto Físico de Medicina del Deporte. Centro Nacional de Rehabilitación.
- ***** Jefe de la División de Enseñanza y Ortopedia. Centro Nacional de Rehabilitación.
- ***** Jefe del Servicio de Evaluación y Nutrición del Deportista de Medicina del Deporte. Centro Nacional de Rehabilitación.
- *****Medico adscrito al Servicio de Evaluación y Nutrición del Deportista de Medicina del Deporte. Centro Nacional de Rehabilitación.

ABREVIATURAS

- CCA: Cadena cinética cerrada.
- CCC: Cadena cinética abierta.
- FCM: Frecuencia cardiaca máxima.
- HTH: Hueso-tendón-hueso.
- LCA: Ligamento cruzado anterior.
- PO: Postoperatorio.
- ST-RI: Semitendinoso-recto interno.
- IKDC: International knee disorders comitee.

CORRESPONDENCIA

Calzada México-Xochimilco # 289
Col. Arenal de Gpe. Deleg. Tlalpan
14389. México D.F.
Tel: 59-99-1000. Ext 19607



Resumen:

Objetivo: Comprobar que la suplementación con monohidrato de creatina en el programa de rehabilitación, mejora la fuerza, trofismo muscular y función de la rodilla. Se estudiaron 30 pacientes del Centro Nacional de Rehabilitación, con reconstrucción de Ligamento cruzado anterior, unilateral, con injerto autólogo, con o sin lesión asociada meniscal o ligamentaria, en edades entre 18 a 49 años, masculinos. Realizaron un programa de rehabilitación durante 24 semanas. En semana 12, se administro al grupo I, placebo, al grupo II creatina. Se valoraron en semana 12 y 24: fuerza muscular, antropometría, escalas de Tegner, Lysholm, IKDC y desplazamiento anterior de tibia con Rolímetro. El estudio fue ciego, prospectivo. Se estudiaron 10 pacientes con creatina, 20 con placebo. Los pacientes con creatina no alcanzaron mayor fuerza, circunferencias o menor desplazamiento tibial, que el grupo control. Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en la escala de Tegner para el grupo control ($p=0.031$). **Conclusión:** los pacientes sometidos a reconstrucción del ligamento cruzado anterior, con suplementación de creatina durante la rehabilitación no presentaron diferencias en fuerza, trofismo, desplazamiento tibial y función comparados con los controles. El programa de rehabilitación es el principal factor determinante del resultado en el tratamiento de estos pacientes.

Palabras clave: LCA, fuerza, trofismo, monohidrato de creatina, rehabilitación, función de rodilla.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

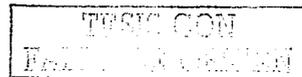
Antecedentes.

Según Letha y Griffin el ligamento cruzado anterior (LCA) es el ligamento mas comúnmente lesionado en la rodilla y proporciona el 85% de la fuerza en el desplazamiento anterior de la rodilla. El 78% se relaciona con traumatismos directos en atletas que practican deportes como fútbol americano, fútbol soccer, basketbol, o esquí alpino. Muchas de las lesiones involucran fuerzas de desaceleración y rotación con una rodilla en hiperextensión (1).

En Estados Unidos se lesionan 1 LCA por cada 1750 personas, entre los 15 - 45 años de edad y se realizan 50.000 reconstrucciones de LCA por año, con un costo de 17,000 US dls / cirugía. Con gastos de 850.000.000.00 US dls / año (2). En el Instituto Nacional de Ortopedia-Centro Nacional de Rehabilitación, se realizaron de enero de 1995 a abril del 2002 un total de 275 cirugías, de las cuales 243 se realizaron en hombres y 32 en mujeres (3).

Los pacientes con lesión de ligamento cruzado anterior presentan un alto riesgo de evolucionar con atrofia muscular y la consiguiente disminución de la fuerza. Después del periodo de inmovilización postoperatoria, estos pacientes generalmente requieren de un periodo de rehabilitación prolongada, para recuperar el trofismo y la fuerza de los músculos afectados, lo que retrasa la reincorporación del paciente a sus actividades habituales (4,5).

En décadas pasadas los protocolos de rehabilitación se habían enfocado en la inmovilización postoperatoria seguida por aumento gradual del rango de movilidad y ejercicios de fortalecimiento antes del retorno a las actividades deportivas. En 1982 se comenzó a tratar rodillas posoperadas (PO) de reconstrucción de LCA con injerto de hueso-tendón patelar-hueso (HTH), por medio de inmovilización, limitándose la descarga de peso hasta las 6 a 8 semanas lo que frecuentemente resultaba en complicaciones como artrofibrosis y limitación de la movilidad articular (1). A partir de 1983 se modificaron los protocolos de rehabilitación, enfatizándose la movilización temprana. En los siguientes 2 años, Noyes y cols propusieron un protocolo en que se descontinó el uso de ortesis, permitiendo la descarga de peso temprana a tolerancia, con pronto retorno a actividades de trabajo y deportivas (5).



Actualmente los protocolos de rehabilitación se enfocan en la movilización, descargas de peso, recuperación de la fuerza y retorno a las actividades tempranamente(5). Wood y cols, han demostrado que la inmovilización desorganiza el alineamiento de las fibras de colágeno y lesiona la rodilla.

Arnoczky y cols mostraron que el íntimo contacto del injerto con las paredes de los túneles óseos y la fijación rígida inicial de un injerto, facilitan la integración biológica y el desarrollo de fuerza. Finalmente la aplicación de tensión fisiológica y movimiento han mostrado ser de ayuda en la reparación, causando alineación de fibras de colágeno y de fibroblastos en paralelo (6).

La evolución en las técnicas quirúrgicas, con artroscopia y el uso de injertos tendinosos de HTH e isquiotibiales mediante fijación con tornillos u otros sistemas de fijación como el endobutton ®, ha permitido el inicio de programas rehabilitatorios acelerados desde 1986 (7,8). Así mismo se ha conseguido mayor cooperación de los pacientes y gracias al mejor control del dolor, en especial, dolor patelo femoral y una recuperación temprana de los arcos completos de movilidad.

Los injertos más utilizados en la reparación del LCA han incluido: tendón patelar, isquiotibiales, banda iliotibial, ligamentos sintéticos o la combinación de estos materiales. Los injertos más utilizados actualmente son tendón patelar y los tendones isquiotibiales: Semitendinoso y gracilis (ST-G) (6,7). Los autoinjertos de HTH y ST-G, han probado ser más eficaces, de menor costo y riesgos y permiten la revascularización, integración y la ligamentización. El injerto colocado alcanza el 75% de su fuerza original de las 6 a las 12 semanas. tiempo en el cual se inicia un proceso de maduración del tejido, sin haber grandes cambios en la resistencia de este (6,7). La revascularización y ligamentización ocurren en un periodo de 12 meses, con un pico de maduración evidente después del año de la cirugía (7).

Rehabilitación.

En la rehabilitación se enfatiza el uso de ejercicios de cadena cinética cerrada (CCC), cadena cinética abierta (CCA) y propiocepción.



Los ejercicios de CCC se realizan cercanos a la extensión total (0-30 grados) causando compresión articular y dando estabilidad a la articulación, favorecen la propiocepción, evitan la atrofia muscular y mejoran la velocidad de reacción y equilibrio como lo demostró Henning y cols (1,5,8).

Los ejercicios de cadena abierta (CCA) se realizan en rangos de flexión que oscilan entre los 30 a 90 grados de flexión, causan menor compresión articular y mayor fuerza a través de la articulación, por lo que su uso en etapas tempranas no es seguro (1,8) Imponen fuerzas deformantes en el LCA al producir contracciones aisladas de cuádriceps, aumentando la traslación anterior de la tibia e incrementando la tensión en los últimos 30 grados de extensión (1,5).

Paulos y cols, usando transductores, demostraron que el LCA recibe grandes cargas durante la extensión de la rodilla a los 90 grados de extensión total, aumentando la carga si se añade peso. Kennedy y cols establecieron que la menor elongación del LCA ocurre entre los 30 a 40 grados de flexión (10) Edward establece que el movimiento pasivo origina mínima tensión a los 40 grados de flexión. La contracción simultánea del cuádriceps e isquiotibiales a 15 grados produce mínimos incrementos tensionales del LCA, comparado con los producidos a 30, 60 y 90 grados de flexión.

El entrenamiento de la propiocepción se realiza con ejercicios de desequilibrio, una vez que el paciente tiene un rango de movimiento completo de rodilla, con ausencia de dolor en ejercicios de cadena cinética cerrada, con cocontracción. Ihara y Nakayama encontraron mejorías en la velocidad de reacción de los músculos isquiotibiales después de 3 meses de programa de ejercicios (1).

El desequilibrio en balancín produce cambios en la posición de la articulación y presión que estimula los husos musculares, tendón de golgi y mecanorreceptores dado un feedback al SNC, que causa una contracción muscular (1,11,12)

La propiocepción contribuye a la programación motora del control neuromuscular requerido para la precisión de los movimientos y para los reflejos musculares, proporcionando estabilidad dinámica a la articulación (1).

Se ha encontrado que la reincidencia en las lesiones articulares crónicas puede atribuirse a propioceptores deficientes, producidos por desaferentación parcial secundaria y disminución en vías neuromusculares por el desuso, evitando así la rehabilitación completa (1,11,12).

Creatina.

La creatina se usa como suplemento alimenticio en deportistas para mejorar la fuerza y aumentar la masa muscular. Es un aminoácido de bajo peso molecular derivado del ácido B metilguanidinoacético. La creatina por acción de la creatinfosfoquinasa (CPK) se convierte en fosfocreatina en músculo y corazón que es la mejor forma de almacenar fosfatos de alta energía, para refosforilar ADP en ATP durante la contracción muscular. Por lo que se considera como un suplemento rápido de energía, durante ejercicios explosivos, de corta duración. Aproximadamente un 98% de la fosfocreatina almacenada las fibras tipo II (rápidas) es consumida después de 20 segundos, tomando de 30 a 60 segundos la resíntesis de la mitad de fosfocreatina almacenada en el músculo esquelético después de un máximo esfuerzo. Con una recuperación completa en 5 min (13,14,15,17,18). Estimula la síntesis de cadena pesada de miosina en un 30% y de RNA en un 50%. La depleción intramuscular del fosfato de creatina durante el ejercicio intenso contribuye a la fatiga muscular y al pobre desarrollo del ejercicio. Hay evidencias que sugieren que el mantenimiento de la fuerza durante el ejercicio depende críticamente de los niveles de fosfágenos, así la presencia de fatiga es proporcional al creatin fosfato intramuscular.

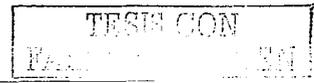
Por esto la elevación de CP es una forma efectiva de retardar la presencia de fatiga así como de mejorar el desarrollo del ejercicio de alta intensidad. Son las actividades que requieren la utilización de este sistema de energía (fibras II), las que se benefician con el suplemento de creatina (13,14,17,19).



La dosis utilizada según Pepping J. es de 20-25 gr diarios por 5 días dosis de carga, continuando con 2-5 gr diarios. Se ha encontrado que con 3 gr por 28 días se alcanzan los niveles de creatina intracelulares similares a las producidas por 5 gr diarios (15,18). Con dosis mayores a los 2 gr no se han encontrado beneficios adicionales. La dosis inicial por semana es de 15-30gr por día con una dosis de mantenimiento de 2-5gr por 3 meses, con un mes de descanso, para posteriormente continuar (15) Muchos estudios indican que la suplementación con creatina por corto tiempo, 20-25g/día por 5 a 7 días incrementa la masa corporal por aproximadamente 0.7 a 1.6kg (16). La ganancia en tejido libre de grasa permanece hasta 28 días después de terminar con su administración a pesar de que los niveles iban retornando a sus niveles previos (16,17). Con suplementos de creatina a corto tiempo se obtienen ganancias en un 5 -15% en fuerza muscular, con series de máximo esfuerzo muscular y con administración por largo tiempo con 15-25g/día por 5-7días y 2 a 25g/día por 7 a 84 días se han reportado ganancias en fuerza. El entrenamiento en conjunción con la administración de monohidrato de creatina, ha mostrado restaurar el volumen muscular a un ritmo más rápido que el entrenamiento por sí solo por un periodo de 3 a 10 semanas (16).

Es importante la aplicación de un tratamiento de estimulación que compense la inactividad del músculo durante el tiempo de convalecencia del paciente, disminuyendo la hipotrofia e incrementando la fuerza muscular para lograr una mayor estabilidad de la articulación y prevenir mayores complicaciones, llevándolo a un nivel óptimo y acortando el periodo rehabilitación postquirúrgica (30).

En el Centro Nacional de Rehabilitación, se realizó un estudio por Lara y Flores, con administración de monohidrato de creatina durante un programa de rehabilitación prequirúrgica, durante 2 meses, tratando de disminuir la hipotrofia y aumentar la fuerza muscular. Encontrándose diferencia estadísticamente significativa en el trofismo muscular, pero no así en la fuerza (21). Por lo que en este estudio se planteó el uso de monohidrato de creatina en etapa posquirúrgica durante 3 meses, junto con un programa integral de rehabilitación con el fin



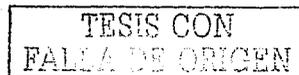
de acortar el tiempo de recuperación en estos pacientes, por mejoría en los niveles de fuerza, trofismo, estabilidad y funcionalidad de las extremidades, con énfasis, en la lesionada.

Material y métodos

Sujetos

Se incluyeron 30 pacientes en el estudio con un promedio de edad de 29 años (rango de 17 a 49). Todos PO de LCA en el Centro Nacional de Rehabilitación ciudad de México, por lesión unilateral de LCA, sin cirugías previas en extremidades pélvicas, sin enfermedad sistémica asociada, bajo un protocolo de rehabilitación de 12 semanas de terapia física encaminada a controlar dolor, edema, recuperar rangos de movilidad, fortalecimiento muscular con ejercicios de CCC y reeducación de la marcha.

Continuando otras 12 semanas con un programa de reacondicionamiento físico: con ejercicios de CCA y CCC para todo el miembro pélvico , manejo de la propiocepción, reeducación de la marcha y realización de ejercicios funcionales. En esta fase se administro monohidrato de creatina, (previa valoración de biometría hemática completa, química sanguínea y exámen general de orina), marca Prowinners, cápsulas de 700mg a 10 pacientes con una dosis de carga de 15gr/día por 3 días durante una semana y una dosis de mantenimiento de 5gr/día, acompañada de 50gr de glucosa en forma de jugo de cualquier marca (lunes-miércoles- viernes), durante el resto del entrenamiento. A 20 pacientes se les administro placebo (cápsulas vacías). La primera fase fue supervisada por terapeutas y la segunda fase tanto los ejercicios como la toma de las cápsulas por 2 médicos de rehabilitación y un medico especialista en medicina del deporte en el área de reacondicionamiento físico.



PROTOCOLO DE REHABILITACIÓN POSTQUIRÚRGICO EN LLCA.

Se dividió en 2 fases, en la primera se utilizo crioterapia, movilizaciones poliarticulares, con énfasis en la extremidad lesionada, fortalecimiento muscular por isométricos, ejercicios

funcionales en colchón, reeducación de la marcha frente a espejo, fortalecimiento muscular por isotónicos, de cadena cerrada, por medio de bicicleta estacionaria, mini sentadillas, kinetron, escaladora y caminadora al 60% FCM, manejo de propiocepción en tanque terapéutico y balancín, terminando con estiramientos musculares.

Si además de la plastia de L.C.A. se agregaron otras cirugías se realizó lo siguiente:

Reconstrucción de LCA + reparación meniscal: durante 6 semanas no se realizaron ejercicios que flexionaran la rodilla más de 90 grados. No se apoyo durante 3 semanas, luego el apoyo fue parcial de 4-6 y total a partir de la 6ta. Así como también se uso rodillera bloqueada de 0 a 90 grados durante 3 sem.

En caso de condroplastia se difirió en apoyo por 4 sem. Se inició el apoyo parcial de 4 – 6 sem y apoyo total a partir de la 6ta sem

SEMANA 12 A 15. LUNES Y VIERNES

1-Calentamiento: movilizaciones activas libres de cuello, hombros, columna lumbar, caderas, rodillas y tobillos en todos sus arcos de movilidad por 10 minutos. Estiramientos a paravetebrales, aductores de caderas, isquiotibiales, soleo y gemelos durante 30 seg. c/u.

2- Bicicleta estacionaria por 5 minutos, al 60% FCM.

3-Prensa de pierna, 3 series de 10 repeticiones, bilaterales y 2 series de 10 repeticiones con la pierna operada.

4-Flexiones de rodilla. 3 series de 10 repeticiones, bilaterales. 2 x 10 con la lesionada.

5-Extensiones de pierna. 3 series de 10 repeticiones. 2 x10 con La pierna lesionada.

6-Fortalecimiento de aductores y abductores con poleas.3 series de 10 repeticiones con la extremidad operada.

7-Sentadilla a 60-90 3x10con 2. 2x10 con la operada.

8-Fortalecimiento de soleo y gemelos 3x21 y 3 series de 10 repeticiones.

9-Abdominales 3 series de 20.

10-Propiocepción con balancín por 10 minutos, 5 laterales y 5 de adelante atrás.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

11-Estiramiento a aductores de cadera, isquiotibiales, soleo y gemelos. 3 series, de 30 seg cada una. repetición.

NO EXTENSIONES DE PIERNA EN LOS ULTIMOS 30 GRADOS.

SEMANA 16.

12-Todo lo anterior.

13-Saltos simples, 3 series de 15 30 repeticiones.

14-Saltos impulsándose con las manos y alternándolas, 3 series de 15 a 30 repeticiones.

SEMANA 20 A 24.

15-Se suspenden los saltos anteriores y se inician saltos laterales con obstáculo y saltos con los muslos al abdomen 3 series de 10 repeticiones.

MIÉRCOLES.

16-Periodo de calentamiento. Mismo programa 10 min.

17-Bicicleta estacionaria por 20 minutos, al 60% FCM

18-Trote en caminadora: hacia adelante 5 min, atrás 10 min y laterales por 4 min intercalando 1 minuto por lado, 5 minutos hacia delante.

19-Escaladora por 20 minutos, al 60% FCM.

20-Trote en cuadrilátero por 10 minutos, cambiando de dirección cada 5 minutos.

21-Propiocepción con Balancín por 10 minutos, 5 laterales y 5 minutos de adelante atrás.

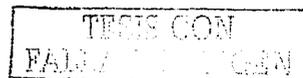
22-Estiramientos a paravertebrales, aductores de caderas, isquiotibiales, soleo y gemelos en colchoneta, 3 series, por 30 seg/cada uno.

SEMANA 16 a 24. (MIERCOLES)

23-Calentamiento poliarticular, bicicleta estacionaria y escaladora por 20 minutos a 75-80% FCM, se suspendio el trote en caminadora, añadiéndose lo siguiente:

24-Figuras en 8, por 10 minutos. Iniciar con 8 largos e irlos cerrando gradualmente hasta finalizar con 8 cortos.

25-Cariocas por 5 minutos.



26-Trote formando un cuadrilátero: caminando hacia adelante, laterales, atrás, laterales y nuevamente adelante, por 10 minutos.

27-Carrera y corte, correr a media velocidad y cortar a 90 grados hacia la derecha, repetir cortando hacia la izquierda. Incrementar gradualmente la velocidad por 10 minutos.

Evaluaciones

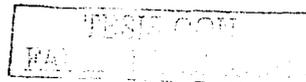
Las valoraciones fueron realizadas por los mismos examinadores y con mismo equipo: rolímetro y dinamómetro cybex Norm , a los 3 meses y 6 meses.

Antropometría.- Se evaluó el perímetro de muslo y pierna bilateral en cada valoración con uso de cinta métrica. Se tomó como punto de referencia la mitad de la longitud que hay entre la espina iliaca anterosuperior y el polo superior de la rotula para medir la circunferencia del muslo.

Dinamometría.- Se calibro el dinamómetro Cybex Norm. Previo a la prueba se realizó calentamiento poliarticular por 10 min y tres repeticiones de ensayo de la valoración para que el paciente entendiera el movimiento. El sujeto se alineó al dinamómetro usando el centro del condilo femoral lateral como eje de rotación. Se oriento a 40 grados, rotación del sillón de 40 grados, inclinación del respaldo a 85 grados, con un movimiento de 0 a 90 grados y variación del brazo de palanca de acuerdo a la longitud de la pierna. Se realizaron 3 contracciones voluntarias máximas de flexores y extensores de rodilla con periodos de descanso entre cada serie. Se hicieron mediciones isocinéticas de pico de torque y de trabajo total para cada sujeto. Evaluando la fuerza muscular en la contracción concéntrica/concéntrica, de extensión/flexión de rodilla, bilateral de cuadriceps e isquiotibiales a una velocidad angular de 30, 60 y 90 grados/seg.

Mediciones del desplazamiento anterior de la tibia, por medio de rolímetro marca Aircast, TM 50 A, con flexión de la rodilla a 30 grados.

Escalas funcionales.- Se aplicó la escala de Tegner , Lysholm e IKDC.



Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó la prueba t de Student para muestras independientes, chi cuadrada y análisis de varianza del programa estadístico SPSS versión 10.0 para Windows. Se tomo una $p (.05)$ como significancia estadística.

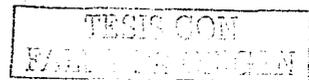
Resultados:

Tabla 1. Muestra los promedios iniciales y finales del pico de torque de cuádriceps e isquiotibiales del lado sano y lesionado, a 60 g/seg. En la fuerza del cuádriceps sano y lesionado del grupo control, se observaron aumentos estadísticamente significativos ($p=0.000$). En la fuerza del cuádriceps sano y lesionado del grupo con creatina no se encontrarán aumentos significativos ($p=0.418$ y $p=0.095$). En el grupo control, la fuerza en los isquiotibiales del lado sano y lesionado mostro incremento significativo en la fuerza ($p=.044$) y ($p=.000$) respectivamente. En el grupo experimental, el desarrollo de fuerza muscular en los isquiotibiales sanos, no presento diferencias significativas ($p=.538$). En el lado lesionado se encontro incremento en la fuerza de los isquiotibiales, en forma importante ($p=0.018$).

Tabla 2. Muestra los promedios en la circunferencia inicial y final de la pierna sana y lesionada en el grupo control y con creatina. En el grupo control, no se obtuvieron diferencias significativas ($p= 0.16$) en la circunferencia de la pierna sana. En el grupo con creatina no hubo incremento significativo en la circunferencia final ($p=0.073$). En la pierna lesionada del grupo control, se presento incremento importante en la circunferencia ($p=0.020$). En el grupo experimental el aumento fue significativo ($p=0.012$).

En las circunferencias de muslo del lado sano en el grupo control hubo aumento significativo ($p=0.014$) asi como en el grupo experimental ($p=0.042$). Para el muslo lesionado hubo aumento significativo en el grupo control ($p=0.001$), no asi en el experimental ($p=0.170$).

Tabla 3. Relaciona los promedios iniciales y finales de las valoraciones de Tegner, Lysholm e IKDC, obteniendo una mejoría significativa en las 3. En la escala de Tegner para los 2 grupos estudiados ($p=0.000$). En la escala de Lysholm hubo mejoría en el grupo control ($p=0.002$) y en



el experimental ($p=0.030$). En la escala de IKDC se encontró mejoría en el grupo control ($p=.005$) así como en el experimental ($p=.037$).

Tabla 4. En esta tabla se muestran los promedios del desplazamiento anterior de la tibia y su relación con los valores obtenidos al final, en los 2 grupos. Se observó una disminución en el desplazamiento tibial en ambos grupos, siendo significativa en el grupo control ($p=.000$), no así en el grupo experimental ($p=.102$).

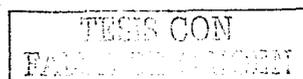
Tabla 5. Comparación de resultados finales. En este cuadro se analizan los promedios finales de todos los parámetros evaluados en los 2 grupos de estudio, encontrándose cambios significativos en la escala de Tegner ($p=0.03$). En los demás parámetros evaluados, no se encontraron diferencias significativas al comparar los 2 grupos (p mayor a 0.05).

Tabla 6. Muestra los porcentajes finales de fuerza de la extremidad lesionada en comparación con la fuerza de la extremidad sana, para cuádriceps e isquiotibiales. Observándose que para los isquiotibiales en el grupo control el promedio del porcentaje final alcanzado fue de 93.3%, sin ser aumento significativo ($p=0.106$). En el grupo con creatina el porcentaje final alcanzado fue de 97.83%, sin ser significativo ($p=0.148$). En cuanto a la fuerza de cuádriceps, para el grupo control el porcentaje final alcanzado fue de 73.77%, siendo un aumento significativo con $p=.000$, no así en el grupo con creatina donde el porcentaje final fue de 78.95% ($p=.307$).

Tabla 7. Valores de p para grupo control y experimental. Muestra que la edad, cirugía y nivel de actividad no influyeron en los resultados obtenidos en los 2 grupos de estudio, en el caso del dolor, si se encontró diferencia significativa ($p 0.000$) para el grupo control, pero no así en el experimental.

Discusión:

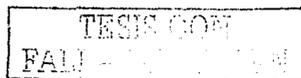
En las valoraciones isocinéticas, se tomó el pico de torque (N/m) como variable de estudio, tanto en el lado sano, como el lesionado. En el análisis estadístico, se encontró mejoría significativa en la fuerza de cuádriceps e isquiotibiales bilateral en el grupo de estudio al final



del protocolo, en el experimental, se observó mejoría significativa solo en la fuerza de los isquiotibiales del lado sano. Obteniéndose un 93.83% de fuerza en los isquiotibiales, 73.77% para cuádriceps en el grupo control y un 97.3% y 78.95% para cuádriceps e isquiotibiales en el grupo con creatina (sin diferencia significativa entre la evaluación inicial y final) a los 6 meses de la cirugía. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en otros estudios , en pacientes sometidos a programas de rehabilitación por 6 meses, por lo que no se alcanzó el objetivo de incrementar significativamente la fuerza muscular con el uso de m. creatina. Shelbourne, reporta un 75% de fuerza del lado afectado comparado con el sano a los 4-6 meses para cuádriceps, valorados a 180g/seg (5,20). Carter refiere porcentajes finales de 73.56% en cuádriceps a 180 grados /seg. y de 76.36% a 300g/seg., para isquiotibiales refiere 82.8% y 77.43% a 180 y 300g/seg respectivamente.

Solo en el 37.7% del total de pacientes alcanzó un 80% de fuerza de la extremidad afectada comparada con la sana. Este es un criterio esencial para el retorno a todas las actividades deportivas, sin restricción (20).

En este estudio el 80% de la fuerza en la extremidad operada se alcanzó en el 46.6% (6 del grupo experimental y 8 del control), con lo que se podría permitir la reintegración a todas las actividades, sin limitación, siempre y cuando no presenten dolor, inflamación o limitación articular, así como una puntuación en las escalas funcionales aceptables. Debido a que no se encontró correlación entre la edad, nivel de actividad antes de la cirugía, tipo de cirugía y presencia de dolor al inicio y durante el entrenamiento, en los pacientes de ambos grupos, proponemos a la deficiente activación muscular del cuádriceps como probable causa de la debilidad muscular en ambas extremidades en los 2 grupos de estudio. Esta alteración ha sido estudiada en otros trabajos como causa de debilidad muscular en pacientes con lesión aguda o crónica del LCA o en pacientes sometidos a reconstrucción del LCA, explicándose por inhibición muscular refleja y a alteración de la función gamma y propioceptiva, valorada por métodos electrofisiológicos (1,11). A su vez Mac Dald y cols han demostrado recuperación de



la función propioceptiva en pacientes con injertos de tendón patelar o semitendinoso después de 17 a 50 meses de la cirugía. Lo cual podría explicar la diferencia significativa en fuerza y trofismo muscular encontrada en atletas sanos con administración de monohidrato de creatina.

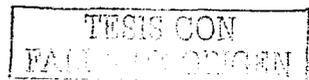
Por lo antes expuesto también se explicarían los resultados obtenidos en cuanto a las circunferencias de muslo y pierna en ambos grupos, en los que no hubo diferencias significativas al compararlos. Aunque en la valoración por grupos, se encontró mayor avance en los perímetros de muslo y pierna no lesionados, lo que concuerda con lo antes propuesto. Ya que en el programa de rehabilitación diseñado se establecieron ejercicios de fortalecimiento y manejo propioceptivo para las 2 extremidades, con énfasis en el lado lesionado, tratando de igualar la fuerza, trofismo muscular y propiocepción.

En cuanto a las mediciones del desplazamiento anterior de la tibia por medio de rollímetro, se encontraron diferencias significativas en la primera y segunda medición solo en el grupo control, aunque al hacer las comparaciones de los resultados finales de ambos grupos no se encontraron diferencias importantes. Estos resultados se correlacionaron bien con los obtenidos en las escalas funcionales de Tegner, Lysholm e IKDC en el grupo control, en el que hubo diferencias estadísticamente significativas y no así para el grupo de creatina el que también presentó avances significativos en todas las valoraciones funcionales.

En la escala de Tegner se llegó a un nivel 5 como promedio, en la de Lysholm un promedio de 92.87 (función excelente), en IKDC un nivel A (función normal). Corroborándose como lo demuestran los estudios de Eastlack, Axe Snyder-Macler la falta de correlación entre las mediciones de estabilidad y funcionalidad después de la ruptura del LCA.

CONCLUSIONES

Por todo lo anterior se puede concluir que en la rehabilitación de los pacientes sometidos a reconstrucción del LCA con técnica de HTH o ST-G, la elaboración y aplicación de un programa de rehabilitación completo, que incluya a todos los músculos estabilizadores de la rodilla y



aquellos que interactúan para una función normal, continúa siendo lo más importante para alcanzar la reintegración de todos los pacientes a sus niveles previos de actividad.

No se debe olvidar el manejo de la propiocepción en los pacientes desde el postquirúrgico inmediato, ya que en este estudio se considero como la variante mas importante en la obtención de mejoría en todos los grupos musculares, dejando en segundo termino al nivel de actividad, presencia de dolor, tipo de cirugía y edad, debido a la poca influencia encontrada en los análisis estadísticos. Resaltando la relevancia de la propiocepción como factor limitante en el desarrollo de fuerza y tónfismo muscular y por consecuencia del grado de estabilidad y funcionalidad de la rodilla.

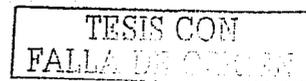
La administración oral de monohidrato de creatina a dosis de 5 gr/día junto con un programa de rehabilitación, no demostró ser un factor importante, en el desarrollo de fuerza y tónfismo muscular, desplazamiento tibial anterior y en la puntuación en las escalas de valoración funcional, sin acortar el periodo de rehabilitación, el que fue uno de los objetivos de este estudio, esto se observo al obtener el 80% de la fuerza muscular para isquiotibiales y cuádriceps en un tiempo promedio de 6 meses en los 2 grupos y al no encontrar diferencias en los resultados funcionales.

Es fundamental que al termino de cualquier programa de rehabilitación elegido, de 4,6 o 12 meses de duración, en el que se haya obtenido el 80% de la fuerza muscular de cuádriceps e isquiotibiales, se concientize al paciente de la importancia de continuar con su programa de fortalecimiento y propiocepción, ya que mientras no se recupere esta última función se encontrará en desventaja y con mayor riesgo de sufrir una nueva lesión, a menos que se realicen estudios de electrofisiología que permitan valorar conjuntamente con la rehabilitación el nivel de reclutamiento muscular, haciendo correlaciones con lo obtenido clínicamente y por medio de valoraciones isocinéticas y de antropometría.

TESIS CON
FALLA DE

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- 1.-Gregory E. Rehabilitative Techniques for Athletes After Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament. *Mayo Clin Proc* 1990; 65: 1322-1329.
- 2.-Harnar C.D. Instructional course lecture AAOS .*JBJS* 2000;82:1652-1664
- 3.-Archivo clínico del Centro Nacional de Rehabilitación, 1995-2002.
- 4.-Steven W. The biomechanics of anterior cruciate ligament rehabilitation and reconstruction. *Am J Sport Med* 1984; 1984: 8-18
- 5.-Shelbourne D. Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sport Med* 1990; 18: 292-299
- 6.-Pierce E. Mechanism of anterior cruciate ligament neovascularization and ligamentization. *Arthroscopy* 1998; 14: 702-716
- 7.-Robert P. Revascularization and Ligamentization of autogenous anterior cruciate ligament graft in humans 1998; 14: 197-205
- 8.- Bruce, E. Open versus closed chain kinetic exercises after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sport Med* 1995; 23:401-406
- 9.-Michael, J. Comparison of intersegmental tibiofemoral joint forces and muscle activity during various closed kinetic chain exercises. *Am J Sport Med* 1996; 24: 792-799
- 10.-Savio, L. Biomechanics of knee ligaments *Am J Sport Med* 1999; 27:1-13
- 11.-Konishi, Y. Mechanics of quadriceps femoris muscle weakness in patients with anterior cruciate ligament reconstruction. *Scand J. Med. Sci. Sports* 2002; 12: 371-375.
- 12.-Zatterstrom R. The effect of Physiotherapy on standing balance in chronic anterior cruciate ligament insufficiency . *Am J Sport Med* 1994; 22:531-536
- 13.-Elaine B. Creatine: A dietary Supplement and Ergogenic Aid *Int Life Sci Inst* 1999; 57:45-50
- 14.-Silber M.L Scientific facts behind creatine monohydrate as sport nutrition supplement *J Sport Med Phys Fitness* 1999; 39: 179-88



- 15.-Pepping, J. Creatine. Am J Health Sys Pharm 1999;15:1608-1610
- 16.-Kreider. American Society of exercise physiologist, disponible en:[www.css.edu/ users/ tboone2/asep/toc.htm](http://www.css.edu/users/tboone2/asep/toc.htm)
- 17.-Guilliam J. Effect of oral creatine supplementation on isokinetic torque production. Med. Sci. Sports Exerc 2000; 32:993-996
- 18.-Jeff S. Creatine Supplementation: Its effect on Human Muscular Performance and Body Composition. J Srength Cond Assoc 1996;10:200-210
- 19.-Jeff S. Creatine supplementation enhances muscular performance during hih-intensity resistance exercise. J Am Diet Assoc 1997;97:765-770.
- 20.-Carter, M.D. Isokinetic Evaluation of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Hamstring versus Patellar Tendon. Arthroscopy 1999;15:169-172
- 21.- Lara y Flores. Tesis de especialidad de Medicina Física y Rehabilitación 2002. Centro Nacional de Rehabilitación.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 1. Promedio de Fuerza Inicial vs. Final

| | Control | | | Creatina | | |
|-------|---------|--------|------|----------|--------|-------|
| | Inicial | Final | p | Inicial | Final | p |
| F CS | 170.70 | 195.40 | .000 | 173.40 | 182.90 | 0.418 |
| F CL | 95.55 | 145.70 | .000 | 114.00 | 138.90 | 0.095 |
| F ITS | 110.50 | 119.45 | .044 | 113.40 | 118.10 | .538 |
| F ITL | 92.40 | 140.50 | .000 | 95.10 | 112.90 | .018 |

FCS (fuerza cuadriceps sano),
 FCL (fuerza cuadriceps lesionado)
 FITS (fuerza isquiotibiales sanos)
 FITL (fuerza isquiotibiales lesionados)

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

ESTADO DE GUATEMALA

Tabla 2. Promedio de Circunferencias Inicial vs. Final.

| | Control | | | Creatina | | |
|------------|---------|-------|-------|----------|-------|-------|
| | Inicial | Final | p | Inicial | Final | p |
| CPS | 36.25 | 36.51 | 0.160 | 36.18 | 37.40 | 0.073 |
| CPL | 35.65 | 36.10 | 0.020 | 36.10 | 36.84 | 0.012 |
| CMS | 50.15 | 51.23 | 0.014 | 50.50 | 52.94 | 0.042 |
| CML | 48.20 | 49.63 | 0.001 | 48.80 | 50.41 | 0.170 |

CPS (Circunferencia pierna sana)
 CPL (Circunferencia pierna lesionada)
 CMS (Circunferencia muslo sano)
 CML (Circunferencia muslo lesionado)

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Tabla 3. Valoraciones funcionales.

| | Control | | | Creatina | | |
|---------|---------|-------|------|----------|-------|------|
| | Inicial | Final | p | Inicial | Final | p |
| Tegner | 3.40 | 5.50 | .000 | 3.40 | 5.1 | .000 |
| Lysholm | 80.85 | 93.35 | .002 | 83.40 | 95.60 | .030 |
| IKDC | 1.35 | 1.0 | .005 | 1.40 | 1.0 | .037 |

TESIS CON
FALLA DE CUMPLIMIENTO

Tabla 4. Valoración de Rolímetro. Inicial Vs final.

| | Control | | | Creatina | | |
|-----------|---------|-------|------|----------|-------|------|
| | Inicial | Final | p | Inicial | Final | p |
| Rolímetro | 6.75 | 5.50 | .000 | 8 | 5.25 | .102 |

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 5. Comparación de resultados finales.

| | Control | CREATINA | |
|-----------|---------|----------|------|
| | Final | Final | P |
| FCS | 195.40 | 182.90 | .487 |
| FCL | 145.70 | 138.90 | .885 |
| FITS | 119.45 | 118.10 | .212 |
| FITL | 114.50 | 112.9 | .232 |
| CPS | 36.51 | 37.40 | .402 |
| CPL | 36.10 | 36.84 | .570 |
| CMS | 51.23 | 52.94 | .938 |
| CML | 49.63 | 50.41 | .769 |
| Tegner | 5.50 | 5.10 | .031 |
| Lysholm | 93.35 | 92.40 | .091 |
| IKDC | 1.0 | 1.0 | 0 |
| Rolimetro | 5.50 | 5.50 | .386 |
| P IT | 93.83 | 97.83 | .874 |
| Pcuad | 73.77 | 78.95 | .113 |

P IT (Porcentaje de isquiotibiales)

P cuad (Porcentaje de cuadriceps)

TESIS CON
FALLA DE CUBIEN

Tabla 6. Porcentajes de la fuerza final.

| Porcentajes | Control | | | Creatina | | |
|----------------|-----------|---------|------|-----------|---------|------|
| | Inicial % | Final % | P | Inicial % | Final % | P |
| Isquiotibiales | 84.66 | 93.83 | .106 | 83.54 | 97.83 | .148 |
| Cuadriceps | 55.70 | 73.77 | .000 | 65.90 | 78.95 | .307 |

TESIS CON
FALLA DE CUMPLIMIENTO

Tabla 7. valores de P para grupo control y experimental.

| | P |
|------------------|-------|
| Edad | 0.43 |
| Cirugia | 0.131 |
| Actividad | 0.339 |
| Dolor | 0 |

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN