

11222  
28



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

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

REHABILITACIÓN PREQUIRÚRGICA CON SUPLEMENTACIÓN  
DE MONOHIDRATO DE CREATINA ORAL EN PACIENTES  
CON LESIÓN DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR.

## T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
ESPECIALISTA EN  
MEDICINA DE REHABILITACIÓN

P R E S E N T A:

**DR. LORENA LARA ALVARADO**

PROFESOR TITULAR:

*Lara*

**DR. LUIS GUILLERMO IBARRA IBARRA**

PROFESORES ASESORES:

DR. JOSÉ CLEMENTE IBARRA PONCE DE LEÓN.  
DR. SAÚL RENÁN HERNÁNDEZ LEÓN



**C. N. R.**  
DIVISIÓN DE ENSEÑANZA  
E INVESTIGACIÓN



DIVISIÓN DE ESPECIALIZACIÓN  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FEBRERO 2008  
FACULTAD DE MEDICINA  
U. N. A. M.



MÉXICO, D. F.



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.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por darme vida y entusiasmo  
para seguir adelante.

A mi familia.  
Ya que a pesar de la distancia,  
Siempre estuvieron  
conmigo en todo momento.

A mis maestros, por su entrega  
y entusiasmo al compartir  
sus conocimientos.

A mis compañeros.  
Por su amistad.

A los que colaboraron en el estudio  
ya que sin su ayuda no hubiera sido  
posible de realizar.

Dra Guadalupe Gómez

Dr Jaime Guadarrama

Dr Leonel García

A mis asesores de tesis.  
Dr Saúl Renán León por su paciencia y dedicación  
Dr Clemente Ibarra por su amistad y empeño en la  
investigación.

A Darío por su apoyo y aceptarme  
como soy...

Mil gracias

## INDICE

Introducción.....	1
Material y Métodos.....	17
Resultados.....	21
Discusión.....	27
Conclusión.....	30
Referencias.....	31

## TITULO

# REHABILITACIÓN PREQUIRÚRGICA CON SUPLEMENTACIÓN DE MONOHIDRATO DE CREATINA ORAL EN PACIENTES CON LESIÓN DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR.

## INTRODUCCIÓN

Los pacientes con lesión de ligamento cruzado anterior presentan un alto riesgo de evolucionar con atrofia muscular y la consiguiente disminución de la fuerza muscular. La inmovilización de un miembro durante un largo periodo de tiempo a causa de cualquier clase de traumatismo, lesión o enfermedad origina una disminución del volumen muscular debido a la falta de ejercicio y la debilidad del miembro afectado que retrasa el periodo de recuperación del paciente (30). Después del periodo de inmovilización, estos pacientes generalmente requieren de un periodo de rehabilitación prolongado para recuperar el tono y la fuerza de los músculos afectados. Esto a su vez, retrasa la reincorporación del paciente a sus actividades habituales.

Las lesiones de ligamento cruzado anterior son una patología frecuente, especialmente en sujetos jóvenes y activos (5). Su incidencia es de 60 mil a 75 mil reconstrucciones al año.

En un estudio realizado por David E Gwinn de 1991 a 1997 se reporta una frecuencia de 11 lesiones del ligamento cruzado anterior en 17,827 atletas expuestos a entrenamiento militar en el cual participan hombres y mujeres. En corredores se reporta una incidencia de 6.15 por 1000 atletas, comparado con 0.567 en hombres con un riesgo relativo de un 10.85. En el entrenamiento militar la incidencia de lesión de LCA en mujeres fue de 3.067 comparado con 0.315 en hombres con un riesgo relativo de 9.74.

En el basquetball, la atleta femenina esta 4 veces más predispuesta a sufrir lesión del LCA que el hombre, en el fútbol la atleta femenina esta mas del doble de sufrir lesión del LCA(27).

En los jugadores de fútbol la tasa de incidencia fue de 0.063 lesiones por 1000 horas de juego(28). La popularidad del soccer ha incrementado en años recientes y, de acuerdo a la Federación Internacional de Fútbol (FIFA) se cree que el fútbol es jugado por lo menos por 40 millones de personas.

Con mayor participación de hombres y más recientemente por mujeres, estando relacionado este tipo de deporte con la lesión del LCA (28).

Desgraciadamente aun muchas lesiones del LCA no son diagnosticadas en la primera valoración clínica (53.4%)(28,29).

La lesión del LCA es una de las principales lesiones de rodilla con una inversión de millones de dólares para su manejo ya sea quirúrgico o conservador (3). El monohidrato de creatina se ha utilizado para incrementar la masa, la resistencia y la fuerza muscular en deportistas. Algunos investigadores han propuesto el uso de la creatina para evitar o disminuir la atrofia muscular por desuso después de inmovilización con aparatos de yeso (5). Sin embargo; reportes relacionados con esta alternativa aún son escasos en la literatura mundial (5). En este estudio se presenta como alternativa a la atrofia muscular secundaria a la lesión o al tratamiento quirúrgica de pacientes con ruptura de LCA, el entrenamiento de rehabilitación en conjunción con la administración de monohidrato de creatina, la cual 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 de rehabilitación(5).

El monohidrato de creatina se ha estudiado mucho en los últimos cinco años, la cual es un derivado aminoácido encontrado en el músculo esquelético y cardiaco y otros tejidos, incluyendo el cerebro, retina. Aproximadamente 90 a 95 % de la creatina corporal esta en el músculo esquelético(1,2,9). El músculo esquelético contiene aproximadamente 125mmol de creatina por kg de masa magra (9,10).En 1961 Nicolai Volkov maestro de bioquímica de la Unión Soviética comenzó a investigar el uso de la suplementación de creatina en atletas(1,2). La creatina se usa como agente ergogénico (productor de trabajo), aumentando la fuerza y desarrollo de actividades intensas de cortos periodos (menor de 30 segundo)(1,2,5).

De 1 a 2 gramos de creatina son sintetizados diariamente en el hígado, riñones y páncreas de los aminoácidos glicina, arginina y metionina. y 1 -2 gramos adicionales son obtenidos de la dieta (carne y pescado). La eliminación de creatina es por vía renal, así mismo es eliminada por filtración pasiva (1,2).

En el músculo esquelético una tercera parte de la creatina almacenada existe como creatina libre y 2/3 partes como fosfocreatina(1,2,10).

Aproximadamente 70% de la fosfocreatina almacenada en las fibras tipo II (rápidas) es consumida después de 10 segundos de máxima contracción, con depleción cercana después de 20 segundos, lo cual toma de 30 a 60 segundos para resintetizar la mitad de la fosfocreatina almacenada en el músculo esquelético después de un máximo esfuerzo, con recuperación completa dentro de 5 minutos, así las actividades que reclutan más fibras tipo II pueden beneficiarse del suplemento de creatina en mayor grado, atribuido a la resíntesis de fosfocreatina durante la recuperación entre las series de ejercicios (1,2,6,7). Las diferencias en el perfil metabólico entre los tipos de fibras favorecen la liberación de energía aeróbica, una baja acumulación de lactato y presumiblemente un menor cambio en el pH mayor en las fibras lentas que en las rápidas (7).

La base del efecto ergogénico de la creatina oral es un aumento de la fosfocreatina en el músculo esquelético, la cual puede aumentar la producción anaeróbica de ATP durante el ejercicio intenso y la resíntesis de fosfocreatina durante la fase de recuperación aeróbica, provocando un descenso de la producción muscular de torque durante las contracciones máximas isocinéticas (1,2,7,9).

Durante el ejercicio de gran intensidad el contenido de ATP muscular cae más de 25-30% cuando se llega al punto de exhaustión(8). La fosfocreatina es usada en la refosforilación de ADP, reservas de fosfocreatina pueden caer a cero con ejercicio de gran intensidad continuo, lo cual se relaciona con una disminución en la capacidad contráctil del músculo (fatiga) (2,7,8,9,10).

Se ha demostrado un aumento de 20 a 50% de la creatina intramuscular después de la suplementación de creatina, la captación de creatina en el músculo es mayor al segundo día de suplementación (8,9).

Hay también evidencia que el uso prolongado de creatina oral puede estimular la síntesis de proteína miofibrilar por incremento de la toma de aminoácidos en las proteínas contráctiles, aumentando la masa muscular(1,2). Los ejercicios que involucran carrera en bicicleta sugieren que el suplemento de creatina se asoció a un incremento en el trabajo total de un 4 a 18 % cuando la duración del ejercicio fue de 6-30 segundos (1,2).

En estudios que involucraron ejercicios submáximos, de resistencia como natación o carrera, no apoyan un efecto ergogénico de la creatina (1,2,9).

En comparación con el placebo la creatina mejoró la fuerza por repetición de contracciones en un 10 a 20% incluyendo la primer repetición ,así mismo se probó que la recuperación del volumen muscular y la capacidad funcional posterior al desuso es alcanzada por la suplementación oral de creatina(5,7).

Dentro de los efectos de la creatina esta aumenta el pico de torque en el dinamómetro isocinético, aumenta la fuerza y el número de repeticiones, aumenta el tamaño muscular y disminuye el lactato muscular, la reacción ADP-fosfocreatina consume hidrógeno lo que disminuye el contenido de ácido en los músculos (5,7,10).

En cuanto a la dosis, la mayoría de los estudios usan dosis de 20-25 gramos diariamente por 5 días como dosis de carga, seguido por una dosis de mantenimiento de 2-5 gramos diarios. sin embargo una dosis diaria de 3 gramos por 28 días parece alcanzarlos niveles de creatina intracelulares similares a la dosis mencionada arriba (1,2,5). Literatura reciente indica que la dosis de mantenimiento mayor de 2 gramos no tiene beneficios adicionales y puede aumentar el trabajo de los riñones (1,2). La excreción renal de creatina fue de 40 al 68% en estudios reportados (8).En atletas la dosis inicial recomendada por 1 semana va de 15-30 gramos diarios, continuando con una dosis de mantenimiento de 2-5 gramos por 3 meses y posteriormente con descanso de 1 mes , combinando la creatina con azúcar simple la cual parece incrementar el transporte al músculo(9).

Como efectos adversos se tiene ganancia de peso corporal de .5 a 1.6 kg; esta ganancia ponderal es primariamente causada por retención de agua dentro de las células musculares. Debe evitarse en pacientes con enfermedad renal preexistente o con potencial de disfunción renal como diabetes y ancianos.(1,2,5).Veinte reportes de reacciones adversas incluyen convulsiones, arritmias cardiacas, miopatías, trombosis venosa profunda y muerte (1,2). No se ha establecido una relación causal entre la suplementación de creatina y disfunción muscular(calambres, rigidez) o alteraciones del tracto digestivo (diarrea, dolor abdominal) ., en personas con inmadurez esquelética, puede predisponer a avulsiones tendinosas y apofisiarias y disrupciones de las placas de crecimiento (1,2). No se han asociado efectos adversos con 1 semana de suplementación a altas dosis o con 6 semanas de dosis bajas(9).

Las interacciones medicamentosas son con medicamentos con potencial nefrotóxico (anfotericina B, ciclosporina, inhibidores de la ECA, AINEs por tiempo prolongado (1,2).

Es bien conocido que todos pacientes con lesión de ligamento cruzado anterior cursan con un periodo de convalecencia e inactividad temporal, que conduce a una atrofia por inmovilidad la cual se va a concentrar en las fibras de contracción lenta tipo I u oxidativas, con una predominancia de fibras tipo II en la periferia de los fascículos en algunos músculos de mamíferos (30,31). A menudo la fibra muscular es convertida a un tipo de fibra (30,31). La atrofia por desuso es la forma más común de atrofia del músculo esquelético que ocurre cuando las actividades de la vida diaria y la carga de peso en la extremidad disminuye(30,31). Por lo tanto la finalidad de todo manejo posterior a la lesión del ligamento cruzado anterior tiene como objetivo principal aumentar la fuerza muscular y disminuir la atrofia(4, 7,30). En el tratamiento de las lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) algunos autores han reportado resultados aceptables con un régimen conservador de rehabilitación y Ortesis. Mc Daniel y Dameron en 1980 encontraron que el 47 % de los individuos tratados conservadoramente para las lesiones de ligamento cruzado anterior regresaron a actividades no restringidas, y el 70% continuaron participando en deportes extenuantes(11).

Glove y colaboradores reportaron que 60% de sus pacientes pudieron regresar a su actividad deportiva después del manejo conservador que incluyo un programa de fortalecimiento intensivo de los músculos isquiotibiales. (11). Marshall en 1980 y Hawkins y colaboradores en 1986 reportaron que la mayoría de los pacientes tratados conservadoramente, no pudieron regresar a sus actividades deportivas y tenían dificultad en sus ADVH. (11). En el criterio de Hawkins 87% de sus pacientes tuvieron pobres o regulares resultados.(11). Las consideraciones para el manejo conservador o quirúrgico de las lesiones del LCA incluye la edad , ocupación, nivel de actividad atlética y cantidad de laxitud ligamentaria generalizada (11).

El manejo conservador es recomendado para lesiones menores o parciales de el LCA, o lesiones en donde la rodilla permanece dentro de los límites aceptados de estabilidad ( menos de 3mm), y aquel paciente dispuesto a modificar su actividad a deportes menos agresivos (11,32).

El diagnóstico de lesión de LCA se establece por interrogatorio y exploración física (32). La lesión del ligamento cruzado anterior usualmente ocurre con una hiperextensión o fuerza rotacional repentina de la articulación, el mecanismo difiere en diferentes deportes. Típicamente el paciente siente o escucha un "pop" y tendrá inicio súbito de dolor acompañado de chasquido, inestabilidad, edema y aumento de temperatura (32). Debido a que el ligamento cruzado anterior es el principal estabilizador de rodilla, la lesión del ligamento hace difícil participar en deportes agresivos de rotación, con una lesión, hay un aumento en el juego de la articulación permitiendo fuerzas de compresión a través de la superficie del cartílago llevando a desgaste progresivo de los meniscos, terminando con el tiempo en artritis degenerativa (31,32).

A la inspección la presencia de líquido articular en el curso de las dos primeras horas orienta a una hemartrosis, mientras que si el acumulo se produce 12 o 24 horas tras el accidente suele ser de origen sinovial. Entre las maniobras exploratorias para sospecha de lesión del ligamento cruzado anterior se encuentran: cajón anterior a 15 grados de rotación externa y 30 grados de rotación interna: Se realiza con el paciente en decúbito supino, la cadera a 45°, flexión de rodilla de 90° y pie fijo en la mesa, se toma tibia proximal y se efectúa una tracción anterior, para determinar si existe una laxitud (11,32).

La prueba de Lachmann Trillat: El paciente en decúbito supino con una mano se sostiene firmemente el fémur, y con la otra se tracciona hacia delante sobre la cara posterior de la tibia, con la rodilla a 20° de flexión, un aumento de la traslación con un grado 1 (1-4mm), grado 2 (5-9mm) y grado 3 de (10mm o más), en relación a la rodilla contralateral(11,32). Las mediciones se realizan con un artrómetro KT1000.

Prueba de Sacudida: Con el paciente decúbito supino la cadera en flexión de 45° y la rodilla a 90°, se toma el pie y se realiza rotación interna de la tibia, mientras se apoya con la otra mano sobre el extremo proximal de la tibia y peroné, se ejerce una prueba valguizante sobre la rodilla, se extiende esta manteniendo la rotación interna y en valgo. La prueba positiva produce una subluxación anterior transitoria de la tibia sobre el fémur alrededor de los 30° de flexión y se reduce espontáneamente mientras la rodilla se extiende. Este desplazamiento anterior de la tibia se percibe como un resorte o un "clunk" en la cara externa de la rodilla (32).

Pivot Shift: Empieza a partir de la extensión, rotación interna de la tibia y valgo de rodilla, flexionándose ésta progresivamente hasta los 90°. Hacia los 30° de flexión se ve o siente un desplazamiento posterior y súbito de la tibia sobre el fémur manifestado por un resalte(32).

La disrupción del LCA puede confirmarse por artrograma o artroscopia y resonancia magnética nuclear. (11,32).

El porcentaje de lesiones meniscales asociadas es de 41-77 % (11).

Se puede iniciar un programa de rehabilitación en la cual dentro de la terapia física se enfatiza el fortalecimiento muscular de los isquiotibiales más que de los cuádriceps, movilidad articular, agilidad, resistencia al entrenamiento, y propiocepción (11,12). Durante el proceso de rehabilitación puede presentarse dolor, edema o incluso episodios de bloqueo(11). Al final del proceso de rehabilitación se ha visto una disminución en el grado de la prueba de Lachmann, una posible explicación de esta disminución es que los tejidos de soporte alrededor de la rodilla, los cuales son inicialmente lesionados, pueden aportar un soporte secundario para prevenir la traslación anterior de la tibia sobre el fémur (11).

La presencia de lesión del ligamento colateral medial no afecta la función a largo plazo de la rodilla con LCA deficiente (11).

Recientes estudios sugieren que pacientes que alcanzan altos niveles de recuperación funcional después de la ruptura del ligamento cruzado anterior, alteran su actividad muscular para mejorar la estabilidad de la rodilla(12). El éxito de los programas de rehabilitación podrían mejorar si las técnicas de tratamiento que inducen alteraciones compensatorias en la actividad muscular(isquiotibiales, gastronemius, cuádriceps femoral) sean incorporadas dentro de los programas de tratamiento (12).

Poco se entiende de los mecanismos de control neuromuscular que juegan un papel en el mantenimiento de la estabilidad de la rodilla (12). Johanson y Sjolander han sugerido que la estimulación de mecanismos receptores en las estructuras articulares aumenta la actividad motora gamma de manera que puede aumentar la sensibilidad de los husos musculares en músculos asociados con la articulación (12).

Este aumento de la sensibilidad de los husos puede resultar en un mayor estado de alerta de los músculos para responder a las fuerzas perturbantes aplicadas a la articulación, lo cual puede mejorar la estabilidad articular (12).

La implicación terapéutica puede ser que aplicando fuerzas potencialmente desestabilizadoras a la rodilla durante el tratamiento puede aumentar las respuestas neuromusculares a las fuerzas desestabilizantes que pueden encontrarse durante la función (12). El programa de terapia física estandar consiste en ejercicios de resistencia para el cuádriceps femoral e isquiotibiales (extensión de pierna, curl de pierna y press de pierna, así como ejercicios de resistencia cardiovascular (12). la extensión de pierna fue de 90 a 45 grados de flexión para disminuir la traslación tibial anterior durante el ejercicio (12).Entrenamiento de actividades de agilidad , y actividad de ejercicio específica del deporte(12). El programa de tratamiento perturbado: consiste en una plataforma motorizada con perturbaciones multidireccionales; el terapeuta informa de la dirección que la perturbación puede ocurrir apoyado de una barra, posteriormente sin apoyo de brazos y finalmente con 1 pie apoyado. Todos los sujetos se trataron por 10 sesiones a frecuencia de 2 a 3 sesiones por semana por 5 semanas (12).

Yasuda y Sasaki demostraron que la contracción isométrica del cuádriceps entre la extensión completa y

60 grados, resulta en una fuerza anterior directa que actúa sobre la tibia, y con la rodilla flexionada de 60 grados a flexión completa, la fuerza de cizallamiento es dirigida posteriormente y no tensiona el ligamento cruzado anterior (12).

La contracción muscular isométrica del cuádriceps produce valores de tensión del LCA mayores a 15 grados de flexión en comparación con aquel a 30 grados de flexión de rodilla (12,13). Con la rodilla a 60 y 90 grados, el LCA permanece relajado con un incremento en la contracción simultánea del cuádriceps (11,12). Para la contracción simultánea del cuádriceps e isquiotibiales un incremento significativo de la tensión del LCA ocurre a 15 grados pero no a 30,60 y 90 grados de flexión de rodilla.(12)

por lo tanto la magnitud y dirección de la carga de desplazamiento tibio femoral anteroposterior, puede ser buen predictor en el comportamiento de la tensión del LCA (11,13).

Howell uso el artrómetro KT1000 para medir la traslación anterior de la tibia resultante de la contracción isométrica demostrando una traslación tibial anterior entre 60 grados y extensión completa (11,12,13).

Y a 60 grados y 90 de flexión el LCA no-se tensionó, esto puede explicarse por la orientación posterior del tendón patelar a ángulos de flexión de rodilla mayores de 60 grados, orientación que puede producir una fuerza directa posterior en la tibia y posiblemente una traslación tibial posterior sinergista al LCA (13,20).

Se ha identificado que los ejercicios de baja tensión al LCA incluyen contracción isométrica de isquiotibiales a 15, 30, 60 y 90 grados), isométricos de cuádriceps a 60 y 90 grados, contracción simultánea de cuádriceps e isquiotibiales a 30,60, y 90 grados de flexión completa y movilidad pasiva de flexo- extensión de rodilla sin contracción muscular (13,20).

Como menciona Shelbourne la rehabilitación acelerada con énfasis a ejercicios de cadena cerrada disminuye el dolor patelofemoral e incidencia de contractura en flexión sin comprometer la inestabilidad, con disminución del estrés en la articulación patelofemoral (12,13,14).

Los ejercicios de cadena cerrada son desarrollados cercanos a la extensión completa (14), la incidencia de dolor patelofemoral con rehabilitación tradicional es reportada de 47 a 65 %.(14).

Los ejercicios de cadena cinética cerrada son más seguros que los de cadena abierta por el mínimo estrés en la articulación patelofemoral en el rango de movimiento funcional (14,15). Ambos ejercicios los de cadena cinética cerrada y abierta revelaron disminución del dolor durante diversas actividades. Los ejercicios de cadena cerrada contienen más trabajo muscular excéntrico el cual desarrolla mayor tensión en el músculo y obtiene mayor efecto de entrenamiento (15). El desplazamiento tibial anterior fue menor durante la realización de una sentadilla que en el ejercicio de extensión de rodilla de 66 a 10 grados de extensión para la deficiencia del LCA (13,15).

En el ligamento cruzado anterior deficiente, el desplazamiento tibial anterior está limitado por algunas porciones remanentes de el LCA y estructuras retencionadas ( cápsula posterior de la articulación y ligamentos colaterales ) (13,15,16).

En la rodilla normal la estructura primaria pasiva que limita el desplazamiento tibial anterior entre 0-60 grados de movimiento es el LCA (13,15,16).

La aparente efectividad de los ejercicios de cadena cerrada en la limitación del desplazamiento tibial anterior es el resultado de la interacción compleja de ligamentos y tejidos blandos, de la geometría condilar, control muscular activo y fuerzas de contacto tibiofemoral en la interfase articular generada durante las actividades de carga o co-contracción de los músculos alrededor de la articulación de la rodilla (15).

El ejercicio de cadena abierta, no debe realizarse a ningún ángulo de flexión menor de 64 grados si la meta inmediata del programa de ejercicio es disminuir el estrés del LCA (13,15).

El fortalecimiento muscular es la parte integral de la rehabilitación de la extremidad inferior después de la lesión de rodilla o cirugía. El cálculo de la traslación tibial, la fuerza de cizallamiento tibiofemoral, o la tensión del LCA son de ayuda en el diseño de programas de rehabilitación después de lesión o cirugía del LCA (13,15,16,17,20). el ejercicio de cadena cerrada produce significativamente menor fuerza de cizallamiento anterior en todos los ángulos de flexión, mayor fuerza de compresión tibiofemoral, y aumento en la co-contracción muscular comparado a la cadena abierta.

La postura del tronco en posición de pie es importante, porque la contracción de los isquiotibiales aumenta conforme el ángulo de flexión anterior del tronco incrementa., por lo que la alineación de la cadera, rodilla y tobillo durante las sentadillas es importante, porque la colocación del pie induce cambios significativos en las fuerzas del LCA (17).

La estabilidad de la rodilla es provista por una combinación, por una combinación de ligamentos, meniscos, geometría ósea y fuerzas musculares (12,20,21). se decidió aplicar una tensión constante, de bajo nivel de isquiotibiales a través del rango de movimiento porque los datos electromiográficos han demostrado que la actividad de los isquiotibiales durante la sentadilla es relativamente constante y de mucho menos magnitud que el cuádriceps (20,21).

Baraita y colaboradores y Solomonow y cols mostraron que durante el ejercicio isocinético del cuádriceps con la rodilla paralela a la tierra o en posición sentada, los isquiotibiales disparan a un nivel bajo y ellos sienten que la coactivación de los isquiotibiales proveen estabilidad anterior (20,21).

La aplicación de carga a los isquiotibiales tiene 2 efectos en la cinemática de la rodilla: disminuyendo la cantidad de la traslación tibial anterior que ocurre cuando la rodilla esta flexionada y esta disminuyen la rotación interna tibial durante la flexión. Es importante mencionar que la carga de los isquiotibiales no tiene efecto medible en la fuerza del cuádriceps (16,20,21).

La carga del LCA aumenta a 30 grados de flexión y disminuye a 45 grados de flexión(20,21).

Cuando entrenamos la fuerza muscular mejoramos sus índices debido a reclutamiento de mayor cantidad de fibras musculares al trabajo, mejor coordinación intra e intermuscular y aumento de la sección transversal del músculo.

Los aumentos iniciales de la fuerza se deben al comienzo al mejoramiento de los 2 primeros factores.

con respecto a los ejercicios se prefieren aquellos que involucren a un gran número de grupos musculares por sobre de aquellos que trabajen de forma analítica; es decir se prefieren sentadillas con respecto a las extensiones de pierna , disminuyendo el tiempo total de trabajo y se entrenan tal cual se van a comportar en la vida diaria , de manera sinergista (14,15,22).

La cocontracción minimiza la traslación anterior de la tibia sobre el fémur que ocurre con las cargas compresivas incrementadas , disminuyendo las fuerzas de cizallamiento en la articulación y de tensión en el LCA.(13,15,16,17,22).

Debido a la disminución de la tensión sobre el LCA, los ejercicios de cadena cerrada se pueden usar tempranamente en el programa de fortalecimiento del cuádriceps (13,14,16,22).

La rehabilitación del paciente con lesión del ligamento cruzado anterior se divide en periodo preoperatorio y post operatorio.

En esta investigación nos interesa el preoperatorio el cual se subdivide en preparatorio general y específico.

En el preoperatorio los objetivos en cuanto al entrenamiento de la fuerza consisten en:

Buen control isométrico, alcanzar los niveles similares de fuerza y volumen en relación a contralateral, aprendizaje de los diferentes ejercicios que realizará el paciente en el postoperatorio, así como probar la fuerza máxima (20).

En la literatura la clave para un tratamiento exitoso parece relacionarse con el nivel de función de los isquiotibiales, propiocepción y modificación de la actividad en algunos pacientes. Desafortunadamente no hay estudios que documenten el programa de rehabilitación en detalle, la rehabilitación necesita ser analizada más críticamente para su aplicación (23)

En el periodo preparatorio general de la rehabilitación prequirúrgica del paciente con lesión del LCA se ha tenido experiencia con el comienzo de los trabajos de fuerza cuyo objetivo es alcanzar la adaptación anatómica de las articulaciones y músculos para poder trabajar posteriormente con mayor intensidad (22,20).y en el periodo preparatorio específico se aumenta la intensidad , logrando y un aumento de la fuerza e hipertrofia muscular (22).

En la literatura la clave de un tratamiento exitoso parece relacionarse con el nivel de función de los isquiotibiales, propiocepción y modificación de la actividad en algunos pacientes y el uso de ortesis en otros (15,17,23). Desafortunadamente no hay estudios que documenten el programa de rehabilitación en detalle, la rehabilitación necesita ser analizada más críticamente. (23).

El uso de aparatos isocinéticos controlados por computadora, provee a los clínicos un medio para obtener objetivamente y documentar el desarrollo muscular usando una variedad de procedimientos de prueba (25). Las maquinas isocinéticas son instrumentos de medición. Están nos proveen de información acerca del desarrollo mecánico de movimiento de los grupos musculares. Los músculos que se están probando se mueven a una velocidad angular constante. Desafortunadamente, la mayoría de las articulaciones biológicas no poseen un axis fijo de rotación y la maquina puede tener errores (7,25,26). La extensión del error depende de la articulación en prueba y de la posición del sujeto, la resistencia a la cual se realiza el ejercicio es modificable. Hay varios recursos de medición de error que disminuye la confiabilidad de la prueba isocinética, las cuales pueden ser controladas.

La apropiada calibración y mantenimiento del dinamómetro puede servir para disminuir la medición de error secundario a problemas mecánicos.

La variabilidad puede presentarse en la comunicación de instrucciones de prueba, la posición del paciente y la alineación del axis de la articulación, velocidad de la prueba y periodos de descanso (25).

El torque es resultado de la posición del tronco y la pelvis, donde el papel de la insuficiencia activa y pasiva de los grupos musculares necesita considerarse. Bohannon y colaboradores reportaron que el pico de torque y el ángulo específico de flexión fue menor cuando se midió en una posición semireclinada que en la de sentado. ( 7,25). Hay evidencia que sugiere que un aumento en el momento de pico puede ser experimentado con el incremento del rango de movimiento, secundario al desarrollo de tensión o a mayor activación neural dentro del músculo (26).

Es importante para el paciente entender que la rehabilitación es un proceso crítico de recuperación, y que el retorno a una forma competitiva completa solo puede ser asegurada con un protocolo de rehabilitación adecuado que asegure el regreso a un rango de movilidad completo, una fuerza muscular adecuada, y una estabilidad dinámica, así mismo a un retorno de la capacidad propioceptiva normal.(3,4) . Es importante la aplicación de un tratamiento de estimulación preventivo 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 para la cirugía y acortando el periodo rehabilitación postquirúrgica (30). Es posible encontrar numerosa bibliografía tanto sobre las técnicas quirúrgicas, como la rehabilitación de la lesión del ligamento cruzado anterior. Todos tratan el tipo de injerto a usar, la técnica quirúrgica, el estrés que producirá o no la extensión completa de rodilla, la importancia de la movilización, los ejercicios a realizar para aumentar la fuerza, los tiempos en cada etapa de rehabilitación, la importancia de que la rehabilitación sea agresiva, etc; pero nadie publica las intensidades y volúmenes de trabajo que deberán emplearse en cada etapa de rehabilitación(4).

En el Centro Nacional de Rehabilitación aún no se tiene la experiencia del uso de creatina oral asociado a un programa de rehabilitación en este grupo de pacientes, por lo cual se plantea el problema de si la rehabilitación prequirúrgica con suplementación de monohidrato de creatina influye en el pronóstico funcional del paciente post operado de plastia de ligamento cruzado anterior.

De acuerdo a esto se ha propuesto un programa de rehabilitación prequirúrgico en todos aquellos pacientes con lesión del ligamento cruzado anterior, asociado o no a meniscopatia, con suplementación de monohidrato de creatina o sin ella, siendo posible realizarse en pacientes del Centro Nacional de Rehabilitación, ya que contamos con los recursos humanos y materiales. Así mismo este programa de ser efectivo, será un gran beneficio para el manejo prequirúrgico de todos los pacientes con lesión de ligamento cruzado anterior en etapa prequirúrgica. Conforme con los ejercicios que utilizaremos, preferimos aquellos que involucren a un gran número de grupos musculares por sobre aquellos que trabajen la fuerza de forma analítica, reduciendo el tiempo total de trabajo y los entrenamos conforme se van a comportar en la vida diaria. El objetivo de la rehabilitación prequirúrgica es la disminución del derrame articular, restaurar el rango de movimiento de la articulación, adquirir un patrón de marcha normal, y fortalecimiento de cuádriceps por medio de ejercicios de cadena cinética cerrada y fortalecimiento de isquiotibiales por ejercicios de cadena cinética abierta y por supuesto no olvidar la preparación mental de nuestro paciente (18,23).

El objetivo de este estudio es tratar de modificar la historia natural de la atrofia y disminución de la fuerza muscular, mediante la aplicación de un programa de rehabilitación oportuno que permita interferir con el proceso pérdida del trofismo y disminución de la fuerza muscular.

El objetivo principal de este estudio fue acortar el periodo de rehabilitación postquirúrgica en pacientes con lesión de ligamento cruzado anterior.

Los objetivos específicos consistieron en diseñar un programa de rehabilitación prequirúrgica en todos los pacientes con lesión de LCA en etapa prequirúrgica administrando monohidrato de creatina para prevenir y disminuir la atrofia muscular.

Uno más fue utilizar suplemento oral de creatina para mejorar la fuerza muscular; valorar la hipertrofia muscular durante el periodo de rehabilitación.; el siguiente comparar la fuerza muscular inicial contra final; utilizar el sistema de medición de atrofia o hipotrofia muscular más confiable; y finalmente comprobar que el programa de terapia física mas monohidrato de creatina tiene mejores resultados.

La hipótesis nula del estudio fue que la rehabilitación prequirúrgica mas el monohidrato de creatina influye en el pronóstico funcional y fuerza muscular de pacientes con lesión de LCA acortando el tiempo de reintegración a sus actividades cotidianas.

Se realizó una investigación tipo ensayo clínico controlado por lo cual el estudio será comparativo, longitudinal, prospectivo, estudio de una cohorte, aleatorizado.

La población elegida se constituyó por el total de pacientes con lesión de ligamento cruzado anterior crónica atendidos en el servicio de artroscopia y medicina del deporte del Centro Nacional de Rehabilitación en el periodo que comprendió la duración del estudio.

Se tomó una muestra mínima 21 pacientes para el presente estudio. (n=42).

Considerando una posible diferencia de un 30% en la potencia muscular entre los grupos ( creatina contra control), para un nivel de confianza del 95% (probabilidad de error tipo I del 5%) y una potencia estadística del 90% (probabilidad de error tipo II del 10%), con base en las tablas de Browner y cols\* se requieren al menos 21 pacientes por grupo.

Los criterios de inclusión fueron pacientes que aceptaran participar en el estudio por medio de un consentimiento informado, con datos clínicos y por interrogatorio de lesión de LCA, lesión de LCA unilateral, lesión única o asociado a lesión meniscal o ligamentaria, edades de 17-45 años.

Pacientes con arcos de movilidad de rodilla completo, sexo masculino o femenino. y que no hayan sido intervenidos quirúrgicamente.

Dentro de los criterios de exclusión se contemplaron los siguientes: lesión de LCA bilateral, con bloqueo de rodilla durante el arco de movilidad, limitación en el arco de movilidad, lesión que haya sido intervenida quirúrgicamente, antecedentes de lesión renal, hepática o enfermedad metabólica.

Como criterios de eliminación se manejaron pacientes que; presentaran dolor durante la prueba, no cumplieran con las citas para sus evaluaciones , ni el tiempo mínimo de tratamiento.

La eficacia del tratamiento prequirúrgico en pacientes con lesión del LCA se estableció con la valoración de fuerza con equipo isocinético Cybex Norm.

La medición de la atrofia muscular se valoró por medio de estudio antropométrico.

## MATERIAL Y MÉTODOS.

Universo de estudio

Se captaron pacientes de la consulta externa de los servicios de ortopedia, rehabilitación y medicina del deporte del Centro Nacional de Rehabilitación para evaluación inicial. Se incluyeron con edades de 17 a 45 años de edad y Dx de lesión de ligamento cruzado anterior crónica, sin tratamiento quirúrgico, cubriendo un total de 35 pacientes (4 mujeres y 31 hombres). Los dividimos en 2 grupos con el mismo programa de rehabilitación.

Grupo 1 con administración de monohidrato de creatina Vía Oral, con una dosis inicial de carga de 7 gramos, y una dosis de mantenimiento de 3.5 gramos durante el primer mes, la cual se incremento a partir del segundo mes a 7 gramos con una carga de glucosa de 50gramos en ½ litro de jugo.

Con un total de pacientes de 35 pacientes ( Grupo 1 =21, Grupo 2 =14)

Se uso equipo isocinetico Cybex Norm para las valoraciones de flexoextensores de rodilla, a 30°, 60°, y 90° por segundo en ambas extremidades, con orientación del dinamómetro de 40°, altura de 8, rotación del sillón de 40°, inclinación del respaldo de 85°, a un arco de movimiento de 0° a 90° como constantes, variando la longitud del brazo de palanca de acuerdo al largo de pierna.

Se realizaron las siguientes pruebas: aplicación de escalas funcionales: Tegner Lysholm, IKDC.

Artrometría con KT1000 y rolímetro.

Valoración antropométrica: comprendio circunferencias de muslo y pantorrilla, diámetro de fémur y pliegue de muslo y pantorrilla.

Dichas valoraciones se realizaron al inicio, al mes y al término del protocolo (2 meses).

Programa de rehabilitación.

Dentro del programa de rehabilitación, se incluyó lo siguiente:

Calentamiento:

De 10 minutos, el cual fue poli articular involucrando:

Cuello: flexo/extensores, lateralizaciones, rotaciones. circunducciones.

Hombro: Antepulsión retropulsión ,aducción , abducción, flexo/extensión, circunducción.

Codo: Flexo extensión. Columna: Flexo/extensión, rotaciones, lateralizaciones.

Cadera: Flexión, flexión con abducción, flexión con abducción y rotación externa, flexión con abducción y rotación interna.

Rodilla: Flexo/extensión.

Tobillo: Rotaciones, inversión y eversión. Los ejercicios se realizaron 10 repeticiones.

Resistencia Cardiovascular:

Trabajamos en cicloergometro o escaladora Stair Master inicialmente al 60% de la frecuencia cardiaca (FC) máxima y a partir del segundo mes al 70%.

Programa de fortalecimiento.

En el programa de fortalecimiento progresivo se uso equipo de gimnasio Universal Cybex.

Se constituyo de los siguientes ejercicios:

De cadena cinética cerrada: minisentadilla, press de pierna, press para soleo y gemelos y de cadena cinética abierta: extensión de pierna, flexión de pierna, abducción y aducción.

Se trabaja de acuerdo a la carga calculada con la valoración isocinética.

Se trabajaron 3 series de 10 repeticiones con ambas piernas y 2 series de 10 repeticiones con la pierna involucrada. Con descanso entre serie de 15 a 30 segundos y entre ejercicio y ejercicio 3 minutos.

Propiocepción: se manejo con balancín por 10 minutos con movimientos laterales y de dorsiflexión.

Estiramiento: de músculos paravertebrales dorsolumbares, isquiotibiales, recto anterior, soleo y gemelos con un estiramiento sostenido por 20 segundos.

Quedando organizado de la siguiente manera:

Semana 1:

Se inicia con periodo de calentamiento poliarticular por 10 minutos, posteriormente ejercicio de resistencia cardiovascular en biciergómetro por 20 minutos manteniendo una frecuencia cardiaca (FC) dentro del 60% de la FC máxima. Una vez realizado se da un periodo de recuperación de 3 minutos e iniciamos con los ejercicios de fortalecimiento; de cadena cinética cerrada trabajamos con: Minisentadillas evitando la extensión completa (20°), 3 series de 10 repeticiones, con descanso entre series de 15 segundos, y 3 minutos de descanso para pasar al siguiente ejercicio.

Press de pierna: entrenamos 3 series de 10 repeticiones con ambas piernas y 2 series de 10 repeticiones con la pierna afectada manejando la mitad de la carga. Un arco de movimiento de 90° a 30°.

Cadena cinética abierta:

Extensión de pierna: 3 series de 10 repeticiones con ambas piernas y 2 de 10 repeticiones con 1 pierna. Arco de movimiento de 90° a 30 grados de flexión.

Flexión de pierna (curl de pierna): lo trabajamos de la misma manera 3 series de 10 repeticiones con las 2 piernas y 2 de 10 con 1 pierna (involucrada).

Posteriormente se trabajo la propiocepción con balancín con movimientos de dorsiflexion y lateralizaciones durante 10 minutos.

Finalizando con estiramiento de isquiotibiales, recto anterior, soleo y gemelos durante 20-30 segundos para cada grupo muscular.

Semana 2.

Mismo calentamiento y ejercicio de resistencia cardiovascular.

Manejamos los mismos ejercicios que la semana 1 y se agregan abducción y aducción con polea (cadena cinética abierta) con la pierna afectada 3 series de 10 repeticiones, finalizando igualmente con propiocepción y estiramiento.

Semana 3.

Se aumenta la resistencia con 2 barras (10.8 kg) para 2 piernas y 1 barra (5.4kg) para 1 pierna, resto igual que la semana 2.

Semana 4

Se trabaja de la misma manera que la semana 3, y al final de esta semana se realiza una valoración intermedia.

Semana 5

Mismo calentamiento

El ejercicio de resistencia cardiovascular se trabaja al 70% de la FC máxima.

A partir del segundo mes se manejaron 3 series de 10 repeticiones para la pierna involucrada. Y se aumentan las cargas con 2 barras para ambas piernas y 1 barra para 1 pierna.

Agregándose sentadilla a 1 pierna(involucrada) con mancuernas y en máquina y extensión de pierna con rotación interna ,externa y a la neutra de cadera 3 series de 10 repeticiones.

Semana 6.

Se trabaja igual que la semana 5.

Semana 7.

Mismo programa y se aumentan cargas 2 barras para ejercicios realizados con 2 piernas y 1 barra en los ejercicios ejecutados con 1 pierna.

Semana 8.

Se trabaja igual que la semana 7, y al termino se hacen las valoraciones finales.

Para el análisis estadístico se utilizó la prueba t de Student y la de chi cuadrada para muestras independientes del programa estadístico SPSS versión 10 para Windows. Se tomo una  $p(.05)$  como significancia estadística.

Las valoraciones se realizaron en las instalaciones del Centro Nacional de Rehabilitación en el área de Medicina del Deporte. El tiempo contemplado es del periodo de Julio del 2001 a Enero del 2002.

## RESULTADOS

En la tabla 1 se muestran la relación de promedios entre la fuerza inicial y final de cuádriceps e isquiotibiales de la extremidad afectada a 60°/seg en el grupo con creatina mostrando una diferencia estadísticamente significativa ( $p=.002$ ) para cuádriceps y ( $p=.0001$ ) para isquiotibiales.

**Tabla 1.**  
**Promedios de Fuerza Inicial Vs final a 60°/seg**  
**Grupo con creatina.**

	Fuerza Inicio	Fuerza Final	Valor de p
Fuerza Cuádriceps	145.2857	164.1905	0.002
Fuerza Isquiotibiales	94.3333	107.0952	0.0001

En cuanto a los promedios de perímetro de muslo y pierna inicial contra final de la extremidad afectada en el grupo con creatina se encontró un valor estadísticamente significativo para muslo con un valor de p de ( $p=.005$ ), sin relevancia estadística para perímetro de pierna ( $p=.073$ ).

**Tabla 2.**  
**Promedios de Perímetros de Muslo y Pierna Inicial Vs Final**  
**Grupo con Creatina.**

	Perímetro Inicial	Perímetro Final	Valor de p
Muslo	50.2714	52.2286	0.005
Pierna	35.6524	36.0333	0.073

En la tabla 3 se muestran los promedios de desplazamiento tibial con rolímetro y KT1000 de la extremidad afectada en grupo con creatina, siendo significativa la valoración instrumentada ( $p=.004$ ), y para rolímetro sin significancia estadística ( $p=.094$ ).

**Tabla 3.**  
**Desplazamiento Tibial**  
**Grupo con Creatina**

	Inicial	Final	Valor de p
Rolímetro	11.0714	9.9524	0.094
KT1000	13.4048	10.9048	0.004

Tabla 4

En el cuadro siguiente se confrontan los promedios iniciales y finales para las escalas de valoración funcional (Lysholm, Tegner e IKDC), siendo estadísticamente significativo con una(  $p=.0001$ ), ( $p=.0001$ ) y ( $p=.007$ ) respectivamente.

**Tabla 4.**  
**Valoraciones Funcionales**  
**Grupo con Creatina**

	Puntuación Inicial	Puntuación Final	Valor de p
Lysholm	68.9048	84	0.0001
Tegner	3.1905	4.1905	0.0001
IKDC	1.5414	1	0.007

Tabla 5

La comparación de promedios de fuerza muscular inicial y final a 60°/seg de la extremidad afectada del grupo sin creatina , se encontró un valor de p estadísticamente significativo para cuádriceps ( $p=.019$ ) e isquiotibiales ( $p=.023$ )

**Tabla 5.**  
**Promedios de Fuerza Muscular Inicial Vs Final**  
**Grupo sin Creatina.**

	Fuerza Inicio	Fuerza final	Valor de p
Cuádriceps	147.3571	163.1429	0.019
Isquiotibiales	94.7143	106.5714	0.023

En la tabla 6 se muestran los promedios en perímetros de muslo y pierna inicial y final del grupo sin creatina encontrando una relevancia estadística para muslo con una ( $p=.0001$ ), y sin valor estadístico para pierna ( $p=.423$ ).

**Tabla 6.**  
**Promedios de Perímetro de Muslo Inicial Vs Final**  
**Grupo sin Creatina.**

	Inicial	Final	Valor de p
Muslo	48.7214	51.6714	0.0001
Pierna	35.4929	35.6643	0.423

La tabla 7 muestra el análisis de los promedios inicial contra final para el desplazamiento de tibia de la extremidad afectada en pacientes sin toma de creatina ,con rolímetro y KT1000. no encontrando un valor significativo para la prueba con rolímetro ( $p=.568$ ), sin embargo la valoración con KT1000 fue de significancia estadística ( $p=.005$ ).

Tabla 7.  
Desplazamiento de Tibia  
Grupo sin Creatina.

	Inicial	Final	Valor de p
Rolímetro	11,7857	11,5714	0,568
KT1000	12,8571	11,6786	0,005

Tabla 8. Los resultados siguientes muestran los promedios de las puntuaciones en las escalas funciones de Lysholm, Tegner ,IKDC, las cuales muestran una significancia estadística con una p de ( $p=.0001$ ).

Tabla 8.  
Valoraciones Funcionales  
Grupo sin Creatina.  
(n = 14)

	Puntuación Inicial	Puntuación Final	Valor de p
Lysholm	66,1429	82,7857	0,0001
Tegner	2,9286	4,2143	0,0001
IKDC	2,2857	1,0714	0,0001

Tabla 9

Se muestra la comparación entre fuerza inicial a 60°/seg en grupo con creatina y sin creatina de la extremidad afectada en el cual se observa un comportamiento similar en ambos grupos, no siendo significativo estadísticamente.

Tabla 9.  
Promedio de Fuerza Inicial a 60°/seg  
Grupo con y sin Creatina.

	con creatina	sin creatina	Valor de p
Cuadriceps	145,2857	147,3571	0,874
Isquiotibiales	94,3333	94,7143	0,955

Tabla 10.

En el análisis de los promedios iniciales en los grupos con creatina y sin creatina para perímetro de muslo y pierna de la extremidad afectada ,no presentaron una relevancia estadística , con una ( $p=.251$ ) para muslo y de ( $p=.861$ ) para pierna .

**Tabla 10.**  
**Promedios de Perímetros de Muslo y Pierna Inicial**  
**Grupo con y sin Creatina.**

	con creatina	sin creatina	Valor de p
Muslo	50.2714	48.7214	0.251
Pierna	35.6524	35.4929	0.861

En la tabla 11 se comparan los promedios iniciales de las valoraciones para desplazamiento de tibia en ambos grupos (con creatina y sin creatina), con rolímetro y KT1000, en donde no se encontró valor estadístico .

**Tabla 11.**  
**Promedio de Desplazamiento Tibial Inicial**  
**Grupo con y sin Creatina.**

	con creatina	sin creatina	Valor de p
Rolímetro	11.0714	11.7857	0.441
KT1000	13.4048	12.8571	0.553

La tabla 12 presenta los promedios de las valoraciones funcionales (Tegner, Lysholm, IKDC ), en las cuales se observa una tendencia significativa solo para la de IKDC ( $p=.005$ ) y sin repercusión estadística en las escalas de Lysholm y Tegner ( $p=.658$  y  $p=.4$ ) respectivamente.

**Tabla 12.**  
**Valoraciones Funcionales iniciales.**  
**Grupo con y sin Creatina.**

	con creatina	sin creatina	Valor de p
Lysholm	68.9048	66.1429	0.658
Tegner	3.1905	2.9286	0.4
IKDC	1.5714	2.2857	0.005

Tabla 13.

En la tabla siguiente se aprecia los promedios finales de la fuerza muscular en cuádriceps e isquiotibiales entre grupo con toma de creatina y sin creatina, mostrando comportamiento similar y sin valor estadístico con ( $p=.931$  para cuádriceps y  $p=.941$  en isquiotibiales).

**Tabla 13.**  
**Fuerza muscular final de cuádriceps e isquiotibiales a 60%/seg**  
**Grupo con y sin creatina.**

	con creatina	sin creatina	Valor de p
Cuádriceps	164.1905	163.1429	0.931
Isquiotibiales	107.0952	106.5714	0.941

Tabla 14

Muestra la relación entre perímetros finales de muslo y pierna en pacientes con toma de creatina y sin creatina, cuyo valor de p en ambos grupos no es significativo ( $p=.66$  y  $p=.672$ ) respectivamente.

**Tabla 14**  
**Promedios de Perímetros de Muslo y Pierna Final**  
**Grupo con y sin Creatina.**

	con creatina	sin creatina	Valor de p
Muslo	52.2286	51.6714	0.66
Pierna	36.0333	35.6643	0.672

En la tabla 15 se analizan los promedios finales para desplazamiento anterior de tibia con rolímetro y KT1000 en donde el valor de p no fue significativo estadísticamente.

**Tabla 15.**  
**Promedio de Desplazamiento Tibial Final**  
**Grupo con y sin Creatina.**

	con creatina	sin creatina	Valor de p
Rolímetro	9.9524	11.5714	0.099
KT1000	10.9048	11.6786	0.37

Finalmente la tabla 16 no muestra datos de relevancia estadística entre los grupos con creatina y sin creatina para las pruebas funcionales y de calidad de vida Lysholm, Tegner e IKDC. Con valores(  $p=0.804$ ,  $p=0.899$ , y  $p=0.721$ ) respectivamente.

**Tabla 16**  
**Valoraciones Funcionales Finales.**  
**Grupo con y sin Creatina.**

	con creatina	sin creatina	Valor de p
Lysholm	84	82.7857	0.804
Tegner	4.1905	4.2143	0.899
IKDC	1	1.0714	0.721

## DISCUSIÓN.

En el presente estudio se sometió a dos grupos de pacientes con lesión de ligamento cruzado anterior a un programa de fortalecimiento para miembros inferiores con énfasis en el miembro afectado, uno de estos grupos se le administró monohidrato de creatina vía oral a una dosis preestablecida siguiendo las recomendaciones del producto. En el estudio se realizó valoración de la traslación tibial con rolímetro y KT1000, valoración isocinética para determinación de fuerza muscular en flexoextensores de rodilla, la aplicación de escalas de valoración funcional (25), así como determinación de perímetros musculares de muslo y pierna por antropometría encontrándose la siguiente tendencia.

En el estudio pudimos notar que hubo cambios significativos en la fuerza muscular de cuádriceps e isquiotibiales en ambos grupos en comparación a la primera evaluación, notando también cambios importantes en cuanto a los perímetros de muslo y pierna. Esto se reflejó en una disminución de la traslación tibial con KT1000 y rolímetro que corrobora los hallazgos en las pruebas para estabilidad de rodilla que reportan otros autores posterior a un programa de rehabilitación postquirúrgico. No se encontraron diferencias significativas entre pacientes a los que se administró creatina y sin creatina. Por este motivo inferimos que estos cambios se debieron al programa de entrenamiento llevado a cabo.

Esperábamos de antemano este comportamiento debido a que en la literatura se reporta un incremento importante de fuerza en el entrenamiento de atletas con toma de creatina a partir del 6to mes, por este motivo no podemos concluir que la creatina no influye en la ganancia de fuerza. Otro factor que influyó en nuestros resultados fue el tiempo que manejamos en el protocolo siendo insuficiente para corroborar su efecto, dejando abierta la posibilidad de llevar a cabo otro estudio con un periodo de tiempo mayor para demostrar su efectividad.

Sin embargo la población de pacientes que frecuentemente padece esta patología suelen no tener el tiempo suficiente para llevar a cabo un programa de rehabilitación antes de se intervención quirúrgica ya que por lo regular se quieren regresar en tiempo corto a la practica de sus actividades (deportivas).

En la hipótesis se planteó que la rehabilitación prequirúrgica mas la administración de monohidrato de creatina influye en el pronostico funcional y fuerza muscular del paciente con lesión de ligamento cruzado anterior, con lo que se presume que se podría acortar el periodo de reintegración a sus actividades cotidianas. No obstante que en este estudio no se esta evaluando el regreso del paciente a sus actividades, simplemente se esta valorando el cambio de parámetros como fuerza muscular, y función de la rodilla de los pacientes antes de la cirugía. Una segunda fase del estudio va a ir dirigida a evaluar a los pacientes en el periodo postoperatorio para investigar si los pacientes del estudio pueden acortar los periodos de rehabilitación postoperatoria y regresar en forma más temprana a sus actividades cotidianas incluyendo el deporte.

Los pacientes en el estudio mostraron una mejoría en el nivel de actividad. Ya que se diseñó un programa para trabajar músculos que participan directamente en el componente dinámico de la estabilidad de la rodilla .Al mejorar la fuerza y el trofismo de cuádriceps e isquiotibiales se mejoró significativamente la estabilidad de la rodilla demostrada por la medición artrométrica con KT1000 y rolímetro y esto a su vez influyó en la mejoría subjetiva de los pacientes como se aprecia en las escalas de valoración funcional y de nivel de actividad.

Pensamos que sería benéfico utilizar un programa de rehabilitación prequirúrgico planeado en un periodo de tiempo razonable para mejorar el pronostico funcional de pacientes con este tipo de lesión, ya que si en un lapso de 2 meses se lograron cambios significativos de funcionalidad y fuerza muscular en la extremidad afectada parecidos a los que se logran en pacientes postquirúrgicos, se podría llegar a acortar el tiempo total de rehabilitación en un paciente con esta patología.

El impacto de este estudio se centra en el tratamiento rehabilitatorio prequirúrgico como parte fundamental de un manejo integral del paciente con lesión de ligamento cruzado anterior, interviniendo en el círculo vicioso de dolor, disminución de la fuerza y atrofia muscular, que sucede en aquellos

pacientes que no realizan ninguna actividad previa a su cirugía, notándolo a la par con aquellos pacientes sometidos procedimiento quirúrgico sin un programa de rehabilitación previo.

El programa de rehabilitación prequirúrgica que se llevo a cabo en los pacientes con lesión de ligamento cruzado anterior del Centro Nacional de Rehabilitación , demostró una mejoría en la fuerza muscular de cuádriceps e isquiotibiales , en perímetro de muslo por antropometría, disminución en el desplazamiento tibial anterior valorado con KT1000 en la extremidad afectada, así como en las valoraciones funcionales aplicadas a nuestros pacientes, con una en su nivel de actividad.

La valoración con rolímetro no fue sensible a los cambios detectados con el KT1000.

Los cambios significativos encontrados en el estudio se debieron principalmente al programa de rehabilitación y probablemente las diferencias entre el grupo con creatina y sin creatina unicamente se encontrarían si se prolongara el periodo de estudio. Al analizar los datos comparativos entre grupos se encontró un comportamiento similar, estimamos que los resultados mostrados en las tablas previas probablemente no dependieron de la administración de monohidrato de creatina, si no directamente del programa de rehabilitación prequirúrgica realizado; sin embargo, subrayamos el hecho que recibimos los 42 pacientes en diferentes periodos de tiempo, y no concluyeron el protocolo en el periodo en el que se analizaron los resultados, por lo que solo se tomaron en cuenta aquellos pacientes que finalizaron el programa hasta periodo de tiempo contemplado, finalizando el estudio con 35 pacientes , y los 7 pacientes restantes continúan la última fase del protocolo, por lo que el tamaño de la muestra pudo haber sido insuficiente para la potencia estadística que se calculó inicialmente. Por otra parte; proponemos la continuación del estudio con el propósito de aumentar la muestra y contar con más elementos de juicio para aceptar o rechazar las hipótesis nulas.

ESTA TESIS NO SALI  
DE LA BIBLIOTECA

## CONCLUSIONES

Un programa controlado de rehabilitación mejora la condiciones funcionales y la fuerza muscular de cuadriceps e isquiotibiales en pacientes con lesión de ligamento cruzado anterior antes de tratamiento quirúrgico.

Será interesante estudiar si esto influye en el tiempo de rehabilitación postoperatoria necesario para que los pacientes se reincorporen a sus *actividades cotidianas y deportivas*.

## REFERENCIAS.

1. Pepping, Joseph PharmD. Creatine Alternative Therapies. Am J of Health-System Pharmacists. 1999;15:1608-1610.
2. P.L. Greenhaff, K.Bodin, K.Soderlund and E. Hultman.Effect of oral creatine supplementation on skeletal muscle phosphocreatine resynthesis . American Physiological Society 1994;E725-E 730.
3. Richard B.Kreider. Creatine supplement: analysis of ergogenic value, medical safety, and concerns 1998; 1: 1-11.
4. R. Baratta et al. Muscular coactivation the role of antagonist nusculature in maintaining knee stability. American Journal of Sports Medicine 1988; 16: 113-122.
- 5.P. Hespel, B. K. Vandenberghe, M. Van Leemputte. Effect of oral creatine supplementation on muscle force and power during exercise training and rehabilitation.
6. Jeff S. Volek and William J. Kraemer. Creatine Supplementation: Its effect on human muscular performance and body composition. Journal of Strength and conditioning Association 1996; 10(3), 200-210.
7. Jeff S. Volek et al. Creatine supplementation enhances muscular performance during high intensity resistance exercise. Journal of American Dietetic Association 1997;97:765-770.
- 8.Gilliam, Jeffery D,Hohzorn. Effect of oral creatine supplementation on isokinetic torque production. Lippincott Williams & Wilkins, Inc 2000; 32(5),993-996.
- 9.Feldman, Elaine B. MD. Creatine: A Dietary Supplement and Ergogenic Aid. International Life Sciences Institute 1999; 57(2), 45-50.
- 10.E. Hultman et al. Creatine, creatine everywhere and no objctive information anywhere. Journal of Strength and conditioning Association 1996; 10(3) 211-215.
- 11.Vicente Paús y Andrés Esper. El entrenamiento de la fuerza en la rehabilitación del ligamento cruzado anterior. Educación Física y Deportes 1999; 14: 13-17.
- 12.G. Kelley Fitzgerald. The efficacy of perturbation training in nonoperative anterior cruciate ligament rehabilitation programs for physically active individuals. Physical Therapy 2000;80 (2): 128-139.
13. Torg JS, Conrad W, Kalen V. Anterior cruciate ligament strain behavior during rehabilitation exercises in vivo. Orthop Trans 1999; 7: 136-146.

14. Robert C. Schenck et al. A prospective outcome study of rehabilitation programs and anterior cruciate ligament reconstruction. *The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 1997; 13(3): 285-290.
15. Erik Witvrouw et al. Open versus closed kinetic chain exercises for patellofemoral pain. *The American Journal of Sports Medicine* 2000; 28(5): 687-694.
16. H. John Yack, Cynthia E. Collins, Terry J. Whieldon. Comparison of closed and open kinetic chain exercise in the anterior cruciate ligament-deficient knee. *American Orthopaedic Society for Sports Medicine* 1993; 21(1) 41-54.
17. Michael J. Stuart, Dwight A. Meglan, Gregory E. Lutz. Comparison of intersegmental tibiofemoral joint forces and muscle activity during various closed kinetic chain exercises. *American Orthopaedic Society for Sports Medicine*; 24(6): 792-799.
18. John Kramer, Deborah Nusca, Peter Fowler. Knee extensor strength during concentric and eccentric muscle actions after anterior cruciate ligament reconstruction using the semitendinosus tendon and ligament augmentation device. *The American Journal of Sports Medicine* 1993; 21(2):285-291.
19. Peter J. McNair, Stephen Stanley. Quadriceps muscle training in a restricted range of motion: implications for anterior cruciate ligament deficiency. *Arch Phys Med Rehabil* 1996;77: 582-585.
20. Robert C. More et al. hamstrings an anterior cruciate ligament protagonist. *Trans Orthop Res Soc* 1999;35(25): 227-233.
21. Andersson C, Odensten M, Guillquist J. Cruciate ligament loading during isometric muscle contractions. *Clinics Orthopaedic* 1991; 264: 255-263.
22. Braden Fleming, Bruce D. Beynon, Robert J. Isometric versus tension measurements. *American Journal of Sports Medicine* 1993;21(1):82-88.
23. Dona J Housh, Terry J. Housh, Joseph P. Anthropometric estimation of thigh muscle cross-sectional area. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1995;10:784-791.
24. Clive E. Brewster. Modification of quadriceps femoris muscle exercises during knee rehabilitation. *Physical Therapy* 1986; 66(8):1246-1251.
25. F. García Perez y M. Florez García. Escalas de valoración funcional en lesiones ligamentosas de rodilla. *Revista Española de Rehabilitación* 1994 ;28 (6):456-464.
26. Roberto Frisancho. Triceps skin fold and upper muscle size norms for assessment for nutritional status. *The American Journal of Clinical Nutrition* 1974; 27(10):1052-1058.

27. Robert L. Larson and Mario Taillon. Anterior cruciate ligament insufficiency: Principles of treatment. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 1994; 2(1): 26-35.
28. Strand T, Tvedte R, Engebretsen L. Epidemiology of anterior cruciate injury in soccer.
29. Chandler TJ, Wilson GD, Stone MH. The effect of squat exercise on knee stability. *Med Sci Sports Exerc* 1989; 21:299-303.
30. Grana WA, Muse G. The effect of exercise on laxity in the anterior cruciate ligament deficient knee. *Am J Sports Med* 1988; 16:566-588.
31. Shelbourne KD, Nitz P. accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1990; 18: 292-299.
32. Pope MH, Stankewick CJ, Beynon BD, et al. effect of knee musculature on anterior cruciate ligament strain in vivo. *J Electro Kines* 1991; 1:191-198.