

**COMPARACIÓN ENTRE LOS EJERCICIOS ISOCINÉTICOS Y LOS EJERCICIOS  
ISOMÉTRICOS EN ESGUINCE DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR GRADO I,  
PARA ATLETAS SENIOR.**

**TATIANA BLANCO CALDERON  
ELIZABETH OLARTE NOVOA  
CATALINA VASQUEZ SANABRIA**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
ESCUELA COLOMBIANA DE REHABILITACIÓN  
FACULTAD DE FISIOTERAPIA  
BOGOTA, JUNIO DE 2004**

**COMPARACIÓN ENTRE LOS EJERCICIOS ISOCINÉTICOS Y LOS EJERCICIOS  
ISOMÉTRICOS EN ESGUINCE DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR GRADO I,  
PARA ATLETAS SENIOR.**

**TATIANA BLANCO CALDERON  
ELIZABETH OLARTE NOVOA  
CATALINA VASQUEZ SANABRIA**

**ILEANA VITOLA LACOMBE  
ASESORA TEMATICA**

**MARTHA LUCIA JIMENEZ  
ASESOR METODOLOGICO**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
ESCUELA COLOMBIANA DE REHABILITACIÓN  
FACULTAD DE FISIOTERAPIA  
BOGOTA, JUNIO DE 2004**

## AGRADECIMIENTOS

En primera instancia agradecemos la colaboración a la Institución Universitaria Escuela Colombiana de Rehabilitación por aportarnos los instrumentos necesarios para alcanzar nuestros mayores logros a nivel profesional. Y a la Fundación Integral de Terapias en Colombia (FITEC), como a su grupo médico por permitirnos la aplicación de nuestra investigación.

También agradecemos a nuestra Asesora temática la Fisioterapeuta Ileana Vitola Lacombe, por aportarnos sus conocimientos, que fueron importantes para el desarrollo de nuestro trabajo de grado.

También agradecemos la participación del asesor metodológico, el Doctor Franklin Prieto y la Doctora Martha Lucia Jiménez, quienes con sus amplios conocimientos, aportes y dedicación en la parte metodológica, nos proporcionaron las herramientas necesarias para llevar a cabo la formalización de esta investigación.

Por último queremos expresar nuestros agradecimientos a la Fisioterapeuta Diana Marcela Roberto, por los aportes hechos a lo largo de la investigación y en su ejecución, por su colaboración en todo momento, y a todas aquellas personas que nos brindaron su apoyo incondicional durante el proceso de la investigación.

## DEDICATORIA

*Este proyecto fue de gran importancia y empeño para mí, pero quiero agradecer por el apoyo de todas y cada una de las personas que pusieron un granito de arena para que no perdiera las ganas de seguir adelante hasta el final.*

*Agradezco a Dios por llenarme de sabiduría y esclarecer mis ideas, a mis padres por su inconstante apoyo, amor y confianza, y a todos los que hicieron que con sus consejos siguiera adelante sin desfallecer. Dicen que de cada experiencia queda una moraleja, “No siempre es fácil saber qué camino seguir, que decisión tomar o que hacer. No tienes que resolver todos los problemas ni lograr todas tus metas en un día; termina todo lo que puedas hoy, y deja para mañana todo lo demás; por eso ¿Qué es lo mejor que puedes hacer?. Muy sencillo: Haz lo mejor que puedas y todo lo demás tendrá su solución.”*

*Tatiana Blanco Calderón.*

*A Dios, por estar conmigo permanentemente.*

*A mis padres, por ser personas tan especiales, por darme la vida y el apoyo incondicional durante toda mi vida.*

*A mis hermanos, por apoyarme y estar ahí cuando los necesito.*

*A mis primos, por estar conmigo en los momentos de felicidad para reír, y en los momentos de tristeza para consolarme y aconsejarme.*

*A mis amigos y personas allegadas, por estar conmigo cuando era el momento.*

*Catalina Vásquez Sanabría.*

### **Nota de Salvedad**

Los conceptos emitidos dentro de este proyecto son asumidos con plena responsabilidad por los autores del mismo, los cuales han desarrollado este trabajo, como Tesis de Grado, basándose en una revisión bibliográfica, científica, y cumpliendo así con el requisito de grado para obtener el título de Fisioterapeutas.

**TABLA DE CONTENIDO**

<b>Resumen</b>	<b>1</b>
Antecedentes	2
Justificación	2
Marco Teórico	3
Problema de Investigación	41
Objetivo General	41
Objetivos Específicos	41
Definición de Variables	42
Método	43
Tipo de Investigación	43
Hipótesis	43
Participantes	43
Instrumentos	44
Procedimiento	44
Resultados	46
Discusión	50
Conclusiones	52
Recomendaciones	55
Referencias Bibliográficas	77

**LISTA DE FIGURAS**

<i>Figura 1.</i>	Anatomía de Rodilla	4
<i>Figura 2.</i>	Ligamento Cruzado Anterior	6
<i>Figura 3.</i>	Componentes de la Articulación de la Rodilla	7
<i>Figura 4.</i>	Ejes de la Rodilla	10
<i>Figura 5.</i>	Ligamentos de la Rodilla	12
<i>Figura 6.</i>	Función Mecánica de los Ligamentos	14
<i>Figura 7.</i>	Ruptura de Ligamento Cruzado Anterior	24

## LISTA DE APENDICES

Apéndice 1.	Encuesta	55
Apéndice 2.	Consentimiento Informado	58
Apéndice 3.	Evaluación Fisioterapéutica	60
Apéndice 4.	Aplicación de Tratamiento Base	66
Apéndice 5.	Aplicación de Tratamiento con Ejercicios Isocinéticos	67
Apéndice 6.	Aplicación de Tratamiento con Ejercicios Isométricos	68
Apéndice 7.	Resultados de la Evaluación	69
Apéndice 8.	Procesamiento Estadístico de los Datos	74



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Descripción de participantes en la investigación
Tabla 2.	Resultados estadísticos de la comparación entre pre test y post test para el grupo sometido en ejercicios Isocinéticos.
Tabla 3.	Resultados estadísticos de la comparación entre pre test y post test para el grupo sometido en ejercicios Isométricos.
Tabla 4.	Resultados Estadísticos de la comparación entre las variables para los grupos sometidos a Ejercicios Isocinéticos e Isométricos.

**Comparación entre los Ejercicios Isométricos y los Ejercicios Isocinéticos en  
Esguince de Ligamento Cruzado Anterior Grado I, para Atletas Senior.**

Tatiana Blanco Calderón. Elizabeth Olarte Novoa. Catalina Vásquez Sanabria

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ESCUELA COLOMBIANA DE REHABILITACION

**Resumen**

En un estudio de investigación de tipo experimental, se comparó el efecto de los Ejercicios Isocinéticos y los Ejercicios Isométricos, en Esguince de Ligamento Cruzado Anterior grado I. Participando de manera voluntaria pacientes entre 50 y 75 años, pertenecientes a la Fundación Integral de Terapias en Colombia (FITEC). El diagnóstico inicial se realizó por medio de una encuesta la cual permitió determinar si estos pacientes presentaban lesión de rodilla para poder realizar la aplicación del tratamiento. Posteriormente se realizó la Evaluación Fisioterapéutica en la primer semana, en la segunda y tercera semanas se realizó el Tratamiento Base al grupo completo; posteriormente se hizo una división aleatoria del grupo para iniciar la intervención de los Ejercicios Isocinéticos e Isométricos a cada grupo durante un período de tres semanas. En esta investigación los parámetros de medición fueron: Dolor, Inflamación, Tensión Muscular y Contracción Muscular Dinámica. Estas variables fueron evaluadas a través de la Escala Análoga Verbal para el Dolor, la Inflamación con una Escala de Medidas Especiales, la Tensión Muscular mediante el Examen Muscular y las Contracciones Musculares para las Retracciones. Finalmente los resultados de la comparación entre los Ejercicios Isocinéticos y los Ejercicios Isométricos arrojaron resultados que demuestran que los ejercicios Isométricos son más efectivos para la recuperación de este tipo de lesión.

**DEcS:**

**Ligamento Cruzado Anterior, Esguince Grado I, Deportista, ejercicios isocinéticos, ejercicios isométricos.**

**Comparación entre los Ejercicios Isométricos y los Ejercicios Isocinéticos en  
Esguince de Ligamento Cruzado Anterior Grado I, para Atletas Senior.**

Dentro de los antecedentes conocidos en la bibliografía investigada a nivel nacional como Medellín, Cali y Bogotá; e internacionales como Brasil y España, se encontraron registros en bibliotecas, revistas, artículos e Internet, sobre el tratamiento fisioterapéutico en esguince de Ligamento Cruzado Anterior Grado I, pero no se encontró ningún estudio que contenga una comparación entre los ejercicios isocinéticos y los ejercicios isométricos en atletas senior.

([http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/esp\\_imagepages/8717.htm](http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/esp_imagepages/8717.htm) )

La lesión del Ligamento Cruzado Anterior es una de las causas más frecuentes en ausentismo en las prácticas de atletismo y aun mayor de discapacidad de lesiones en rodilla. La lesión se produce en adultos mayores, practicantes de atletismo de categoría senior en un 50% a 60%, donde se produce esguince Grado I en un 30%-40%, esguince grado II en un 20%-30% y grado III en un 15%-25% de los casos.

La importancia de los cambios de una actividad física vigorosa depende de varios factores que incluyen el estado de la condición física inicial, la edad y el tipo específico de tratamiento. Con respecto al factor edad parece que los individuos mayores no pueden mejorar su fuerza y capacidad de resistencia hasta el mismo grado que los mas jóvenes no se comprenden bien las razones de este entrenamiento disminuido.

Es probablemente el resultado de una disminución general de la función neuromuscular y el deterioro relacionado con la edad de la capacidad de la célula para la síntesis proteica y la regulación química.

La rodilla, se considera una de las articulaciones mas comprometidas durante la practica deportiva.

En el tratamiento conservador que se sigue en esguince de Ligamento Cruzado Anterior Grado I específicamente, se incluyen ejercicios resistidos, donde el segmento se mueve por contracción voluntaria, venciendo o no la fuerza de la gravedad y una fuerza externa. Aquí se realizan los movimientos en toda su amplitud, aplicando tensión en el músculo, que es proporcional a la resistencia aplicada. Los tipos de ejercicios utilizados son:

isométricos, de resistencia progresiva, ejercicios isocinéticos, entrenamiento en circuito y pliométricos.

En este proyecto lo que se quiere establecer es una comparación entre los ejercicios isocinéticos y ejercicios isométricos aplicados en dos grupos experimentales en esguince de Ligamento Cruzado Anterior Grado I, en practicantes de atletismo de categoría senior, el cual tendrá lugar en la Fundación Integral de Terapias de Colombia (FITEC), con el fin de comprobar la eficacia de ambos tratamientos en dicha población donde contaremos con la participación de dicha población.

La investigación va enfocada básicamente a realizar un tratamiento base a los todos pacientes, donde se le aplica el tratamiento con ejercicios isocinéticos a un grupo y al otro se le aplica el tratamiento con ejercicios isométricos, para encontrar las diferencias entre los efectos de estos ejercicios, lo cual significaría demostrar la eficacia en la reorientación del manejo en pacientes con esguince de Ligamento Cruzado Anterior Grado I, en atletas senior.

#### ANATOMIA DE RODILLA

La rodilla es una articulación voluminosa y compleja, en la cual el cóndilo femoral interno se extiende en sentido más distal que el cóndilo femoral externo, y la prominencia de este último sirve como tope a la rótula para evitar su deslizamiento externo fuera del surco femoral. La meseta externa de la tibia es convexa, mientras que la meseta interna es cóncava.

El grupo muscular del cuádriceps comprende el recto anterior, vasto externo, vasto intermedio y vasto interno, y sirve para extender la rodilla. Estos músculos se unen para formar el tendón cuádricepital, el cual ocupa una posición central en un retináculo semejante a la fascia situado por dentro y fuera de la rótula. El genu articulare es una pequeña porción del cuádriceps que despliega la bolsa rotuliana para evitar que quede pinzada durante el movimiento de la rodilla. La porción oblicua del vasto interno se inserta, por regla general, aproximadamente por debajo de la mitad inferior del lado interno de la rótula. A causa de que esta porción de músculo se atrofia con rapidez después de inmovilización o de una intervención quirúrgica de la rodilla, y se debilita así la extensión terminal de la rodilla, se había llegado a considerar que esta parte del cuádriceps era simplemente responsable de los últimos 15° de la extensión de la rodilla. En la actualidad se ha demostrado que esta extensión limitada está relacionada con la

potencia total del cuádriceps y no representa una indicación de debilidad selectiva del vasto interno de dirección oblicua.

Por consiguiente, el vasto interno oblicuo desempeña la función de centrar la rótula. En los miembros amputados, el vasto interno oblicuo solitario no extiende la rodilla, mientras que todos los componentes largos del cuádriceps (vasto externo, intermedio, interno largo y recto anterior) efectúan la extensión completa. Normalmente, los últimos 15° de extensión de la rodilla requieren un 60% más de fuerza que la requerida para la extensión hasta la posición de 15°. Sin embargo, cuando se añade un peso al vasto interno oblicuo para mantener la rótula centrada en el surco femoral, la fuerza requerida por el vasto externo para extender la rodilla disminuye en un 13 %.

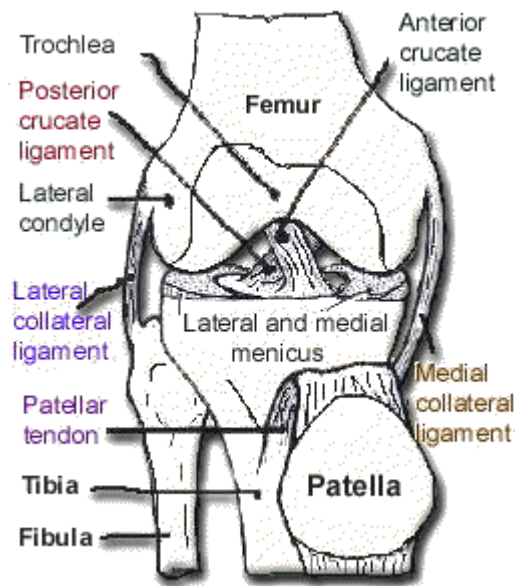


Figura 1: Anatomía de Rodilla

La rótula muestra, por regla general, dos carillas importantes, una voluminosa, externa, y otra interna, más pequeña. La carilla más pequeña es la «carilla singular» más interna de la rótula, en donde empieza la artrosis. El cartílago articular en el vértice de la rótula, la unión entre las carillas interna y externa, es el cartílago rotuliano más grueso. En éste aparecen el reblandecimiento temprano y la condromalacia, a causa de que es tan grueso que es difícil la difusión de los principios nutritivos hacia sus profundidades. Los ligamentos femororotuliano, menisco rotuliano y tibio rotuliano se originan en la rotula.

Estos ligamentos mantienen sujeta lateralmente la rótula y pueden seccionarse para aliviar la subluxación de la rótula y permitir su mejor deslizamiento en el surco femoral.

El tendón rotuliano va desde el polo distal de la rótula al tubérculo tibial, en donde presenta una inserción sinuosa. El tubérculo tibial, habitualmente prominente, es la porción en lengüeta de la epífisis tibial, que eventualmente se fusiona con el resto de la tibia. Existen dos bolsas en esta región, una situada en el tendón de la rótula y la tibia inmediatamente antes de la inserción del tendón en el tubérculo tibial, y una segunda bolsa apoyada en forma subcutánea inmediatamente por delante del tendón rotuliano.

### Ligamentos

La rodilla está envuelta en un manguito capsular fibroso, débil en su mitad anterior y robusta en su parte posterior. Los ligamentos, los meniscos y el hueso de la articulación de la rodilla son los responsables de la estabilidad estática de la rodilla, mientras que los músculos y tendones proporcionan la estabilidad dinámica. Los ligamentos actúan como una red integrada de asas y abanicos con funciones complejas. En la extensión completa de la rodilla, los ligamentos cruzados y laterales están tensos y no permiten la rotación de la rodilla, pero cuando la rodilla está flexionada, tiene lugar la rotación de la tibia medida que se relajan los ligamentos laterales bien los ligamentos actúan como una unidad pueden dividirse en un complejo interno, un complejo cuádruple externo y los ligamentos cruzados.

#### Lado interno de la rodilla:

El ligamento capsular interno comprende tres partes: una cápsula anterior, el ligamento capsular interno y el ligamento oblicuo posterior. une con el menisco interno por medio del ligamento coronario y posee una porción robusta menisco-femoral y una porción menisco-tibial débil.

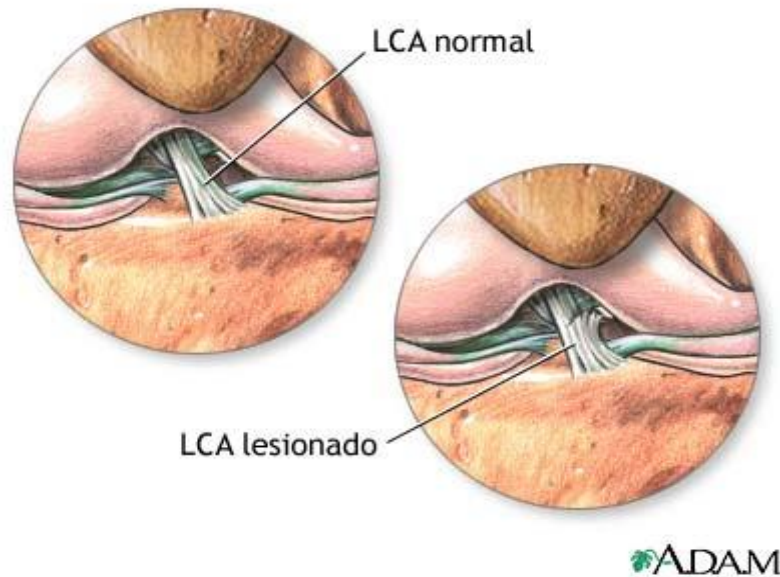
El ligamento colateral tibial es, desde un punto de vista filogenético, un resto del tendón aductor mayor, originado en la parte alta del cóndilo femoral interno y que se separa del ligamento capsular interno sobre la interlínea articular. Se inserta en la cara interna de la tibia por debajo de la pata de ganso y es la estructura interna más potente y el estabilizador primario del ligamento interno de la rodilla. Su tensión mantiene durante toda la amplitud del movimiento de la rodilla por el atirantamiento y alojamiento recíprocos de sus fibras. El ligamento que estabiliza la rodilla contra el exceso de rotación externa y las fuerzas en valgo y restauran mejor las fuerzas de rotación que los ligamentos cruzados de situación más central. Si el ligamento profundo y la cápsula posterior se resecan hasta la línea media del espacio poplíteo, pero se deja intacto el

largo ligamento colateral tibial, la rodilla continua todavía siendo estable a las sobrecargas de valgo y rotación.

El ligamento oblicuo posterior es potente y forma una cincha alrededor del cóndilo femoral interno. Puede denominarse mejor Ligamento capsular interno para evitar la confusión con el ligamento poplíteo posterior, que es una parte de la inserción del semimembranoso en la cápsula posterior. El semimembranoso, a través de su brazo capsular, atiranta el ligamento capsular posterointerno y retrae el asta posterior del menisco interno durante la flexión de la rodilla. El semimembranoso posee también un cabo directo que se inserta en la tibia y otro que lo hace en el ligamento poplíteo oblicuo, que tensa la cápsula posterior.

Ligamento cruzado posterior: Como en el caso del ligamento cruzado anterior, el ligamento cruzado posterior es intra-articular, pero extrasinovial, con una inserción en forma de media luna en el cóndilo femoral interno y una arquitectura compleja. Su delgada porción posterior se extiende en abanico sobre la tibia y su masa se despliega sobre el fémur. Es dos veces más potente y robusto que el ligamento cruzado anterior, actuando en forma reciproca con este último.

Este ligamento es un estabilizador básico de la rodilla, que está más tenso en las amplitudes medias del movimiento. A causa de su inserción en forma de abanico, parte de él se tensa durante cada grado del movimiento de la rodilla y llega a estar más tenso con la rotación interna de la tibia resistiendo el deslizamiento anterior del fémur cuando el deportista está en posición de carga. El ligamento cruzado posterior resiste también la hiperextensión y contribuye a la estabilidad interna de la rodilla.



*Figura 2: Ligamento Cruzado Anterior*

#### LA BIOMECÁNICA DE LA RODILLA

La rodilla es la articulación intermedia del miembro inferior. Principalmente, es una articulación de un solo grado de libertad la flexoextensión, que le permite aproximar o alejar, en mayor o menor medida, el extremo del miembro a su raíz o, lo que viene a ser lo mismo, regular la distancia del cuerpo con respecto al suelo. La rodilla trabaja, esencialmente, en compresión bajo la acción de la gravedad.

De manera accesoria, la articulación de la rodilla posee un segundo grado de libertad: la rotación sobre el eje longitudinal de la pierna, que sólo aparece cuando la rodilla está flexionada.

Desde el punto de vista mecánico, la articulación de la rodilla es un caso sorprendente, ya que debe conciliar dos imperativos contradictorios:

- Poseer una gran estabilidad en extensión máxima, posición en la que la rodilla hace esfuerzos importantes debido al peso del cuerpo y a la longitud de los brazos de palanca;
- Adquirir una gran movilidad a partir de cierto ángulo de flexión, movilidad necesaria en la carrera y para la orientación óptima del pie en relación con las irregularidades del terreno.

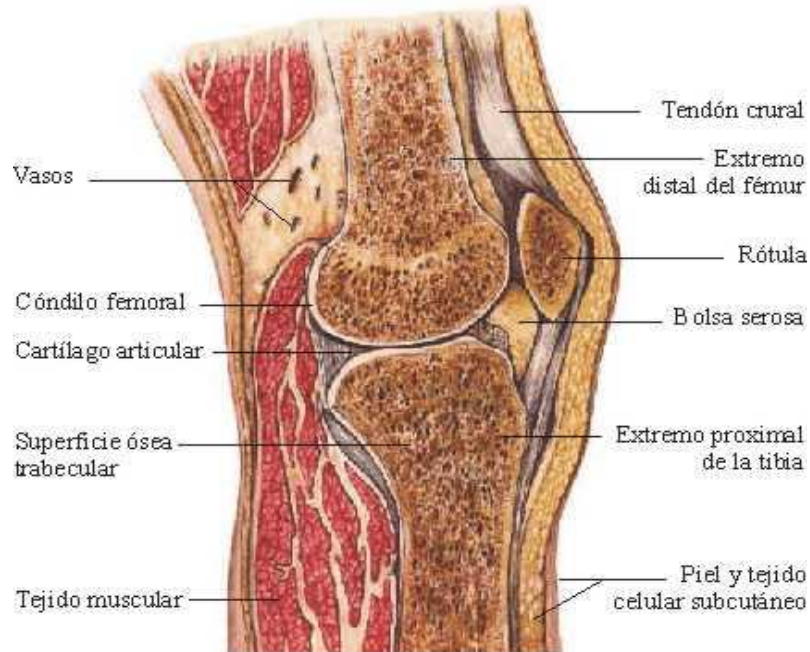


#### LESION DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR 7

La rodilla resuelve esas contradicciones gracias a dispositivos mecánicos extremadamente ingeniosos; sin embargo, el poco acoplamiento de las superficies, condición necesaria para una buena movilidad, la expone a esguinces y luxaciones.

En flexión, posición de inestabilidad, la rodilla está expuesta al máximo a lesiones ligamentosas y meniscales.

En extensión es más vulnerable a las fracturas articulares y a las rupturas ligamentosas.



*Figura 3: Componentes de la Rodilla*

#### Los Ejes de la Articulación de la Rodilla

El primer grado de libertad está condicionado por el eje transversal XX' alrededor del cual se efectúan movimientos de flexo extensión en un plano sagital. Dicho eje XX', incluido en un plano frontal, atraviesa horizontalmente los cóndilos femorales.

Teniendo en cuenta la forma "en voladizo" del cuello femoral, el eje de la diáfisis femoral no está situado, exactamente, en la prolongación del eje del esqueleto de la pierna, y forma con este último un ángulo obtuso, abierto hacia dentro, de 170-175°: se trata del valgus fisiológico de la rodilla.

Sin embargo, los tres centros articulares de la cadera (H), de la rodilla (O) y del tobillo (C) están alineados en una misma recta HOC, que representa el eje mecánico del miembro inferior. En la pierna, este eje se confunde con el eje del esqueleto; sin embargo, en el muslo, el eje mecánico HO forma un ángulo de 6° con el eje del fémur.

Por otra parte, el hecho de que las caderas estén más separadas entre sí que los tobillos hacen que el eje mecánico del miembro inferior sea ligeramente oblicuo hacia abajo y adentro, formando un ángulo de  $3^\circ$  con la vertical. Este ángulo será más abierto cuanto más amplia sea la pelvis, como es el caso de la mujer. Esto explica por qué el valgus fisiológico de la rodilla está más acentuado en la mujer que en el hombre.

Al ser horizontal, el eje de flexo extensión, no constituye la bisectriz del ángulo de valgus: se miden  $81^\circ$  entre XX' y el eje del fémur, y  $93^\circ$  entre XX' y el eje de la pierna. De lo cual se deduce que, en máxima flexión, el eje de la pierna no se sitúa exactamente detrás del eje del fémur, sino por detrás y un poco hacia dentro, lo que desplaza el talón hacia el plano de simetría: la flexión máxima hace que el talón contacte con la nalga, a la altura de la tuberosidad isquiática.

El segundo grado de libertad consiste en la rotación alrededor del eje longitudinal YY' de la pierna, con la rodilla en flexión. La estructura de la rodilla hace esta rotación imposible cuando la articulación está en máxima extensión; el eje de la pierna se confunde entonces con el eje mecánico del miembro inferior y la rotación axial ya no se localiza en la rodilla, sino en la cadera que la suple.

Este eje no presupone un tercer grado de libertad; cuando la rodilla está flexionada, cierta holgura mecánica permite movimientos de lateralidad de 1 a 2 cm en el tobillo; pero en extensión completa, estos movimientos de lateralidad desaparecen totalmente: si los hubiera, deben considerarse patológicos.

Sin embargo, es necesario saber que los movimientos de lateralidad aparecen normalmente tan pronto se flexiona mínimamente la rodilla; para saber si son patológicos, es indispensable compararlos con los del otro lado, con la condición indispensable de que la rodilla esté sana.

Los Movimientos de Flexo extensión:

La flexoextensión es el movimiento principal de la rodilla. Su amplitud se mide a partir de la posición de referencia definida de la siguiente manera: el eje de la pierna se sitúa en la prolongación del eje del muslo. De perfil, el eje del fémur se continúa sin ninguna angulación, con el eje del esqueleto de la pierna. En la posición de referencia, el miembro inferior posee su máxima longitud.

La extensión se define como el movimiento que aleja la cara posterior de la pierna de la cara posterior del muslo. A decir verdad, no existe una extensión absoluta, ya que en la posición de referencia el miembro inferior ya está en su máximo estado de alargamiento. Sin embargo, es posible realizar, sobre todo pasivamente, un movimiento de extensión de  $5^\circ$  a  $10^\circ$  a partir de la posición de referencia, este movimiento recibe el nombre, desde

luego erróneo, de "hiperextensión". En algunos individuos, esta hiperextensión está acentuada por razones patológicas, provocando entonces un genu recurvatum.

La extensión activa, rara vez sobrepasa, y por poco, la posición de referencia y esta posibilidad depende esencialmente de la posición de la cadera: de hecho, la eficacia del recto anterior, como extensor de la rodilla, aumenta con la extensión de la cadera. Lo que significa que la extensión previa de la cadera prepara la extensión de la rodilla.

La extensión relativa es el movimiento que completa la extensión de la rodilla, a partir de cualquier posición de flexión; se trata del movimiento que se efectúa normalmente durante la marcha, cuando el miembro "oscilante" se desplaza hacia delante para contactar con el suelo.

La flexión es el movimiento que aproxima la cara posterior de la pierna a la cara posterior del muslo. Existen movimientos de flexión absoluta, a partir de la posición de referencia, y movimientos de flexión relativa a partir de cualquier posición en flexión.

La amplitud de la flexión de rodilla es distinta según sea la posición de la cadera y de acuerdo con las modalidades del propio movimiento.

La flexión activa alcanza los 140° si la cadera está previamente flexionada, y únicamente llega a los 120° si la cadera está en extensión. Esta diferencia de amplitud se debe a la disminución de la eficacia de los Isquiotibiales cuando la cadera está extendida. Sin embargo, es posible sobrepasar los 120° de flexión de rodilla con la cadera extendida, gracias a la contracción balística: los isquiotibiales, a través de una contracción tan potente como brusca, inician la flexión de rodilla que finaliza con una flexión pasiva.

La flexión pasiva de la rodilla alcanza una amplitud de 160° y permite que el talón contacte con la nalga. Este movimiento es una prueba muy importante para comprobar la libertad de la flexión de rodilla, y para constatar la flexión pasiva de la misma se puede medir la distancia que separa el talón de la nalga. En condiciones normales, la flexión sólo está limitada por el contacto elástico de las masas musculares de la pantorrilla y del muslo. En condiciones patológicas, la flexión pasiva de la rodilla está limitada por la retracción del aparato extensor principalmente el cuadriceps o por las retracciones capsulares.

Si siempre es factible detectar un déficit de flexión diferenciando el grado de flexión alcanzado y la amplitud de la flexión máxima ( 160°), o también, comprobando la distancia talón / nalga, el déficit de extensión se designa por un ángulo negativo, por ejemplo -60°: es el que se mide entre la posición de extensión pasiva máxima y la rectitud.

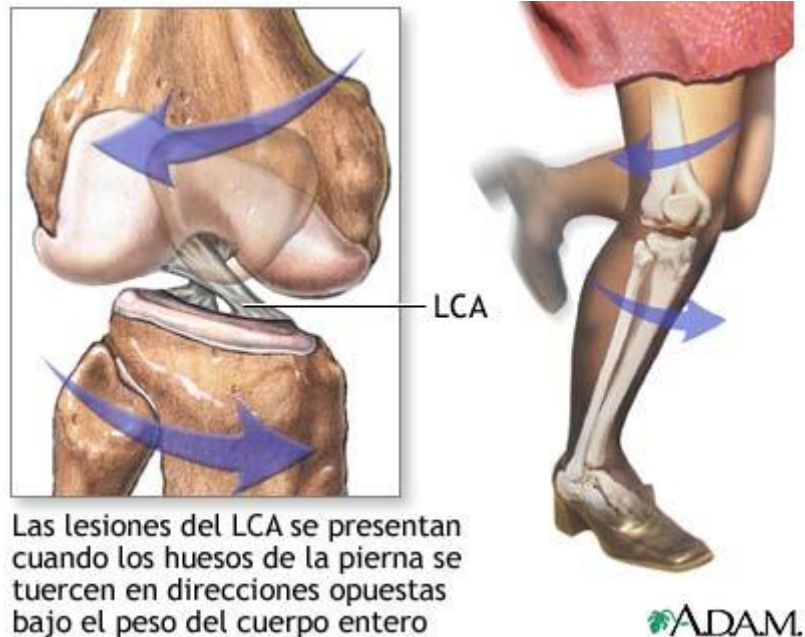
### Las Superficies de la Flexoextensión

El principal grado de libertad de la rodilla, el de flexoextensión, que corresponde al eje transversal, está condicionado por una articulación de tipo troclear: de hecho, Las superficies del extremo inferior del fémur constituyen una polea o, más exactamente, un segmento de polea, que, por su forma, recuerda a un tren de aterrizaje doble de avión. Los dos cóndilos femorales, convexos en ambos sentidos, forman las dos carillas de la polea y corresponden a las ruedas del tren de aterrizaje; se prolongan hacia delante mediante los dos carillas de la tróclea femoral. Algunos autores describen la rodilla como una articulación bicondílea; esto es cierto desde el punto de vista anatómico, pero desde el punto de vista mecánico es, sin discusión alguna, una articulación troclear específica.

En la parte tibial, las superficies están inversamente conformadas y se organizan sobre dos correderas paralelas, incurvadas y cóncavas, separadas por una cresta roma anteroposterior: la glenoide externa y la glenoide interna se disponen cada una en una corredera de la superficie, además de estar separadas por la cresta roma anteroposterior donde se aloja el macizo de las espinas tibiales; por delante, en la prolongación de dicha cresta, se sitúa la cresta roma de la cara posterior de la rótula cuyas dos vertientes prolongan la superficie de las glenoides. Este conjunto de superficies está dotado de un eje transversal, que coincide con el eje de los cóndilos cuando la articulación está encajada.

De esta forma, las glenoides corresponden a los cóndilos mientras que el macizo de las espinas tibiales se aloja en la escotadura intercondílea; este conjunto constituye, funcionalmente, la articulación femorotibial. Por delante, las dos vertientes de la superficie articular de la rótula corresponden a las dos carillas de la tróclea femoral, mientras que la cresta roma vertical se acopla en la garganta de la tróclea, de esta forma se constituye un segundo conjunto funcional, la articulación femoropatelar. Las dos articulaciones funcionales, femorotibial y femoropatelar, están incluidas en una única y misma articulación anatómica, la articulación de la rodilla.

Considerada únicamente desde el ángulo de flexoextensión y en una primera aproximación, se puede imaginar la articulación de la rodilla como una superficie en forma de polea deslizándose sobre una doble corredera, cóncava y emparejada.



Las lesiones del LCA se presentan cuando los huesos de la pierna se tuercen en direcciones opuestas bajo el peso del cuerpo entero

Figura 4: Ejes de la Rodilla

#### LOS LIGAMENTOS CRUZADOS DE LA RODILLA

Cuando se abre la articulación de la rodilla por delante, se toma conciencia de que los ligamentos cruzados están situados en pleno centro de la articulación, alojándose mayoritariamente en la escotadura intercondílea.

El primero que se localiza es el ligamento cruzado anteroexterno, cuya inserción tibial se localiza en la superficie preespinal, a lo largo de la glenoide interna, entre la inserción del cuerno anterior del menisco interno por delante, y la del menisco externo por detrás. Su trayecto es oblicuo hacia arriba, hacia atrás y hacia fuera y su inserción femoral se efectúa en la cara axial del cóndilo externo, a la altura de una zona estrecha y alargada verticalmente en contacto con el cartílago, en la parte más posterior de la citada cara. El ligamento anteroexterno es el más anterior en la tibia y el más externo en el fémur, por lo que el nombre que le identifica le hace justicia, de forma que es preferible seguir denominándolo anteroexterno en vez de anterior a secas, como se hace en la actualidad.

Se describen tres haces:

- el haz anterointerno: el más largo, el primero que se localiza y el más expuesto a los traumatismos;
- el haz posteroexterno: está oculto por el precedente y es el que resiste en las rupturas parciales;

- el haz intermedio.

En conjunto, su forma se muestra torcida sobre sí misma, ya que sus fibras más anteriores sobre la tibia presentan las inserciones más inferiores y más anteriores en el fémur, y sus fibras más posteriores sobre la tibia se insertan en la parte más superior del fémur, aunque todas sus fibras no tengan la misma longitud.

Según F. Bonnel, la longitud media de las fibras del LCAE varía entre 1,85 y 3,35 cm, existe pues una gran desigualdad según la localización de las fibras.

En el fondo de la escotadura intercondílea, detrás del ligamento cruzado anteroexterno, aparece el ligamento cruzado posterointerno. Su inserción tibial se localiza en la parte más posterior de la superficie retroespinal;

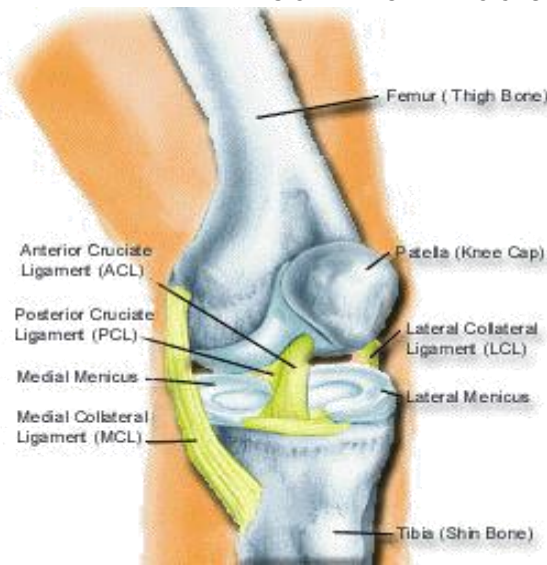
Incluso sobrepasa el borde posterior de la meseta tibial. La inserción tibial del cruzado posterointerno está, entonces, localizada muy hacia atrás de la inserción de los cuernos posteriores del menisco externo y del menisco interno. El recorrido del posterointerno es oblicuo hacia delante, hacia dentro y hacia arriba. Su inserción femoral ocupa el fondo de la escotadura intercondílea, e incluso sobrepasa notablemente la cara axial del cóndilo interno, a lo largo del cartílago, en el límite inferior de dicha cara, en una zona de inserción alargada horizontalmente. El ligamento posterointerno es el más posterior en la tibia y el más interno en el fémur, por lo que merece su denominación. De forma que lo más correcto es denominarlo posterointerno.

Se describen cuatro haces:

- El haz posteroexterno: el más posterior sobre la tibia y el más externo en el fémur
- El haz anterointerno: el más anterior sobre la tibia y el más interno en el fémur
- El haz anterior de Humphrey, inconstante
- El haz meniscofemoral de Wrisberg, que se inserta en el cuerno posterior del menisco interno para, a continuación, adherirse al cuerpo del ligamento al que acompaña normalmente en su cara anterior, e insertarse finalmente con él en la cara axial del cóndilo interno. Existe, a veces, un equivalente de esta misma disposición para el menisco interno, algunas fibras del LCAE se insertan en el cuerno anterior del menisco interno, próximo a la inserción del ligamento transverso.

Los ligamentos transversos están en contacto uno con otro por su borde axial, mientras que el ligamento externo pasa por fuera del interno. Estos ligamentos no están libres en el interior de la cavidad articular, sino que están recubiertos por la sinovial y establecen importantes conexiones con la cápsula.





*Figura 5: Ligamentos de Rodilla*

#### DIRECCION DE LOS LIGAMENTOS CRUZADOS

Los ligamentos cruzados aparecen efectivamente como cruzados en el espacio uno respecto al otro. En el plano sagital están cruzados, el anteroexterno (LCAE) es oblicuo hacia arriba y hacia atrás, mientras que el posterointerno es oblicuo hacia arriba y hacia delante. Sus direcciones también están cruzadas en el plano frontal puesto que sus inserciones tibiales están alineadas en el eje anteroposterior, mientras que sus inserciones femorales están a 1,7 cm de distancia: en consecuencia, el posterointerno es oblicuo hacia arriba y hacia dentro y el anteroexterno es oblicuo hacia arriba y hacia fuera. Sin embargo, en el plano horizontal son paralelos y contactan entre sí a través de su borde axial.

Los ligamentos cruzados no sólo están cruzados entre sí, sino que también lo están con el ligamento lateral del lado homólogo. De forma que el cruzado anteroexterno se cruza con el ligamento lateral externo y el cruzado posterointerno con el ligamento lateral interno. Por lo tanto, existe una alternancia regular en la oblicuidad de los cuatro ligamentos

cuando se les considera por orden, de fuera adentro y viceversa.

Existe una diferencia de inclinación entre los dos ligamentos cruzados con la rodilla en extensión, el ligamento cruzado anteroexterno (LCAE) es más vertical mientras que el posterointerno (LCPI) es más horizontal; ocurre lo mismo con la dirección general de las zonas de inserción femorales: la del posterointerno es horizontal, mientras que la del

anteroexterno es vertical. Una norma mnemotécnica recuerda este hecho gracias al adagio clásico: "El externo está de pie cuando el interno está acostado."

Con la rodilla flexionada, el LCPI, horizontalizado durante la extensión, se endereza verticalmente, describiendo un arco de círculo de más de 60° con respecto a la tibia, mientras que el ligamento cruzado anteroexterno sólo se endereza un poco.

La relación de longitud entre ambos cruzados varía según individuos, pero, junto con las distancias de los puntos de inserción tibiales y femorales, constituye la característica propia de cada rodilla, ya que determina entre otros, como se recalcó con anterioridad, el perfil de los cóndilos.

### FUNCION MECANICA DE LOS LIGAMENTOS CRUZADOS

Existe la costumbre de considerar los ligamentos cruzados como cuerdas casi lineales, fijadas por inserciones puntiformes. Esto no es verdad más que en una primera aproximación y tiene la ventaja de aclarar la acción general de un ligamento, pero en ningún caso permite conocer sus reacciones finas. Por este motivo, es necesario tomar en cuenta tres factores:

#### 1. El grosor del ligamento

El grosor y el volumen del ligamento son directamente proporcionales a su resistencia e inversamente proporcionales a sus posibilidades de alargamiento, pudiéndose considerar cada fibra como un pequeño resorte elemental.

#### 2. La estructura del ligamento

Debido a la extensión de las inserciones, todas las fibras no poseen la misma longitud. Consecuencia importante: no se solicita cada fibra al mismo tiempo. Como en el caso de las fibras musculares, se trata de un verdadero reclutamiento de las fibras ligamentosas durante el movimiento, lo que hace variar su elasticidad y su resistencia.

#### 3. La extensión y la dirección de las inserciones

De hecho, las fibras no son siempre paralelas entre ellas, se organizan muy a menudo según planos "ladeados", retorcidos sobre sí mismos, puesto que las líneas de inserción no son paralelas entre ellas, sino, con frecuencia, oblicuas o perpendiculares en el espacio; además, la dirección relativa de las inserciones varía durante el movimiento, lo que contribuye "al reclutamiento"; modificando así la dirección de la acción del movimiento, considerado globalmente. Esta variación en la acción directriz del ligamento no se efectúa únicamente en el plano sagital, sino en los tres planos del espacio, lo que demuestra sus acciones complejas y simultáneas en la estabilidad anteroposterior, la estabilidad lateral y la estabilidad rotatoria.



De esta forma, la geometría de los ligamentos cruzados determina el perfil condilotroclear en el plano sagital y también en los otros dos planos del espacio.

Globalmente, los ligamentos cruzados aseguran la estabilidad anteroposterior de la rodilla a la par que permiten los movimientos de charnela manteniendo las superficies articulares en contacto.

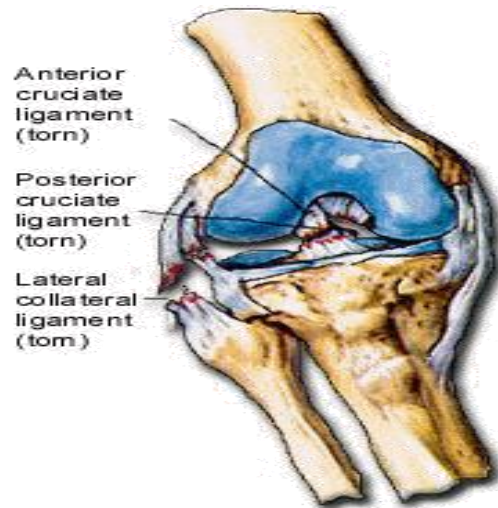
Los ligamentos cruzados de la rodilla tienen un montaje y un funcionamiento parecidos, a diferencia de que no existen solamente dos puntos charnela, sino toda una serie de puntos alineados sobre la curva del cóndilo.

Partiendo de la posición de alineación normal, o de una mínima flexión de 30°, en la cual los ligamentos cruzados están igualmente tensos, la flexión hace bascular la base femoral, mientras que el LCPI se endereza y que el LCAE se horizontaliza.

A partir del momento en que la flexión se acentúa a 90° y luego a 120°, el LCPI se endereza verticalmente y se tensa proporcionalmente más que el LCAE.

En extensión e hiperextensión, con respecto a la posición de partida, todas las fibras del LCAE están, por el contrario, tensas (+), mientras que sólo las fibras posterosuperiores del LCPI están tensas (+); sin embargo, en hiperextensión, el fondo de la escotadura intercondílea se apoya sobre el LCAE que tensa como si se tratara de un caballete. El cruzado anteroexterno se tensa en extensión y es uno de los frenos de la hiperextensión.

Los recientes trabajos de F. Bonnel confirman así lo que pensaba Strasser ( 1917), quien gracias a un modelo mecánico descubrió que el LCAE está tenso en la extensión y el LCPI en la flexión. Sin embargo, un análisis más minucioso de las condiciones mecánicas confirman que Roud ( 1913) también estaba en lo cierto, puesto que pensaba que los cruzados permanecen siempre tensos en algunas de sus fibras, en razón de su desigual longitud. Como sucede a menudo en biomecánica, dos propuestas aparentemente contradictorias pueden ser ciertas simultáneamente y no excluirse.



*Figura 6: Función Mecánica de los Ligamentos*

Anteriormente, analizando el movimiento de los cóndilos sobre las glenoides, se pudo constatar que dicho movimiento combina rodadura y deslizamiento; así como la rodadura se puede explicar con facilidad, ¿cómo explicar el deslizamiento en una articulación tan poco encajada como la rodilla? Ciertamente, intervienen factores activos los extensores tiran de la tibia sobre el fémur hacia delante en la extensión e inversamente los flexores hacen que la meseta tibial se deslice hacia atrás en la flexión; pero cuando se estudian los movimientos en una muestra anatómica, el papel de los factores pasivos, y más concretamente el de los ligamentos cruzados, predomina. Los ligamentos cruzados solicitan a los cóndilos de forma que hacen que se deslicen sobre las glenoides en sentido inverso de su rodadura.

Partiendo de la extensión, si el cóndilo rodara sin deslizarse debería retroceder a la posición y la inserción femoral del cruzado anteroexterno.

Los movimientos de cajón son movimientos anormales de desplazamiento anteroposterior de la tibia sobre el fémur. Se exploran en dos posiciones: con la rodilla flexionada en ángulo recto y con la rodilla en máxima extensión.

Con la rodilla flexionada en ángulo recto, el paciente en decúbito supino sobre un plano duro, la rodilla que se va a explorar en ángulo recto, el pie apoyado sobre la camilla; el examinador bloquea el pie del paciente sentándose encima, para a continuación sujetar con ambas manos la extremidad superior de la pierna; traccionando hacia sí, explora un cajón anterior, empujando hacia atrás explora un cajón posterior, esta exploración se debe realizar con el pie en rotación neutra cajón directo, el pie en rotación externa cajón

en rotación externa y el pie en rotación interna cajón en rotación interna. Es preferible esta terminología a la denominación "cajón rotatorio externo o interno", que lleva implícito una idea de rotación durante el movimiento de cajón.

\* El cajón posterior se manifiesta por un desplazamiento de la tibia sobre el fémur hacia atrás; debido a una ruptura del cruzado posterointerno. La regla mnemotécnica es sencilla: cajón posterior = cruzado posterior

\* El cajón anterior se traduce por un desplazamiento hacia delante de la tibia sobre el fémur debido a la ruptura del cruzado anteroexterno. Cajón anterior = cruzado anterior

Con la rodilla en extensión, una mano sujeta la cara posterior del muslo mientras que la mano anterior, sujetando el extremo superior de la pierna, intenta movilizarla de delante atrás y viceversa: es el test de Lachmann-Trillat. Si se percibe un desplazamiento hacia delante, este "Lachmann anterior" es la prueba de una ruptura del LCAE, asociada por Bousquet a una ruptura de la capa fibrotendinosa posteroexterna; esta exploración es complicada, puesto que el movimiento es de poca amplitud y, por consiguiente, difícil de afirmar.

Para entender la mecánica de la rodilla es necesario concebir que la rodilla en movimiento realiza un equilibrio dinámico y, sobre todo, abandonar la idea de un equilibrio de dos términos, como el de los dos platos de una balanza. Sin embargo, una tabla de vela es mucho más representativa, ya que corresponde a un equilibrio de tres términos:

- El mar, que sujeta la tabla, corresponde a la acción de las superficies articulares;
- El viento, que azota la vela, es la fuerza motora es decir los músculos;
- El individuo, que dirige el movimiento mediante sus constantes reacciones en función del viento y del mar, corresponde al sistema ligamentoso.

El funcionamiento de la rodilla está determinado, en todo momento, por las reacciones mutuas y equilibradas de estos tres factores, superficies articulares, músculos y ligamentos en equilibrio dinámico trilateral.

## KINESIOLOGIA DE RODILLA

Movimientos de la articulación de la rodilla:

La articulación de la rodilla es la más grande y compleja del cuerpo humano, se reconocen tres articulaciones distintas: entre los cóndilos internos del fémur y la tibia, entre los cóndilos externos de ambos huesos y entre la rotula y el fémur.

En el extremo distal del fémur se encuentran los siguientes elementos óseos más importantes: los cóndilos interno y externo, cada uno con su correspondiente epicóndilo, que presentan superficies articulares relacionadas con la tibia y sus cartílagos. Por delante, los cóndilos están separados por la depresión poco profunda de la superficie articular rotuliana y por detrás y abajo, por la escotadura intercondílea, más profunda.

En el extremo proximal de la tibia tienen importancia las siguientes formaciones óseas: los cóndilos interno y externo, poco separados, excepto en la superficie superior, donde entre las dos carillas de la superficie articular superior, se encuentran las fosas intercondíleas anterior y posterior. Mas o menos a 1.2 cm. del extremo proximal, hace saliente hacia delante la tuberosidad de la tibia. Por fuera, la cabeza del peroné forma la tuberosidad de la tibia, con el cóndilo externo de la tibia. Si bien esta articulación es independiente de la articulación de la rodilla, la cabeza del peroné tiene ciertas relaciones funcionales con la actividad de esta.

La rotula es un hueso sesamoideo (de desarrollo intramembranoso) situado en pleno tendón del grupo muscular del cuádriceps crural. La rotula es mas o menos triangular, con su vértice orientado hacia abajo, y sirve de inserción proximal para el ligamento rotuliano, que desciende hasta su inserción en la tuberosidad de la tibia. Si bien técnicamente el nombre de ligamento rotuliano es correcto porque une un hueso con otro, funcionalmente se trata de un tendón cuyas fibras se continúan con las del tendón del cuádriceps. La superficie posterior de la rotula presenta carillas que se articulan con la superficie rotuliana del fémur. La rotula protege la cara anterior de la articulación de la rodilla y hace las veces de polea porque aumenta el ángulo de inserción del ligamento rotuliano en la tuberosidad de la tibia, mejorando así la ventaja mecánica del grupo muscular del cuádriceps crural. En las superficies articulares superiores de la tibia están los meniscos interno y externo, o cartílagos semilunares, compuestos por fibrocartílago muy resistente. Los cartílagos sirven para adaptar las superficies de los cóndilos femorales a las cavidades glenoideas de la tibia, para amortiguar los golpes de la marcha y el salto, para prevenir el desgaste por rozamiento y, por deformación, para permitir los movimientos de la articulación de la rodilla. Los cartílagos presentan una forma mas o menor semilunar, y la circunferencia del menisco externo es menor que la del menisco interno el espesor de ambos meniscos es mas o menos triangular, siendo mucho más gruesos en la periferia. Los extremos anteriores de cada menisco están adheridos entre sí a la superficie preespinosa de la tibia por un ligamento transversal, que a veces falta. Los extremos posteriores se insertan en la superficie retroespinosa. Los bordes periféricos de cada menisco se adhieren a los bordes de las tuberosidades tibiales

mediante ligamentos coronarios, que poseen fibras verticales; los bordes internos de los meniscos son libres, como también las superficies superiores e inferiores de los mismos. El menisco interno se inserta en su periferia al ligamento colateral tibial; el menisco externo carece de tal inserción con el ligamento colateral peróneo, pero su extremo posterior desprende el ligamento de Wrisberg, que va al cóndilo interno del fémur, inmediatamente detrás del ligamento cruzado posterior.

Los resistentes ligamentos cruzados anterior y posterior constituyen las principales estructuras que forman el incompleto tabique intercondíleo, que divide en parte la cavidad articular de la rodilla en dos mitades derecha izquierda. El ligamento cruzado anterior se extiende desde la fosa intercondílea de la tibia hacia arriba y atrás, hasta la fosa intercondílea del fémur; el posterior va desde la fosa intercondílea de la tibia hacia arriba y adelante, hasta la fosa intercondílea del fémur.

El ligamento colateral tibial, situado en la cara interna de la rodilla, une el cóndilo interno del fémur con la tuberosidad interna de la tibia, fusionándose por el camino con la cápsula de la articulación y con el ligamento coronario del menisco interno. El ligamento colateral peróneo, situado en la cara externa de la rodilla, une el cóndilo externo del fémur con la cabeza del peroné. El tendón del músculo poplíteo separa el ligamento colateral peróneo del menisco externo y de la cápsula articular propiamente dicha. En la cara posterior de la articulación de la rodilla, el ligamento poplíteo oblicuo conecta los bordes articulares del fémur y tibia, mientras que el ligamento poplíteo arqueado desciende desde el cóndilo externo del fémur hasta la superficie posterior de la cápsula articular y, con dos bandas convergentes, hasta la cabeza del peroné.

Todas las superficies articulares del fémur, tibia y rótula están cubiertas por el cartílago hialino común a las demás articulaciones. La cápsula articular, ligamentosa, es irregular y amplia, y está revestida por una membrana sinovial que tapiza las superficies superiores e inferiores de ambos meniscos, excluyéndose de la cavidad articular.

En torno a la articulación existen numerosas bolsas, algunas de las cuales se comunican con la cavidad articular principal en algunos o en todos los individuos. La bolsa prerrotuliana está entre la rótula y la piel, en la cara anterior. La bolsa suprarrotuliana se encuentra en la profundidad del tendón del cuádriceps. La bolsa infrarrotuliana, en cambio, se halla en la profundidad del ligamento rotuliano y es superficial al paquete adiposo infrarrotuliano. Otra bolsa se encuentra en el tejido subcutáneo, sobre la tuberosidad de la tibia; varias más envuelven los tendones del poplíteo, los de ambas porciones de los gemelos y los de otros músculos biarticulares.

La fascia que rodea la articulación de la rodilla se entremezcla con los ligamentos y, cuando varios músculos están tensos, desempeña cierta función en la estabilización de la rodilla. Los tendones de los músculos biarticulares (recto femoral, posteriores del muslo, sartorio, recto interno y gemelos), participan enérgicamente en el sostén y protegen la articulación contra los movimientos antinaturales o excesivos, aunque la rodilla está sostenida principalmente por un trípode muscular representado por el cuádriceps en la parte anterior y los de los músculos posteriores del muslo en la cara posterior de la articulación.

En la actitud de pie, la tibia es casi vertical y las superficies articulares internas y externas de la tibia y del fémur se encuentran en un plano horizontal. Los tallos de ambos fémures no son verticales porque las rodillas están relativamente cerca entre sí, mientras que las cabezas y los trocánteres de los fémures están muy separados. Esta oblicuidad del tallo del fémur difiere de una persona a otra, según la herencia, sexo (las mujeres tienen caderas más anchas en proporción con la talla), nutrición y estados de enfermedad (especialmente durante el período de crecimiento), actividad profesional y deportiva, desarrollo muscular, calzado y otros factores. La torsión del tallo del fémur y el ángulo entre el tallo y el cuello de este hueso también varían. Estas diferencias pueden afectar la marcha y otras funciones y constituyen factores importantes en medicina ortopédica y en los programas terapéuticos.

Doce músculos actúan sobre la articulación de la rodilla. Estos músculos pueden dividirse en tres grupos: grupo posterior (semitendinoso, semimembranoso, bíceps femoral), grupo el cuádriceps femoral (recto femoral, vasto externo, vasto intermedio, vasto interno), y un grupo no clasificado (sartorio, recto interno, poplíteo, gemelos, plantar).

#### SUGERENCIAS PARA EL ENTRENAMIENTO ATLÉTICO:

Lesiones ligamentosas: En el atletismo de contacto, son relativamente comunes las lesiones ligamentosas de la articulación de la rodilla, y con frecuencia conducen a incapacidad permanente. La estabilidad lateral de la articulación de la rodilla se mantiene por los músculos y por cinco estructuras que son ambos ligamentos colaterales, ambos ligamentos cruzados y la cápsula articular. El movimiento anterior y posterior a nivel de la articulación se produce cuando se desgarran alguno de los ligamentos cruzados; cuando están rotos los ligamentos colaterales, es evidente cierto grado de rotación anormal. Las lesiones de los ligamentos colaterales pueden asociarse con lesiones de los ligamentos cruzados y en ellas pueden o no intervenir los meniscos. Los ligamentos de la rodilla son, en general, más potentes que las placas de crecimiento de las epífisis

tibiales. En consecuencia, cuando un adolescente parece haber sufrido una lesión ligamentosa en la rodilla, el médico debe pensar en la posibilidad de una lesión epifisiaria subyacente. Esto es especialmente cierto cuando se produjo una fuerza lateral y se sospecha en este caso una ruptura del ligamento colateral interno, como sucede en el movimiento de tijera del fútbol.

Las lesiones más graves de la articulación de la rodilla sólo pueden remediarse por la intervención quirúrgica. Aunque después de una operación de extirpación de meniscos suele concebirse generalmente una articulación de la rodilla con funcionamiento normal, se reduce el área de carga y en años venideros pueden aparecer lesiones degenerativas. Un estudio experimental permitió señalar que durante la deambulacion, la carga compresiva por centímetro cuadrado transmitida del fémur a la tibia puede ser cinco a seis veces la equivalente al peso corporal. En rodillas normales, el área promedio de carga durante la extensión y la flexión osciló de 20'13 cm a 11'60 cm. Cuando se habían extirpado los meniscos, la amplitud era de 12 a 16 cm.

Existe un aumento de la probabilidad de ruptura ligamentosa de la rodilla en los jugadores de fútbol con articulaciones rígidas. Algunas rodillas (especialmente en las mujeres), son más laxas y más hiperextensibles, y por esta razón más susceptibles al traumatismo. En estos casos los ejercicios de fortalecimiento especiales para los músculos de la rodilla pueden ayudar a prevenir el traumatismo y evitar las actividades forzadas. Datos recogidos por Klein sugieren que las diferencias anatómicas entre las rodillas de los japoneses y de la raza blanca pueden ser importantes en los traumatismos sufridos por ambos grupos en la práctica de las artes marciales. Los desgarros cartilaginosos se acompañan casi invariablemente de lesión ligamentosa. Estas lesiones son de consolidación lenta. Aunque puede restablecerse la potencia del miembro, pueden transcurrir hasta seis meses a un año para conseguir su retorno a la normalidad. Cuando se desgarran el tendón de Aquiles, probablemente nunca recuperará más del 84% de su potencia de antes de la lesión.

## EL EJERCICIO, EL ENVEJECIMIENTO Y LA ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR

### Envejecimiento y función fisiológica:

Las medidas fisiológicas y de rendimiento mejoran generalmente con rapidez durante la niñez y llegan a su valor máximo entre el final de la adolescencia y la edad de 30 años. La capacidad funcional disminuye entonces con la edad. Se dice que aunque todas las medidas disminuyen con la edad, no todas disminuyen al mismo ritmo. Por ejemplo la



velocidad de conducción nerviosa disminuye solo del 10 al 15% entre los 30 y los 80 años de edad mientras que el índice cardíaco de reposo (razón del gasto cardíaco al área superficial) disminuye del 20 al 30%; la capacidad respiratoria máxima a la edad de 80 años es de 40% de la de una persona de 30 años. Además algunas funciones (tales como la ventilación) que demuestran solo un efecto de envejecimiento moderado en reposo pueden revelar cambios dramáticos debido al stress del ejercicio. Dado que faltan estudios a largo plazo de los mismos sujetos, no se sabe si la participación a largo plazo en el ejercicio puede cambiar el mismo ritmo de deterioro de la función fisiológica o si se imponen al deterioro de la función que ocurre normalmente con el paso de los años, la duración de la calidad optima de la vida puede realmente prolongarse, mientras que la duración de la enfermedad crónica se acortaría. A continuación se tratarán las relaciones de la edad con varias medidas fisiológicas importantes para el rendimiento físico.

#### Fuerza Muscular

La fuerza máxima de hombres y mujeres se alcanzan generalmente entre las edades de 20 y 30 años, en una época en la que el área de la sección cruzada del músculo es normalmente mayor. Después, hay una disminución progresiva de la fuerza en la mayoría de los grupos musculares. Esto se debe principalmente a una masa muscular reducida que refleja una pérdida de la proteína muscular total ocasionada por la inactividad, el envejecimiento, o ambos. La evidencia indirecta indica que el entrenamiento físico habitual facilita la retención de proteínas y así retrasa la disminución de la fuerza con el envejecimiento.

#### Composición Corporal

En el mundo occidental, el hombre medio de 35 años ganará entre 0,2 y 0,8 Kg de grasa cada año hasta su quinta o sexta década de vida. Esto se explica en parte por el hecho de que en el grupo superior de edad muchos de las personas con un gran exceso de peso ya se han muerto y, por lo tanto, no hay muchos sujetos pesados para medir. También, el peso corporal magro tiende a disminuir con la edad. Esto se debe en gran parte a que el esqueleto envejecido se desmineraliza y se vuelve poroso; simultáneamente se reduce la cantidad de masa muscular. No se sabe hasta qué punto la actividad física regular puede modificar estos cambios en la densidad corporal con la edad.

Una importante limitación de los estudios de tendencias de la edad es que no se sigue a los mismos sujetos con el paso del tiempo, sino que se evalúa a sujetos diferentes en diferentes categorías de edad en el mismo momento. De estos datos de sección cruzada se trata de generalizar para presentar los cambios esperados relacionados con la edad



para un individuo. A veces estas generalizaciones engañan, especialmente en las tentativas de sacar inferencias con respecto a las tendencias de la edad para los patrones individuales de crecimiento. Por ejemplo, las personas que actualmente tienen 70 y 80 años son generalmente más bajos que los estudiantes universitarios de 20 años. Esta observación no significa necesariamente que nos volvemos más bajos al envejecer (aunque esto sí ocurre hasta cierto punto). Es decir los jóvenes adultos de esta generación están mejor nutridos de lo que lo fueron los de 80 años cuando tenían 20 y, por lo tanto, logran un crecimiento optimo. En términos de la grasa corporal, los datos longitudinales limitados de los mismos sujetos tienden a apoyar las tendencias notadas en los estudios de sección cruzada. Cuando se estudio el porcentaje de grasa de 27 hombres adultos durante un periodo de 12 años de la edad de 32 a 44 años, él deposito de grasa corporal aumento con la edad. De los 27 hombres estudiados, solo 4 no ganaron grasa corporal. El peso de la grasa aumenta en un promedio de 6,5 Kg que fue igual a la ganancia total de peso durante los 12 años.

Aunque es común ver que la mayoría de los individuos normales engordan al envejecer, los individuos que participan en el entrenamiento duro de pesas con resistencia aumentan su componente de masa magra corporal y disminuyen su grasa corporal.

La osteoporosis es un problema importante del envejecimiento. Esta condición es el resultado de una perdida de la masa ósea, una mayor porosidad ósea, y una disminución en el grosor de la corteza ósea. Para las personas de mas de 60 años, estas alteraciones en el hueso envejecido pueden reducir la masa ósea de un 30 a un 50%. La perdida de agua en un hueso normal calcificado puede también reflejar una perdida celular. Estos cambios en la densidad corporal pueden invalidar las ecuaciones que fundamentan el uso del pesaje hidrostático para estimar la grasa corporal y pueden resultar en una gran inexactitud al estimar el porcentaje de grasa de los individuos mayores.

#### Edad y Entrenabilidad

Una actividad física vigorosa produce mejoras fisiológicas sea cual sea la edad. Por supuesto, la importancia de los cambios depende de varios factores que incluyen el estado de la condición física inicial, la edad, y el tipo específico de entrenamiento. Con respecto al factor edad, parece que los individuos mayores no pueden mejorar su fuerza y capacidad de resistencia hasta el mismo grado que los mas jóvenes. No se comprenden bien las razones de esta entrenabilidad disminuida. Es probablemente el resultado de una disminución general en la función neuromuscular y el deterioro relacionado con la edad de la capacidad de la célula para la síntesis proteica y la regulación química.

Esencialmente, cuando una persona, joven o mayor, tiene una capacidad funcional relativamente alta al comienzo del entrenamiento, hay menos sitio para mejorar comparada con una persona que empieza en un menor nivel y tiene mucho sitio para mejorar. Al mismo tiempo, la capacidad de mejora parece estar relacionada con la edad; las personas mayores pueden esperar una menor mejora cuando empiezan a entrenarse mas tarde en la vida que una mas joven que empieza a entrenarse al mismo nivel inicial de condición física. Sin embargo, tanto en los mayores como en los jóvenes pueden esperarse mejoras significativas a través del entrenamiento.

#### Ejercicio y Longevidad

Dado que los individuos mayores en buena condición física tienen muchas de las características funcionales de las personas mas jóvenes, se podría afirmar que una mejor condición física puede ayudar a retrasar el proceso de envejecimiento y así ofrecer alguna protección para la salud mas tarde en la vida.

#### LESION DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR:

Las lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) son muy comunes y, por lo general, se producen cuando se tuerce la pierna mientras se aplica sobre ésta una fuerte presión hacia abajo.

Definición: Estiramiento o desgarro del ligamento cruzado anterior (LCA) en la rodilla. Un desgarro puede ser parcial o total.

#### Consideraciones generales

La rodilla es esencialmente una articulación de charnela localizada donde la punta del fémur (hueso del muslo) se une a la parte superior de la tibia (espinilla). Existen 4 ligamentos principales que conectan estos dos huesos:

- El LCM (ligamento colateral medial) se extiende a lo largo de la parte interior de la rodilla y evita que ésta se doble hacia adentro
- El ligamento colateral lateral (LCL) se extiende a lo largo de la parte exterior de la rodilla y evita que ésta se doble hacia afuera
- El ligamento cruzado anterior (LCA) está en la parte media de la rodilla y evita que la tibia se deslice hacia afuera frente al fémur y brinda estabilidad rotacional a la rodilla

- El ligamento cruzado posterior (LCP) trabaja junto con el Ligamento Cruzado Anterior y evita que la tibia se deslice hacia atrás por debajo del fémur.

El Ligamento Cruzado Anterior y el Ligamento Cruzado Posterior se cruzan dentro de la rodilla formando una "X"; es por esto que se les denomina ligamentos cruzados.

Las lesiones de Ligamento Cruzado Anterior están frecuentemente asociadas con otras lesiones. La "tríada infeliz" es un ejemplo clásico, donde la Lesión de Ligamento Cruzado Anterior se desgarran al mismo tiempo que el Ligamento Colateral Medial y que el menisco lateral (uno de los cartílagos en la rodilla que absorbe los impactos). Este tipo de lesión es más frecuente en los futbolistas y en los esquiadores.

Las mujeres tienen más probabilidades de sufrir una ruptura de Ligamento Cruzado Anterior que los hombres. La causa de esta situación aún no se entiende completamente.

La ruptura de la Lesión de Ligamento Cruzado Anterior en adultos, usualmente sucede en la parte media del ligamento o su ligamento se separa del hueso. Estas lesiones no sanan por sí mismas. En cambio en los niños el Ligamento Cruzado Anterior tiene más probabilidades de separarse con un pedazo de hueso todavía prendido y en ellos, estas lesiones pueden sanar por sí mismas.

Una IRM es el único estudio de imágenes que puede mostrar la ruptura de una Lesión de Ligamento Cruzado Anterior.

Algunas personas son capaces de vivir y de funcionar normalmente con una ruptura del Ligamento Cruzado Anterior; sin embargo, la mayoría se queja de que su rodilla no tiene estabilidad y los hace caer. Las rupturas de Ligamento Cruzado Anterior que no se reparan también pueden ocasionar una artritis temprana en la rodilla afectada.

Causas: Las rupturas de Ligamento Cruzado Anterior son usualmente lesiones de no contacto. Una parada rápida, combinada con un cambio de dirección mientras se está corriendo, girando, aterrizando de un salto o sobre extendiendo la articulación de la rodilla puede causar una lesión de Ligamento Cruzado Anterior.

El básquetbol, el fútbol y el fútbol americano son causas comunes de ruptura del LCA. Este tipo de lesiones se presentan en más o menos 4 de cada 1.000 personas.

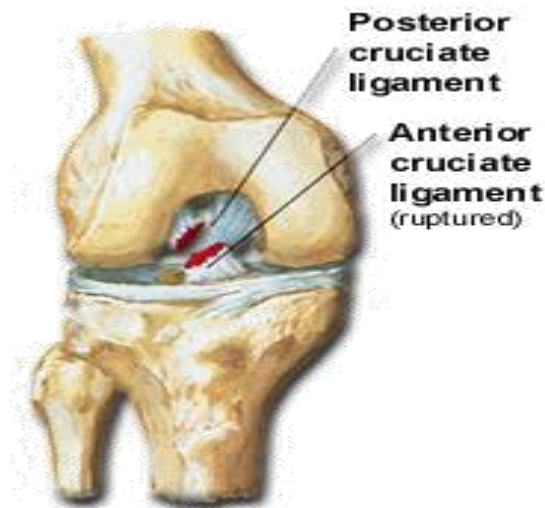
## Síntomas

### Síntomas tempranos:

- "Ruido seco" que se percibe al momento de la lesión
- Dolor severo
- Edema de rodilla a las 6 horas de la lesión

### Síntomas tardíos:

- Inestabilidad de la articulación de la rodilla
- Artritis



*Figura 7: Ruptura de Ligamento cruzado Anterior*

## LA RODILLA DEL ATLETA

Se podría confirmar que la rodilla junto con el tobillo son las dos articulaciones más comprometidas durante la practica deportiva.

La rodilla del atleta, por causa de su localización, biomecánica, anatomía, fisiología, inestabilidad inherente y por las demás exigidas durante la actividad atlética es extremadamente vulnerable. Las lesiones ocurren frecuentemente pueden llegar a ser incapacitantes. Si la lesión no es tratada temprano y adecuadamente, la carrera del atleta

puede finalizar; y además, hay una posibilidad de cambios degenerativos subsecuentes con el paso del tiempo, con la historia de dolor y discapacidad.

Antes de entrar a describir las lesiones de la rodilla en los deportistas, cabe anotar un término que a la vez significa una de las principales causas de estas lesiones: CAMBIOS DE DIRECCIÓN, término utilizado para describir la alteración de la marcha en el deportista. Estos cambios son:

*Desaceleración:* No hay fase de descenso, el talón se afirma y el pie se aplanan. Es proporcionado por el cuádriceps y los isquiotibiales.

*Paso Lateral:* Se apoya el pie opuesto al sentido del cambio de dirección y el otro pie realiza el primer paso en la nueva dirección. Este cambio de dirección sobrecarga los ligamentos internos de la rodilla de la pierna apoyada.

*Cruzamiento:* El deportista afirma el pie en el mismo lado del cambio de dirección. Aquí se sobrecargan los ligamentos externos de la rodilla de la pierna apoyada. En estos cambios de dirección la rodilla se coloca en posición vulnerable de flexión parcial, en donde disminuye su inestabilidad inherente y un golpe de un adversario la puede lesionar.

Pruebas medicas diagnosticas para una lesión LCA, y las manipulaciones de la articulación pueden mostrar:

- Examen de girador anterior: este examen es menos preciso al diagnosticar una Lesión de Ligamento Cruzado Anterior. El médico le pedirá a la persona que se recueste boca arriba con su rodilla doblada 90 grados y los pies apoyados en la mesa, luego el médico toma la porción anterior de la pierna, espinilla, por la parte superior (tibia proximal) con ambas manos y coloca ambos pulgares sobre el extremo del hueso del muslo (cóndilo tibial). El pie de la persona es sujetado por otra persona o por el médico mismo sentándose en él y luego se aplica una presión lenta en la tibia proximal. Cualquier desgarró en la articulación puede mostrar una Lesión de Ligamento Cruzado Anterior .
- Prueba de desplazamiento del pivote de MacIntosh: este examen requiere relajación y, por lo general, no se puede realizar en una lesión aguda. El médico le pedirá a la persona que se acueste sobre su espalda, el pie del lado sintomático se eleva con la pierna recta y el pie se gira hacia dentro y se aplica presión al lado anterior de la rodilla mientras la articulación de la rodilla se dobla lentamente. La lesión de Ligamento Cruzado Anterior se nota si la tibia se mueve hacia afuera de la articulación a 30-40 grados de la flexión de rodilla. Nota: este examen puede ser doloroso.

- Examen de baloteo para hemartrosis (sangrado en la articulación), un examen físico le permite al médico detectar la presencia de líquido en un espacio corporal.
- Prueba Cajón anterior neutro ( CARN), a 15 grados de rotación externa ( CARE) y a 30 grados de rotación interna (CARI).
- Se realiza con el paciente en decúbito supino, la cadera a 45° , la rodilla flexionada 90° y el pie fijo sobre la mesa, con el examinador sentado sobre él. Se toma la tibia proximal entre el pulgar y los demás dedos de la mano, palpando con estos últimos los músculos isquiotibiales para asegurarse de su estado de relajación. Se efectúa una tracción firme en dirección anterior para determinar visualmente y por palpación si existe una laxitud. La existencia de un punto final en el límite del desplazamiento anterior denota continuidad en el Lesión de Ligamento Cruzado Anterior.
- Esta determinación del punto final es subjetiva, pues lo que se siente es que el movimiento es bruscamente limitado. Cuando el ligamento está roto, se llega a un punto final de consistencia esponjosa y carente de firmeza. Se ha de explorar el cajón anterior en rotación tibial neutra, externa e interna.
- Lachmann-Trillat. El paciente debe estar en decúbito supino. Con una mano se sostiene firmemente el fémur, mientras con la otra se tracciona hacia delante sobre la cara posterior de la tibia, con la rodilla a 20° de flexión. Esta prueba es difícil de realizar si el examinador tiene las manos pequeñas, en especial si el paciente es muy musculoso. El examinador debe prestar atención al grado de excursión anterior, así como al punto final, el cual es blando o débil cuando existe rotura del LCA. Cuando se mira de perfil una rodilla, la silueta en la región entre el polo inferior de la rótula y la tibia proximal, que corresponde al tendón rotuliano, describe una concavidad. Si existe una rotura del Lesión de Ligamento Cruzado Anterior, la tracción anterior de la tibia proximal borra esta depresión del tendón rotuliano.
- Jerk-Test. Con el paciente en decúbito supino, el examinador sostiene la extremidad inferior doblando la cadera 45° y la rodilla 90° . Se toma el pie con una mano y se imprime una rotación interna de la tibia, mientras se apoya la otra mano sobre el extremo proximal de la tibia y del peroné, con los dedos hacia delante y la palma por detrás de la cabeza del peroné. Al mismo tiempo que se ejerce una prueba valguizante sobre la rodilla, se extiende ésta, manteniendo la rotación interna y el valgo. Si la prueba es positiva se produce una subluxación anterior transitoria de la tibia sobre el fémur alrededor de los 30° de flexión y luego, tiene lugar una reducción espontánea mientras la rodilla se va extendiendo, adoptando la misma forma que un cambio repentino en las relativas velocidades de la tibia y el fémur, es decir, hay un

repentino cambio de la tasa de aceleración de las dos superficies, que en ingeniería se denomina *jerk* ( sacudida ). Este desplazamiento anterior de la tibia se percibe como un resorte o un " clunk " en la cara externa de la rodilla.

- Pivot-Shift. La prueba se 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 se siente un desplazamiento posterior y súbito de la tibia sobre el - fémur, que se manifiesta por un resalte. Este desplazamiento es causado por la reducción de la subluxación anterior de la tibia.
- Test del recurvatum. Se realiza en dos partes. Primero se observa el enfermo en bipedestación con extensión completa de las rodillas para evidenciar si existe recurvatum en la rodilla lesionada. En segundo lugar, con el enfermo en decúbito supino se cogen ambos pies por la punta y se elevan ambos miembros inferiores, comparando la extensión máxima de ambas rodillas.
- Test del recurvatum en rotación externa de Hughston. Con el paciente en decúbito supino, se levanta la pierna cogiéndola por el dedo gordo del pie. La prueba es positiva si se observa una hiperextensión de la rodilla, con una rotación externa excesiva de la tibia sobre el fémur y una aparente deformación en varo.

Esguince de Ligamento Cruzado Anterior:

Dentro de la patología traumática del sistema músculo esquelético ocupan un lugar primordial los esguinces, que en su primer contacto en la mayoría de los casos son atendidos por médicos no especialistas y si no reciben el tratamiento adecuado pueden dejar una patología crónica de difícil solución, como son la artritis postraumática o la inestabilidad articular que llevan a la artrosis.

Definimos a un esguince como la lesión completa o incompleta del aparato capsulo-ligamentario, ocasionada por un movimiento forzado mas allá de sus límites normales o en un sentido no propio de la articulación. Esta lesión activa una reacción inflamatoria con ruptura en mayor o menor grado de vasos capilares y de la inervación local que puede determinar por vía refleja fenómenos vaso motores amiotróficos y sensitivos que alargan la evolución de esta patología aun después de su cicatrización.

La clasificación más aceptada es la de la Asociación Americana de Medicina del Deporte:

Grado I. Ruptura de un mínimo de fibras ligamentosas.  
Grado II. Ruptura de un número mayor de fibras ligamentosas y/o capsulares.  
Grado III. Completa avulsión o ruptura ligamentosa y capsular.

Diagnostico la historia clínica nos revela por medio del interrogatorio un antecedente de traumatismo indirecto, generalmente un movimiento involuntario forzado de la articulación, a partir del cual se presenta dolor intenso, que se incrementa con la movilidad, de acuerdo al grado de la lesión. Hay aumento de volumen localizado a la articulación y sitio topográfico de los ligamentos afectados e incapacidad funcional progresiva. Todos estos síntomas están en proporción directa al grado de la lesión. Los signos clínicos más frecuentes son: a la inspección observamos aumento de volumen en todos los casos y equimosis en los grados II y III. A la palpación, dolor exquisito en el sitio anatómico del ligamento o cápsula lesionada que se incrementa con la movilidad pasiva sobre todo la que se realiza en la dirección que pone a tensión a los ligamentos. En el grado III existe franca inestabilidad articular.

Para llegar al diagnóstico integral, es necesario tomar estudios radiográficos simples en dos o más proyecciones y aún descartar la presencia de fractura y en caso de sospechar una lesión del grado tres se recomienda tomar radiografías con estrés, de preferencia bajo anestesia y aun artrografía en algunos casos para conocer el grado de inestabilidad existente.

Tratamiento en General:

El objetivo del tratamiento es conseguir la cicatrización de los elementos lesionados en su posición anatómica original para evitar las secuelas e incapacidades antes mencionadas. Para lograr lo anterior todos los autores aceptan como común denominador el reposo de la articulación dañada.

Esguinces grado I: reposo parcial, con vendaje blando, generalmente elástico adhesivo por tres semanas. Apoyo parcial progresivo cuando se trata del miembro pélvico y prescripción de antiinflamatorios no esteroideos, sedantes del dolor, hielo local y miembro elevado.

Esguince grado II: se recomienda inmovilización con aparato externo rígido, de yeso o fibra de vidrio por un mínimo de tres semanas para después mantener esa inmovilización en forma intermitente, según el caso, por un máximo de tres semanas más. Se



complementa el tratamiento con antiinflamatorios no esteroideos, miembro en alto y movilización de las articulaciones vecinas.

Esguince grado III: requiere tratamiento quirúrgico con reparación de los ligamentos y cápsula lesionada, seguida de inmovilización externa por seis semanas; tratándose del miembro pélvico se evitará el apoyo durante las tres primeras.

En los deportistas con esguinces grado I y algunos del grado II, muchos médicos especializados en el deporte los tratan con bloqueo local con corticoides y fisioterapia inmediata para permitirles una actividad deportiva en muy corto tiempo, aunque puede desencadenarse artrosis a largo plazo.

Esguince de Rodilla:

Grados I y II: férula ortopédica en extensión, hielo local, antiinflamatorios no esteroideos y ejercicios de cuádriceps. Deambulación con apoyo parcial después de 15 días en el grado I.

Dejar la férula de 4 a 6 semanas en el grado I y de 6 a 8 en el grado II. El grado III, requiere reparación ligamentosa por artroscopia y/o abierta según el caso.

Lesiones de los Ligamentos de la Rodilla

Junto con las lesiones meniscales, las lesiones de ligamentos o esguinces de la rodilla son las mas frecuentes de producirse en traumatismos de esta articulación. Los ligamentos juegan un rol muy importante en la estabilidad de la rodilla y por lo tanto su ruptura llevará a una inestabilidad ya sea aguda o crónica.

La estabilidad de la rodilla está mantenida por elementos anatómicos pasivos, entre los cuales se encuentran los ligamentos, cuya lesión dará signos de laxitud en distintos planos y consecuentemente inestabilidad articular, y por otra parte elementos anatómicos activos representados fundamentalmente por los músculos. De este hecho cabe comprender que una rodilla puede ser laxa pero estable o, a la inversa, puede ser inestable sin ser laxa.

Del punto de vista funcional las estructuras ligamentosas de la rodilla pueden ser agrupadas en tres:

1. Un pivote central formado por el ligamento cruzado anterior (L.C.A.) y el ligamento cruzado posterior (L.C.P).
2. Un compartimiento interno constituido por las estructuras mediales donde encontramos el ligamento lateral interno (L.L.I.), formado por un fascículo profundo y uno superficial, y los ligamentos oblicuo posterior y el tendón reflejo del semimembranoso.
3. Un compartimiento externo formado principalmente por el ligamento lateral externo (L.L.E.), y los tendones del músculo poplíteo y el tendón del músculo bíceps.

Mecanismo de lesión:

Con fines didácticos los ordenaremos en cinco situaciones:

1. Mecanismo con rodilla en semiflexión, valgo forzado, y rotación externa de la tibia: Puede producir una lesión del L.L.I., ruptura meniscal interna y ruptura del L.C.A. Este conjunto de lesiones corresponde a la llamada "tríada maligna de O'Donogue".
2. Mecanismo con rodilla en ligera flexión, varo forzado y rotación interna de la tibia que provocara una lesión de L.C.A., luego una lesión de L.L.E. y ruptura meniscal interna o externa.
3. Mecanismo con rodilla en extensión y valgo forzado que provocara una lesión del L.L.I. y secundariamente una lesión del L.C.A. o del L.C.P.
4. Mecanismo con rodilla en extensión y varo forzado que producirá una lesión de L.L.E. y de L.C.P. y L.C.A.
5. En el plano frontal puro, un choque directo en la cara anterior de la rodilla puede provocar una lesión de L.C.P., o una hiperextensión brusca puede provocar una lesión pura de L.C.A.

Cuadro clínico

Será importante averiguar sobre el mecanismo que produjo la lesión, después del cual el paciente presentará dolor e incapacidad funcional, que pudo acompañarse de un ruido al romperse el ligamento, o ser seguido de una sensación de inestabilidad o falla a la marcha.

Al examen físico se encontrará una rodilla con dolor, en posición antiálgica en semiflexión, impotencia funcional relativa a la marcha, con signos de hemartrosis en caso de haber lesión de ligamentos cruzados, o sin derrame en caso de lesión aislada de

ligamentos laterales; el dolor puede ser más intenso en los puntos de inserción de los ligamentos laterales o en el eventual sitio de su ruptura y el signo más patognomónico de lesión de los ligamentos laterales será la existencia del signo del bostezo, ya sea medial o lateral, que debe ser buscado en extensión completa y en flexión de 30°.

En caso de lesión de los ligamentos cruzados, serán positivos el signo del cajón anterior en caso de lesión de L.C.A., o del cajón posterior en caso de lesión del L.C.P.; en presencia de una lesión de L.C.A. aguda, el signo del cajón anterior puede ser negativo y deberá buscarse simultáneamente el signo de Lachman. Otro signo que puede ser positivo en presencia de ruptura del L.C.A. es el signo del jerk test o pivot shift.

El estudio radiológico en dos planos permitirá descartar la existencia de fracturas o arrancamientos óseos a nivel de las inserciones de los ligamentos; el estudio radiológico dinámico en varo y o valgo forzado, idealmente con anestesia, será de gran utilidad para evidenciar la ruptura de ligamentos laterales, obteniéndose una apertura anormal de la interlínea articular interna o externa, o un desplazamiento anterior o posterior en caso de ruptura de ligamentos cruzados. La calcificación de la inserción proximal del L.L.I. producida por la desinserción del ligamento en el cóndilo femoral interno, lleva el nombre de enfermedad de Pellegrini-Stieda.

El diagnóstico inicial es muchas veces difícil, por el dolor y por lo habitual de lesiones combinadas y asociadas a lesiones meniscales (frecuente la lesión del L.L.I. y menisco interno, por ejemplo), pero del punto de vista ligamentario, el clínico debiera tratar de precisar si la lesión afecta a las estructuras periféricas del compartimiento interno o externo, o si afecta a los ligamentos cruzados (el L.C.A. es el más frecuentemente lesionado, siendo el L.C.P. sólo ocasionalmente afectado).

La evolución natural de una ruptura de ligamentos llevarán a una inestabilidad crónica de rodilla, que provocará en el paciente la sensación de inseguridad en su rodilla, la presencia de fallos (siente que la rodilla "se le corre"), episodios de hidroartrosis a repetición, impidiéndole una actividad deportiva y aun limitación en muchas actividades de la vida sedentaria.

#### Tratamiento

En las lesiones de ligamentos laterales grados 1 y 2, el tratamiento es fundamentalmente ortopédicos con rodillera de yeso por un plazo de 3 semanas, y deambulación tan pronto

el dolor haya cedido; recordar de iniciar inmediatamente ejercicios isométricos de cuádriceps con el paciente enyesado. Una vez retirado el yeso deberá continuar con fisioterapia y ejercicios según lo establezca la condición del paciente. En las lesiones grado 3 con ruptura de ligamentos, la indicación será quirúrgica mediante sutura o fijación con grapas del ligamento desinsertado, siempre acompañado de inmovilización enyesada y rehabilitación precoz.

Las lesiones del L.C.A. plantean una controversia terapéutica que deberá ser analizada para cada paciente, considerando su edad, actividad general, laboral y deportiva, y el grado de inestabilidad de su rodilla; una ruptura de L.C.A. puede ser compensada por los elementos estabilizadores activos (fundamentalmente musculatura del cuádriceps e Isquiotibiales), especialmente en adultos mayores, de actividad sedentaria. En caso del diagnóstico precoz de una ruptura de L.C.A. aguda en un paciente joven y deportista, la indicación será la reparación inmediata, y en éste sentido ha sido de gran utilidad el uso de la técnica artroscópica, tanto para confirmar el diagnóstico como para intentar la reinserción.

¿Qué es un esguince y cómo se produce?

- Es una torcedura o distensión de una articulación sin luxación que puede llegar a la rotura de algún ligamento o fibras musculares próximas.
- Sus características sintomáticas son dolor, tumefacción e incapacidad para realizar ciertos movimientos.
- Se produce por un mecanismo agudo e indirecto (no hay traumatismo directo sobre la articulación) que provoca la distensión ligamentosa sobrepasando los límites funcionales.
- Puede llegar a afectar a otras estructuras que se encuentren cerca de la articulación afecta, como a los tendones, huesos, nervios o vasos, dependiendo de la gravedad del mismo.

¿Quién suele padecerlos?

Generalmente la incidencia es mayor en jóvenes y mujeres por ser más laxos. En los ancianos es más frecuente que se produzca una fractura en el hueso ya que son más frágiles y se rompen antes que los ligamentos.

Factores favorecedores para la aparición de esguinces:

- Actividad física.
- El bajo tono muscular.
- Alteraciones anatómicas.
- El tipo de calzado( tocón alto de aguja).

Clasificación de los esguinces:

1º grado: Se produce una discreta distensión que provoca micro traumatismos en el ligamento y donde la estabilidad articular se mantiene prácticamente íntegra.  
2º grado: Se produce un mayor estiramiento de las fibras que produce rotura parcial del ligamento. Al permanecer indemnes algunas fibras persiste cierto grado de estabilidad.  
3º grado: Hay rotura total del ligamento con presencia de desgarró capsular. Se produce una inestabilidad articular total.

Síntomas generales del esguince:

- Inflamación.
- Dolor tanto a la palpación como al moverlo.
- Inestabilidad articular en el esguince de 2º y 3º grado.
- Hematoma cuando está acompañado de rotura de vasos sanguíneos.
- Impotencia funcional (tener limitados algunos movimientos).
- Contracturas debido al dolor.

Localización más frecuente:

Se puede dar prácticamente en cualquier articulación, aunque las más usuales son:

- Articulación del tobillo.
- Articulación de los dedos de la mano.
- La columna cervical.
- Articulación de la rodilla.

¿Qué hacer ante un esguince?

Vamos a dar unos consejos prácticos para saber que hacer cuando nos hacemos un esguince y como evitar el edema, el dolor y un posible agravamiento:

- Crioterapia inmediata: colocar hielo en la zona para disminuir la inflamación. El hielo debe ir envuelto en una bolsa o trapo para que no este en contacto directo con la piel. Se pondrá durante 20 minutos cada 3-6 horas.
- Vendaje de contención flexible pero no elástico para contener el edema.
- Instalación en posición de declive (45° por encima de la horizontal).
- Reposo: prohibido el apoyo.

Independientemente de lo que hagamos es indispensable acudir a un centro médico para que a través de un examen radiológico y clínico determinar la gravedad y el tratamiento adecuado.

Tratamiento general del esguince:

Tratamiento médico: Analgésicos y antiinflamatorios.

Tratamiento fisioterápico en fase aguda:

- Crioterapia: aplicación de frío durante 20 minutos dos o tres veces al día.
- Posición de declive con elevación de 45° sobre la horizontal.
- Inmovilización con un vendaje funcional.
- Para disminuir el edema: aplicación de un vendaje compresivo y drenaje linfático manual.
- Según disminuye el edema y el dolor se pueden ir haciendo ejercicios activos.
- Reeducción propioceptiva para evitar posibles recidivas.

Tratamiento fisioterápico en la fase subaguda y crónica:

- Masaje evacuatorio.
- Técnica Cyriax.
- Vendajes funcionales.
- Reeducción propioceptiva.
- Movimientos activos y pasivos.
- Hidrocinesiterapia.
- Masaje subacuático.
- Electroterapia: corrientes analgésicas.
- Aplicación de ultrasonidos y láser.

En un esguince de 3º grado, al existir rotura ligamentosa requiere otro tipo de tratamiento, que puede ser:

1. Tratamiento ortopédico: consiste en una inmovilización con yeso durante 6 semanas.
2. Tratamiento quirúrgico: consiste en una reparación capsulo-ligamentosa seguida de una inmovilización de 4 semanas con una férula.

Secuelas de un esguince mal curado:

En general las secuelas pueden ser:

- Inestabilidad crónica con esguinces repetidos.
- Lesiones asociadas.
- Hiperlaxitud.
- Anomalía estática o dinámica.
- Rigidez articular.
- Edema.
- Dolor crónico.

Según la articulación las secuelas pueden ser:

- Tobillo: secuelas que condicionen y modifiquen la marcha.
- Rodilla: puede provocar problemas en la sedestación (sentarse) y en la bipedestación (estar de pie).
- Hombro: puede provocar elevación permanente del hombro.
- Columna cervical: condiciona alteraciones en el equilibrio.
- Dedos: condiciona la prensión.

Todos los esguinces, cualquiera que sea su gravedad, puede dar lugar a secuelas si no se cura correctamente por lo que es necesario un balance lesional preciso para poder aplicar el tratamiento más adecuado, acortar el periodo de impotencia funcional y devolver a la articulación el movimiento normal lo antes posible.

#### Deporte y Rehabilitación

Las lesiones deportivas son algo muy importante en el contexto deportivo y pueden afectar tanto a deportistas profesionales como a aficionados. Suponen una alteración del

organismo que produce dolor, interrumpen o limitan la práctica deportiva y producen cambios en la vida personal y familiar del lesionado.

Son muchos los factores que aumentan el riesgo de lesiones la edad, la falta de preparación física, el cansancio, una alimentación inadecuada, un lugar inadecuado, una motivación deficitaria o excesiva y la falta de prevención. La psicología tiene un papel importante, puesto que la motivación, el estrés, la auto confianza, la agresividad, la toma de decisiones... pueden aumentar o disminuir la vulnerabilidad de los deportistas a lesionarse. De todas las variables el estrés es la más relevante. Es por esto que para mejorar nuestros conocimientos de lo que nos puede pasar y como enfrentarlo, les entregamos una guía completa sobre las lesiones más comunes entre los deportistas.

- Esguince de ligamento cruzado anterior:  
El ligamento anterior cruzado puede sufrir un estiramiento o una rotura por sí sólo. Sin embargo, es más común que otras estructuras se dañen en este tipo de esguinces.

Estos esguinces suelen ocurrir por una hiperextensión de la rodilla, un movimiento de rotación interna de la pierna junto con una rotación externa del cuerpo, una rotación externa junto con una fuerza externa aplicada a la rodilla, una desaceleración repentina en la que el cuerpo continua hacia delante mientras que el pie se fija en el suelo, o junto con lesiones de ligamento interno y externo.

La rodilla es uno de los elementos del cuerpo humano más complejo a nivel de cómo está montado debido al diseño de la misma, llena de ligamentos que la cruzan cada uno de los cuales aportan algo diferente a esta estructura.

Vamos a presentar un poco como está organizada.

Aquí estamos viendo una rodilla por la parte de delante y se puede ver como la función del ligamento anterior es la de evitar que el fémur se desplace hacia delante, pero no es la única garantía de que esto sea así, ya que tanto el cuádriceps como los Isquiotibiales por la parte de detrás tienen una función de contener también este tipo de movimiento.

El ligamento cruzado anterior se une a la parte delantera de la cara superior de la tibia entre los dos meniscos y pasa a la cara medial del cóndilo lateral del fémur.



Este ligamento también detiene la rotación externa excesiva, estabiliza la rodilla en extensión completa y previene la hiperextensión.

Síntomas de la lesión:

El desgarro del ligamento cruzado anterior es muy difícil de diagnosticar. Cuanto antes se determine mejor ya que la inflamación puede ocultar el alcance real de la lesión.

El lesionado oye un chasquido y siente como si se le abriera la rodilla.

Nada más producirse la lesión tenemos un dolor muy agudo que impide cualquier movimiento seguido de una hinchazón que en pocos minutos impide cualquier movimiento de la rodilla.

Es relativamente fácil detectar esta lesión explorando la rodilla ya que se suele presentar un movimiento de CAJON cuando con la pierna flexionada y el médico encima del pie se produce un ligero movimiento en comparación con la otra pierna en la que esto no sucede.

La aplicación de hielo en estos momentos puede ser decisiva para bajar la hinchazón. Ya que para este tipo de lesión la inmovilidad absoluta de la rodilla no va a producir ninguna mejora posterior, es decir, una vez que está roto el ligamento nada va a volver a juntarlo, normalmente no se inmoviliza la rodilla con ningún tipo de yeso, simplemente se utiliza una venda compresiva.

Antes de comenzar cualquier actividad física deberemos hacer:

- Calentamiento.
- Estiramientos.

Estas 2 fases son imprescindibles y el no realizarlas o realizarlas incorrectamente pueden acarrear graves consecuencias físicas.

Es necesario dedicar unos 15 minutos como mínimo a estas 2 fases antes de iniciar la actividad física en cuestión. El realizar esto hará que en el momento de comenzar la actividad el cuerpo tenga la temperatura de trabajo adecuada.

En el caso del estiramiento será necesario en el caso de tener esta lesión hacer hincapié en estiramientos de cuádriceps y de Isquiotibiales, que descongestionan la zona de la rodilla y la dejan más descansada para el inicio de una actividad que probablemente a base de saltos, cambios de ritmo, etc.. Irán contrayendo los músculos.

### EJERCICIOS ISOMÉTRICOS

Un ejercicio isométrico implica una contracción muscular en la que la longitud del músculo permanece constante, mientras que la tensión se desarrolla hacia una fuerza máxima contra una resistencia inmóvil. Los ejercicios isométricos pueden aumentar la fuerza muscular. No obstante, los aumentos de fuerza son relativamente específicos, con un exceso hasta del 20% del ángulo articular al que se realiza el entrenamiento. A otros ángulos, la curva de fuerza cae de forma drástica debido a la falta de actividad motora en ese ángulo. Por tanto, la fuerza aumenta en el ángulo de esfuerzo específico, pero no hay un aumento de fuerza correspondiente en otras posiciones de la amplitud de movimiento. Otros inconvenientes importantes de estos ejercicios isométricos es que tienden a producir un pico de la presión sanguínea sistólica que puede tener como resultado accidentes cardiovasculares que podrían poner en peligro la vida del individuo. Este aumento drástico de la presión sanguínea sistólica se produce como resultado de la maniobra de Valsalva, que aumenta la presión intra torácica. Para evitar o minimizar este efecto, se recomienda respirar durante la contracción máxima para eludir este aumento de presión.

El uso de los ejercicios isométricos en la rehabilitación de lesiones o reacondicionamiento se practica de un modo muy extendido. Hay una serie de afecciones o lesiones que se producen como resultado de un traumatismo o un sobreuso que deben ser tratadas con ejercicios para aumentar la fuerza. Por desgracia, estos problemas pueden verse agravados con los ejercicios de fuerza de amplitud de movimiento completa. Quizá sea más aconsejable recurrir a los ejercicios pliométricos de posición hasta que el proceso de curación haya progresado hasta un punto en el que se puedan llevar a cabo este tipo de actividades de amplitud de movimiento completa. Durante la rehabilitación, se suele recomendar la contracción isométrica de un músculo durante 10 segundos a una frecuencia de 10 o más contracciones por hora. Los ejercicios isométricos también pueden producir beneficios considerables en un programa de aumento de fuerza. Hay circunstancias en las que una contracción isométrica puede mejorar en gran medida un movimiento en concreto. Por ejemplo, uno de los ejercicios del levantamiento de pesas de potencia es el squat. Un squat es un ejercicio en el que el peso se aguanta sobre los

hombros en posición erguida. Después se flexionan las rodillas y el peso se baja hasta una posición de tres cuartos, a partir de la cual el levantador debe volver a ponerse completamente erguido.

No es raro que en este tipo de movimientos haya un ángulo concreto de la amplitud de movimiento en el que el movimiento suave y regular sea difícil a causa de una carencia de fuerza. Este ángulo articular se denomina punto de retención. Un levantador de alto nivel, por regla general, utilizará una contracción isométrica contra alguna resistencia inmóvil para aumentar la fuerza en este punto de retención. Si se puede aumentar la fuerza en este ángulo de la articulación, entonces se podrá realizar un levantamiento de potencia regular y coordinado a través de una amplitud de movimiento completa.

### EJERCICIO ISOCINÉTICO

El concepto de ejercicio isocinético fue descrito en 1967 por Hislop y Perrine. El mejor modo de describir el ejercicio isocinético es como un movimiento que se produce a una velocidad angular constante con una resistencia ajustable. Se puede generar una tensión muscular máxima en toda la amplitud de movimiento porque la resistencia varía para acomodarse a la tensión muscular producida en los diversos puntos de la amplitud de movimiento. Los aparatos isocinéticos permiten prefijar la velocidad angular. Una vez se alcanza la velocidad angular especificada, la máquina ofrece una resistencia ajustable a través de la amplitud de movimiento especificada.

La evaluación y rehabilitación isocinéticas están limitadas por los avances tecnológicos de los dinamómetros isocinéticos. Hoy en día, estos dinamómetros ofrecen resistencias concéntrica y excéntrica. Las velocidades son variables dependiendo de la máquina, aunque el ritmo medio es de 0 a 300°/segundo. Algunas máquinas permiten velocidades superiores a 400°/segundo.

Históricamente, las dos ventajas principales asociadas con el ejercicio isocinético son la capacidad para trabajar al máximo durante toda la amplitud de movimiento y para hacerlo a diferentes velocidades para simular una actividad funcional. No obstante, hay que ser precavido a la hora de inferir la capacidad funcional en base a los resultados de la evaluación isocinética dinámica. Las velocidades alcanzadas durante la actividad funcional superan en gran medida las capacidades de velocidad de los dinamómetros isocinéticos. Las velocidades medidas en la cadera y la rodilla cuando un futbolista golpea un balón superan los 400°/segundo y los 1.200°/segundo, respectivamente. La mayor parte de las evaluaciones isocinéticas se llevan a cabo en una posición en la que

no se soporta peso alguno y, por tanto, no es representativa de las actividades funcionales. No obstante, teniendo en cuenta estas limitaciones, el ejercicio isocinético puede ser una herramienta muy útil para el terapeuta deportivo en la evaluación y rehabilitación de las lesiones relacionadas con el deporte.

#### Dinamómetros Isocinéticos

El terapeuta deportivo puede acceder a diversos dinamómetros isocinéticos. Cada uno de los diferentes sistemas ofrece tipos de resistencia y velocidades variables. Esta sección no pretende patrocinar un sistema isocinético en concreto, sino que intenta dar al terapeuta deportivo información sobre las especificaciones de algunos de los dinamómetros que pueden encontrarse en el mercado.

Dinamómetros, con información acerca de la dirección del fabricante, los sistemas de ejercicio disponibles, las velocidades y las potencias, y los momentos (fuerzas aplicadas durante un movimiento de rotación) máximos.

#### Sistema de ejercicio informatizado Ariel (CES)

Ariel tiene en el mercado tres aparatos diferentes designados CES. El CES 500 multifunction sirve para la rehabilitación y evaluación de cadena cinética cerrada. El aparato multifunction evalúa el ejercicio más funcional, como el squat o el press de banca, en vez de movimientos de articulaciones aislados. El CES Back está diseñado para reposar y rehabilitar la flexión y la extensión lumbares. El CES 5000 Arm-Leg está diseñado para movimientos aislados de rodilla, tobillo, hombro o codo. Los dinamómetros CES sólo ofrecen resistencia concéntrica, pero permiten velocidades hasta de 1.000°/segundo. El CES sirve para los sistemas isométrico e isotónico. Todos los dinamómetros están controlados por ordenador. La principal limitación de este aparato es que no opera en un sistema excéntrico. Además, hay muy pocas investigaciones disponibles acerca de la fiabilidad y validez de los aparatos CES, así como sobre los datos de comparación normativa realizados en estos dinamómetros.

#### Biodex

El dinamómetro isocinético biodex permite los movimientos concéntrico y excéntrico. Este aparato tiene sistemas de ejercicio isométrico, MPC y ejercicio isocinético. Las velocidades concéntricas fluctúan entre los 30 y los 450°/segundo. Las velocidades excéntricas varían entre 10 y 120°/segundo. Los valores del máximo momento permitidos por cuestión de seguridad son 650 pies / libras concéntrica mente y 300 pies / libras

excéntricamente. Una ventaja del Biodex es que permite una actividad concéntrica a gran velocidad, siendo al mismo tiempo relativamente fácil de utilizar. El Biodex también se puede utilizar sin problemas para el aumento de fuerza en planos diagonales. Asimismo, genera un informe muy exhaustivo después de la evaluación isocinética. No obstante, su escaso máximo momento excéntrico y sus limitadas velocidades excéntricas constituyen una limitación para este aparato cuando se utiliza con la población atlética.

#### Cybex 6000

El Cybex 6000 es el dinamómetro más moderno manufacturado por Cybex. Permite los movimientos excéntrico y concéntrico. El resto de los dinamómetros Cybex solo permiten la actividad concéntrica. El 6000 tiene sistemas con y sin motor. El sistema sin motor permite una aceleración libre de la extremidad con actividad concéntrica / excéntrica semejante a los anteriores dinamómetros Cybex. El sistema con motor ofrece actividades concéntrica y excéntrica y movimiento pasivo continuo (MPC). El Cybex 6000 dispone de 18 pautas de ejercicio / evaluación. Las velocidades concéntricas sin motor van de 15 a 500°/segundo. El momento máximo para la actividad concéntrica sin motor es 500 pies / libras. Las velocidades concéntricas con motor varían de 15 a 129°/segundo. El momento máximo de este sistema es también 500 pies / libras. Las velocidades excéntricas con motor van de 30 a 120°/segundo. El momento máximo varía dependiendo de la velocidad de este modo. El momento máximo para velocidades de entre 30 y 55°/segundo es 250 pies/libras. El momento máximo en el modo con motor excéntrico para velocidades de 60 a 120°/segundo es 300 pies/libras. Las velocidades del modo de movimiento pasivo continuo varían entre 5 y 120°/segundo. Una de las principales ventajas de este dinamómetro estriba en que es un producto Cybex. El sistema sin motor de este dinamómetro es el mismo que el de los anteriores dinamómetros Cybex, de modo que los datos normativos y de investigación se pueden utilizar como datos de comparación. Este aparato también es muy versátil en tanto que se puede utilizar en muy diversas pautas de ejercicio para las extremidades superiores e inferiores. El inconveniente del Cybex es similar al del Biodex, ya que ambos tienen un bajo momento máximo excéntrico y velocidades excéntricas bajas cuando se utilizan en la población atlética.

#### Kin-Com

El dinamómetro isocinético Kin-Com fue el primer sistema activo en el mercado en permitir las actividades concéntrica y excéntrica. Este sistema está disponible con

aparatos de evaluación de dos asientos (500H) o un asiento (125E). El Kin-Com 500H puede medir de forma simultanea la actividad muscular interna con capacidades electromiográficas integradas (EMG) como una de las opciones de este aparato. Con el 500 se puede adquirir un accesorio para la espalda. Los dinamómetros Kin-Com ofrecen sistemas isométrico, isotónico, de MPC e isocinético. Las velocidades para los sistemas isotónico, MPC e isocinético (concéntrico y excéntrico) varían entre 1 y 250°/segundo. Los niveles máximos de fuerza son 450 pies / libras (2.000 newtons) para todos los modos de ejercicio. Todos los dinamómetros Kin-Com están controlados por ordenador. Los dinamómetros Kin-Com ofrecen uno de los niveles máximos de fuerza más elevados, así como las velocidades más altas para rehabilitación y evaluación, lo que constituye una clara ventaja en un contexto atlético. Además, resulta asimismo muy sencillo de manejar. No obstante, solo proporciona datos de comparación de momento / fuerza después de una evaluación isocinética. El Kin-Com no aporta ningún tipo de datos de trabajo o potencia en la comparación de resultados después de la evaluación. El Kin-Com esta limitado a 250°/segundo en el sistema concéntrico, una velocidad considerablemente menor que la de otros dinamómetros isocinéticos.

#### Lido

Los dinamómetros isocinéticos Lido pueden adquirirse con un sistema pasivo o con un sistema activo de articulaciones múltiples (MJ). También hay un sistema de retroalimentación disponible. El sistema MJ activo tiene capacidades excéntrica y concéntrica. Las variantes de ejercicio disponibles son isométrica, isotónica, isocinética, isoaceleración y MPC. La isoaceleración se describe como un ritmo fijo de aceleración / desaceleración. El atleta no puede acelerar / decelerar a un ritmo superior al prefijado. Las velocidades varían de 1 a 400°/segundo para el ejercicio concéntrico y de 1 a 250°/segundo para el ejercicio excéntrico. El MPC tiene un limite de velocidad superior de 120°/segundo. El momento máximo para los sistemas isométrico, isotónico e isocinético concéntrico es 400 pies / libras. El máximo isocinético excéntrico es 250pies/libras. Los dinamómetros isocinéticos Lido están controlados por ordenador.

El dinamómetro MJ activo Lido es como el Kin-Com en tanto que permite un entrenamiento y una evaluación excéntricos de velocidad mas elevada. El Lido tiene un programa de software que ofrece al atleta visualizaciones de biorretroalimentación durante el entrenamiento para darle una motivación adicional. También ofrece unas sujeciones móviles únicas para el ejercicio de cadera, rodilla, hombro y codo. La sujeción móvil compensa por el movimiento del eje de rotación durante el ejercicio reciproco. El

principal inconveniente del dinamómetro MJ activo respecto a la población atlética se relaciona con su bajo momento máximo de ejercicio excéntrico. Se han llevado a cabo muy pocas investigaciones sobre los dinamómetros isocinéticos Lido en comparación con los sistemas Kin-Com, Biodex o Cybex.

#### Merac

El sistema de evaluación músculo esquelética, rehabilitación y condicionamiento (MERAC) fue diseñado y desarrollado por Universal Gym Equipment. El MERAC ofrece sistemas de ejercicio isocinético, isométrico, isotónico y ejercicio de resistencia variable dinámica individualizada (RVDI), pero esta limitado a la actividad isocinética concéntrica. El modo de RVDI mide la fuerza de la extremidad de forma isocinética para establecer una curva de rendimiento motor (MPC). El modo de RVDI aporta resistencia variable isotónica para adaptarse al porcentaje de MPC seleccionado a lo largo de la amplitud de movimiento. Las velocidades de ejercicio en el modo isocinético fluctúan entre 15 y 500°/segundo. Las velocidades isotónicas varían entre 15 y 1000°/segundo. La máxima potencia para todos los sistemas de ejercicio es 500 pies / libras. El MERAC esta controlado por ordenador.

Con esta revisión teórica podemos sustentar bibliográficamente toda la parte osteoartromiocinemática con sus alteraciones, y basándonos obviamente en los esguinces que sufre este segmento corporal. Con esto damos paso al procedimiento metodológico del proyecto.

El problema de investigación se concreta en la pregunta: ¿Cuál es la eficacia de los Ejercicios Isocinéticos comparado con la eficacia de los Ejercicios Isométricos en la rehabilitación de Esguince de Ligamento Cruzado Anterior Grado I?.

#### OBJETIVO GENERAL

Comparar los Ejercicios Isocinéticos y lo Ejercicios Isométricos para comprobar cual es el mas eficaz en el tratamiento de Esguince de Ligamento Cruzado Anterior Grado I, para atletas senior.

De este objetivo general surgen objetivos específicos, los cuales se presentan a continuación:

1. Determinar los casos que se detectan de Esguince de Ligamento Cruzado Anterior grado I, en la Fundación Integral de Terapias de Colombia (FITEC).
2. Establecer la efectividad de los Ejercicios Isocinéticos sobre las variables de Dolor, Inflamación, Tensión Muscular y Contracción Muscular a pacientes con Esguince de Ligamento Cruzado Anterior Grado I.
3. Establecer la efectividad de los Ejercicios Isométricos sobre las variables de Dolor, Inflamación, Tensión Muscular y Contracción Muscular a pacientes con Esguince de Ligamento Cruzado Anterior Grado I.
4. Comparar el efecto de los Ejercicios Isocinéticos e Isométricos en el Dolor de rodilla.
5. Comparar el efecto de los Ejercicios Isocinéticos e Isométricos en la Inflamación de rodilla.
6. Comparar el efecto de los Ejercicios Isocinéticos e Isométricos en la Tensión Muscular de rodilla.
7. Comparar el efecto Dinámica de los Ejercicios Isocinéticos e Isométricos en la Contracción Muscular de rodilla.

De estos objetivos surgen las siguientes variables:

**VARIABLE INDEPENDIENTE:**

- Tratamiento con ejercicios isocinéticos e isométricos.

**VARIABLES DEPENDIENTES:**

- DOLOR:

DEFINICIÓN CONCEPTUAL: Sensación desagradable causada por una estimulación de carácter nocivo de las terminaciones nerviosas sensoriales.

POSITIVO: Persona que según la Escala Análoga Verbal, se encuentra en un rango entre 6 y 10.

- INFLAMACIÓN / EDEMA:

DEFINICIÓN CONCEPTUAL: Cuando el paciente presenta síntomas como enrojecimiento, rubor, aumento de la temperatura local, edema en la piel y disminución del arco de movilidad.

POSITIVO: Cuando el paciente refiere uno de los signos y síntomas del proceso inflamatorio.

- TENSIÓN MUSCULAR:



DEFINICIÓN CONCEPTUAL: Cuando el paciente refiere que hay una elongación a nivel muscular generando fuerza máxima y resistencia fija en el mismo.

POSITIVO: Cuando el paciente refiere hiperlaxitud o un aumento en la longitud muscular.

- CONTRACCIÓN MUSCULAR:

DEFINICIÓN CONCEPTUAL: Es cuando el paciente realiza una actividad voluntaria refiriendo tensión localizada y específica en el segmento móvil.

POSITIVO: Cuando el paciente refiere limitación en la ejecución de una actividad y no se produce cambio en la longitud muscular.

### Tipo de Investigación

Esta investigación corresponde a un estudio de tipo experimental con dos grupos donde se compararon los resultados obtenidos, intervenidos con Ejercicios Isocinéticos e Isométricos en esguince de Ligamento Cruzado Anterior Grado I, en atletas senior, en la Fundación Integral de Terapias en Colombia (FITEC).

Por esto se tiene en cuenta a qué se refiere el estudio experimental y se encontró que ese termino “experimento”, puede tener al menos dos acepciones, una general y otra particular. La general se refiere a “tomar una acción” y después observar las consecuencias. Este uso del termino es bastante coloquial.

La esencia de esta concepción de experimento es que requiere la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles efectos.

La acepción particular, se refiere a un estudio de investigación en el que se manipulan deliberadamente una o más variables dependientes, dentro de una situación de control para el investigador. (Hernández; R, Fernández y Bautista, P, 2000).

En conclusión lo que se quiere es “tomar una acción” y medir sus efectos; a este caso particular se tomaron dos tipos de intervención: Ejercicios Isocinéticos y Ejercicios isométricos. Se evaluarán los efectos sobre las variables mencionadas anteriormente.

### Hipótesis

1. Existe mayor disminución en el Dolor por los Ejercicios Isométricos que por los Ejercicios Isocinéticos en esguince de Ligamento Cruzado Anterior Grado I.
2. Existe mayor disminución en la Inflamación por los Ejercicios Isométricos que por los Ejercicios Isocinéticos en esguince de Ligamento Cruzado Anterior Grado I.
3. Existe mayor disminución de Tensión Muscular por los Ejercicios Isométricos que por los Ejercicios Isocinéticos en esguince de Ligamento Cruzado Anterior Grado I.
4. Existe mayor disminución de la Contracción Muscular por los Ejercicios Isométricos que por los Ejercicios Isocinéticos en esguince de Ligamento Cruzado Anterior Grado I.

### Participantes

Se aplicó una encuesta a 50 adultos senior, de esta muestra se excluyeron pacientes que presentaron desgarros meniscales, que tuvieron lesión de otro ligamento o músculo como antecedentes de cirugías previas en las rodillas lesionadas, subluxadas o luxadas de rodilla, atrofia muscular, inestabilidad anteroposterior o lateral y alguna lesión meniscal, ya sean producto de una lesión en la practica de atletismo, pero pueden llegar a variar el diagnóstico con las pruebas realizadas por el Fisioterapeuta. La asignación de tratamiento se hizo también de manera aleatoria.

### Instrumentos

Los instrumentos utilizados para el desarrollo de la investigación fueron:

La Escala Análoga Verbal para la Evaluación del Dolor, que consiste en que el paciente clasifica el tipo de Dolor que presenta con una puntuación de 0 a 10.

Para la variable Inflamación se utilizó una Escala de Medidas Especiales que consisten en describir según la localización, ya sea 10 centímetros arriba de la rodilla, suprarotuliano, infrarotuliano y 10 centímetros debajo de la rodilla, el segmento afectado por el proceso inflamatorio y el segmento sano.

Para la tensión y la Contracción Muscular se aplicó el Examen Muscular y las pruebas de Retracciones los cuales consistieron en determinar si el paciente presentó alguna limitación, cambios en la longitud muscular o resistencia al realizar el movimiento.

### Procedimiento

1. Selección de los pacientes que cumplieron con los requisitos solicitados para aplicar el tratamiento de ejercicios isocinéticos y ejercicios isométricos para esguince de Ligamento Cruzado Anterior Grado I, en atletas senior.
2. Realización de la encuesta a los 50 adultos mayores que pertenecen a la Fundación Integral de Terapias en Colombia (FITEC), con el fin de seleccionar la población requerida por las investigadoras.
3. Aplicación del Consentimiento Informado al grupo ya seleccionado, donde se explicó primero el procedimiento que se realizó con cada uno de los participantes y posteriormente ellos firmaron como muestra de aceptación. Cabe anotar que esto se realizó antes de aplicar la encuesta, la valoración fisioterapéutica y la ejecución del tratamiento.

4. División del grupo de atletas en dos, teniendo en cuenta que todos cumplieron con los parámetros y se encuentren en las mismas condiciones y asignación del tratamiento experimental.
5. Realización de la Evaluación Fisioterapéutica a los adultos que presentaron Esguince de Ligamento Cruzado Anterior.
6. Aplicación a ambos grupos del Tratamiento Base que se realizó para esguince de Ligamento Cruzado anterior Grado I, en atletas senior.

El tratamiento base que se realizó a la población seleccionada con esguince de Ligamento Cruzado Anterior grado I, en atletas senior, se aplicó bajo los siguientes parámetros:

- Termoterapia durante 15 minutos.
  - Crioterapia durante 15 minutos.
  - Ejercicios Activos-Asistidos para flexión y extensión de rodilla (2 series de 10 repeticiones cada uno).
  - Ejercicios Activos para flexión de rodilla (2 series de 10 repeticiones cada uno).
  - Estiramiento de cuádriceps e Isquiotibiales.
7. Aplicación del tratamiento con ejercicios isocinéticos al primer grupo experimental con esguince de Ligamento Cruzado anterior Grado I, en atletas senior, durante tres semanas.

Al primer grupo experimental se le aplicó el tratamiento con ejercicios isocinéticos bajo los siguientes parámetros:

- Cybex Dinamómetro durante 20 minutos.
  - Sistema de ejercicio informatizado Ariel (20 series de 10 repeticiones cada uno).
8. Aplicar el tratamiento con ejercicios isométricos al segundo grupo experimental con esguince de Ligamento Cruzado anterior Grado I, para atletas senior, durante tres semanas.

Al segundo grupo experimental se le aplicó el tratamiento con ejercicios isométricos bajo los siguientes parámetros:

- Contracción del cuádriceps (25 series de 10 repeticiones cada uno).
- Contracción de Isquiotibiales (25 series de 10 repeticiones cada uno).

9. Analizar los resultados obtenidos en la investigación:

El análisis comparativo para las variables Dolor, Inflamación, Tensión Muscular, Contracción muscular entre el pre-test y post-test para cada tipo de tratamiento se utilizó la Prueba Chi Cuadrado, para el contraste del Dolor entre los Ejercicios

Isométricos e Isocinéticos se utilizará la Prueba Kruskal Wallis, todos ellos con un alfa igual a 0.05.

10. Análisis la efectividad de los Ejercicios Isocinéticos e Isométricos en esguince de Ligamento Cruzado Anterior Grado I, para atletas senior

A continuación se presentan los datos obtenidos a lo largo de la presente investigación.

Estos resultados se presentan de acuerdo con los objetivos propuestos.

Respecto a la determinación del número de casos de esguince de Ligamento cruzado Anterior Grado I, se encontró: que de 50 pacientes encuestados, 29 presentaron esta lesión, pero solamente 18 presentaron Grado I.

Esto corresponde a un porcentaje del 58% de pacientes lesionados y a un 36% de pacientes con Esguince Grado I. Esta relación de proporciones se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 1:

*Descripción de participantes en la investigación*

<b>Características de los Pacientes</b>	<b>Número</b>
Pacientes Encuestados	50
Pacientes con Esguince de Ligamento Cruzado Anterior	29
Pacientes con Esguince de Ligamento Cruzado Anterior Grado I	18

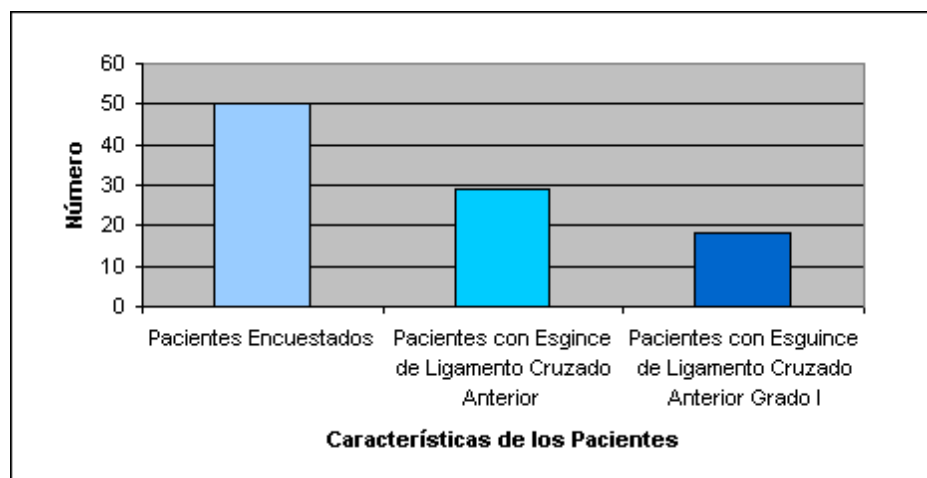


Figura 4: Número de pacientes encuestados

Como puede observarse existe un porcentaje del (36%) de pacientes con esta lesión. A continuación se presentan los datos obtenidos a lo largo del análisis comparativo para las variables de estudios dolor, inflamación, tensión muscular y contracción muscular. Respecto al segundo objetivo que plantea la efectividad de los ejercicios isocinéticos sobre las variables planteadas en la investigación se observó lo siguiente:

Tabla 2:

*Resultados estadísticos de la comparación entre pre-test y post-test para el grupo sometido en ejercicios isocinéticos*

VARIABLE	PROBABILIDAD
Dolor	1,000
Inflamación Suprarotuliana	0,5
Inflamación Infrarotuliana	0,309
Tensión Muscular Cuadriceps Derecho	0,353
Tensión Muscular Cuadriceps Izquierdo	0,076
Tensión Muscular Isquiotibiales Derecho	0,208
Tensión Muscular Isquiotibiales Izquierdo	0,039 *
Contracción Cuadriceps Derecho	0,001 *
Contracción Cuadriceps Izquierdo	0,076
Contracción Isquiotibiales Derecho	0,067
Contracción Isquiotibiales Izquierdo	0,076

\* Significativa con un alfa de 0,05

Todos los datos resultados de la evaluación fisioterapéutica Inicial y Final y su procesamiento estadístico se aprecian en los Apéndices 7 y 8.

Como se observa en la tabla anterior se presenta un cambio significativo en algunas de las variables evaluadas, es decir, los ejercicios isocinéticos fueron efectivos para modificar la Tensión muscular y la contracción muscular. Se observó un cambio significativo en la incidencia de variables asociadas a la Tensión muscular de Isquiotibiales Izquierdo y las Contracciones de Cuadriceps Derecho.

Con relación al tercer objetivo que plantea la efectividad de los ejercicios isométricos sobre las variables planteadas en la investigación se observó lo siguiente:

Tabla 3:

*Resultados estadísticos de la comparación entre pre-test y post-test para el grupo sometido en ejercicios isométricos*

VARIABLE	PROBABILIDAD
Dolor	0.042 *
Inflamación Suprarotuliana	0,0045 *
Inflamación Infrarotuliana	0,0045 *
Tensión Muscular Cuadriceps Derecho	0,048 *
Tensión Muscular Cuadriceps Izquierdo	0,016 *
Tensión Muscular Isquiotibiales Derecho	0,048 *
Tensión Muscular Isquiotibiales Izquierdo	0,041 *
Contracción Cuadriceps Derecho	0,041 *
Contracción Cuadriceps Izquierdo	0,014 *
Contracción Isquiotibiales Derecho	0,076
Contracción Isquiotibiales Izquierdo	0,0032 *

\* Significativa con un alfa de 0,05

Como se observa en la tabla anterior se presenta un cambio significativo en la mayoría de las variables evaluadas, es decir, los ejercicios isométricos fueron efectivos en la incidencia del dolor, la Inflamación, Tensión muscular y la contracción muscular. Se observó un cambio significativo en la incidencia del dolor, la Inflamación Suprarotuliana e Infrarotuliana, Tensión muscular de Cuadriceps Derecho, Izquierdo e, Isquiotibiales Derecho, Izquierdo y Contracciones de Cuadriceps Derecho, izquierdo e Isquiotibiales izquierdo.

Con relación a los objetivos cuarto, quinto, sexto y séptimo que plantean la efectividad de los ejercicios isocinéticos e isométricos sobre las variables planteadas en la investigación se observó lo siguiente:



Tabla 4:

Resultados estadísticos de la comparación entre las variables para los grupos sometidos a ejercicio isocinéticos e isométricos

VARIABLE	PROBABILIDAD
Dolor	0,0016 *
Inflamación Suprarotuliana	0,014 *
Inflamación Infrarotuliana	0,014 *
Tensión Muscular Cuadriceps Derecho	0,076
Tensión Muscular Cuadriceps Izquierdo	0,288
Tensión Muscular Isquiotibiales Derecho	0,167
Tensión Muscular Isquiotibiales Izquierdo	0,5
Contracción Cuadriceps Derecho	0,425
Contracción Cuadriceps Izquierdo	0,235
Contracción Isquiotibiales Derecho	0,0045 *
Contracción Isquiotibiales Izquierdo	0,0011 *

\* Significativa con un alfa de 0,05

En respuesta a los objetivos cuarto, quinto, sexto y séptimos fueron efectivos en cuanto al Dolor, inflamación y Contracción Muscular. Se señala que hubo cambios significativos en Dolor, Inflamación Suprarotuliana y Contracciones de Isquiotibiales Derecho e Izquierdo.

## DISCUSIÓN

A nivel teórico los Ejercicios Isométricos se caracterizan por ser potencializadores de Fuerza Muscular, Estabilidad Muscular, además implica una contracción muscular en la que la longitud del músculo permanece constante generando una fuerza máxima contra la parte estática, a diferencia de los Ejercicios Isocinéticos cuya principal característica radica en trabajar la Velocidad Angular Constante que se produce con una resistencia ajustable, generando una Tensión muscular en toda la amplitud del movimiento.

Al hacer una comparación práctica entre estos dos tipos de ejercicios fue posible evidenciar unas diferencias en los parámetros más relevantes.

Analizando los resultados estadísticos de la comparación pre y post para el grupo sometido a ejercicios Isocinéticos se obtuvieron cambios realmente significativos en la tensión muscular en Isquiotibiales de rodilla izquierda y en contracción muscular en cuádriceps de rodilla derecha, es decir que se evidenció cambio en los pacientes que presentaron deficiencia en el examen muscular de flexores de rodilla izquierda y en retracción muscular de extensores de rodilla derecha, lo cual permitió ver; la pronta rehabilitación de los pacientes.

En relación con el dolor y con la inflamación Suprarotuliana e infrarotuliana de ambas rodillas no hubo cambios significativos, al igual que al examen muscular de extensores de rodilla izquierda y derecha, examen muscular en flexores de rodilla derecha, retracción en extensores de rodilla izquierda y de flexores de ambas rodillas; el hecho de no haberse presentado cambio tiene que ver con la deficiente recuperación de dolor en inflamación porque si estos dos aspectos no se eliminan en principio las consecuencias se evidencian con la aplicación de resistencia y tensión a una velocidad angular constante lo que impide llegar a una amplitud de movimiento necesaria para dar estabilidad a la rodilla del atleta.

Observando los resultados estadísticos de la comparación pre y post con el grupo sometido a ejercicios Isométricos se evidenció que se presentaron cambios significativos en las variables de dolor, inflamación Suprarotuliana e infrarotuliana, examen muscular en flexores y extensores de rodilla y retracciones musculares en extensores de cadera, dichos resultados en ambas rodillas, además retracciones musculares en extensores de rodilla izquierda. Mientras que no se observó cambio significativo para retracción muscular para flexor de rodilla derecha, muy seguramente porque la afección más severa

se obtuvo en dicha rodilla, por ende la recuperación se vería más lenta, pero no quiere decir que ningún paciente haya tenido recuperación.

Por lo cual se concluye que los ejercicios isométricos resultan ser más efectivos que los ejercicios Isocinéticos para atletas senior con esguince de ligamento cruzado anterior grado I, con un rango de edad entre 55 y 75 años, porque los cambios significativos fueron evidentes en los isométricos, lo que quiere decir que un plan de tratamiento con dichos ejercicios para este tipo de lesión lograría la rehabilitación del deportista. Pero como el objetivo de este trabajo es comparar los ejercicios isométricos con los ejercicios Isocinéticos a continuación se mostrará dicho análisis comparativo.

Si se estudian los resultados estadísticos de la comparación entre las variables para los grupos sometidos a los ejercicios isométricos e Isocinéticos, se observa que:

En cuanto a la primera variable Dolor, a favor de los ejercicios isométricos porque en rodilla derecha e izquierda al finalizar el tratamiento los mismos nueve pacientes culminaron sin dolor lo cual quiere decir que hubo cambios significativos en un 100%. Lo cual se explica por medio de la parte fisiológica porque la preparación para la aplicación de los ejercicios radica en un buen manejo del dolor para la recuperación de los arcos de movimiento y estabilidad del segmento afectado; mientras que en los ejercicios Isocinéticos además de la preparación se demuestra que el trabajo con velocidad angular constante y tensión no ayudan para la disminución del dolor permitiendo gran aumento de los arcos de movimiento de ambas rodillas.

Pasando a la segunda variable Inflamación / Edema suprarotuliano e infrarotuliano, se evidenciaron cambios significativos a favor de los ejercicios isométricos puesto que en rodilla derecha e izquierda seis pacientes iniciaron con inflamación / edema suprarotuliano e infrarotuliano, al finalizar el estudio ningún paciente presentó dicha inflamación, produciéndose así el 100% de cambios con este tipo de tratamiento, debido a que con el manejo de dolor se disminuye mas fácil la inflamación, mientras que en los ejercicios Isocinéticos en rodilla derecha e izquierda seis pacientes iniciaron con inflamación y a la evaluación final cinco personas continuaron con el mismo síntoma, concluyendo así que no hubo cambios significativos ya que solo un paciente se recuperó al finalizar el tratamiento. Las razones por las que no se produjeron cambios se tomarían por el manejo de la tensión y resistencia constante que genera los Isocinéticos, impidiendo así la disminución de la inflamación / edema lo cual va enlazado con el manejo del dolor para permitir una efectividad en la rehabilitación de las rodillas del deportista.

De acuerdo con la tercera variable tensión muscular, no se observaron cambios significativos a favor de ninguno de los dos tipos de ejercicios, sin embargo según los datos arrojados tenemos que en los ejercicios isométricos en rodilla derecha en cuádriceps al iniciar el tratamiento siete personas presentaron tensión muscular y al finalizar solo dos pacientes continuaron con esta tensión, presentándose variación con cinco pacientes. En Isquiotibiales en el inicio dos personas presentaban tensión muscular y al finalizar estas mismas dos personas continuaron igual, por tanto no se observó ningún cambio. En la rodilla izquierda en la parte inicial de cuádriceps iniciaron siete pacientes con examen muscular malo y solo dos de ellos persistieron con dicha tensión al finalizar el tratamiento, produciéndose así un cambio significativo. En Isquiotibiales iniciaron ocho pacientes con examen muscular malo y solo dos de ellos continuaron con tensión muscular mala, generando cambios significativos. Analizando cuádriceps se obtuvo que hubo la misma afección y la misma recuperación en los pacientes para ambas rodillas, lo que quiere decir que trabajando los Isométricos se observaron cambios. En cuanto a Isquiotibiales la rodilla derecha resultó presentar menor compromiso y no hubo recuperación total de la fuerza muscular pero se aumentó hasta estabilizar la rodilla, mientras que en rodilla izquierda hubo mayor afección pero los cambios también fueron notorios y se diferenciaron por el compromiso de lesión, y en los ejercicios Isocinéticos en rodilla derecha tres pacientes iniciaron con examen muscular malo y solo dos de ellos lograron recuperarse por lo cual se deduce que no hubo ningún tipo de cambio. En Isquiotibiales cuatro pacientes iniciaron con tensión muscular y tres de ellos lograron la recuperación completa sin presentar cambio significativo alguno. En rodilla izquierda tres pacientes iniciaron con examen muscular malo en cuádriceps y solo uno de ellos logro recuperarse, por tanto no se evidenció ningún cambio. En Isquiotibiales siete pacientes empezaron con examen muscular malo y cinco de ellos se recuperaron, produciéndose así cambios significativos. La mayor afección se presentó en rodilla izquierda para extensores de rodilla lo cual nos permita explicar que la amplitud de movimiento que se trabaja con los Isocinéticos a una velocidad angular constante no presenta recuperación para los Isquiotibiales, en rodilla izquierda hubo menos afección pero los resultados fueron relativamente iguales porque la rehabilitación fue deficiente, por ende aunque los flexores de rodilla estaban menos lesionados que los extensores se comprueba que con el tratamiento de ejercicios Isométricos no se logra el aumento de arcos y amplitud de movimiento para generar estabilidad a la rodilla del atleta y dar por rehabilitada su lesión de rodilla.

Con respecto a la cuarta variable contracción muscular en rodilla derecha en la evaluación inicial de retracciones en cuádriceps hubo cuatro pacientes con contracción muscular moderada y cinco pacientes con leve, al finalizar nueve pacientes presentaron retracción leve, lo cual quiere decir que se produjeron cambios significativos de un 100% de los participantes. En la parte inicial de la evaluación de Isquiotibiales un paciente presentó contracción leve y cuatro pacientes moderada y otros cuatro severa, al finalizar cinco pacientes presentaron retracción leve, tres pacientes moderada y un paciente severa, con esto concluimos que se logró disminuir la severidad de las contracciones musculares produciendo algunos cambios. En la rodilla izquierda al iniciar las retracciones musculares en cuádriceps cuatro pacientes tenían contracción leve y cinco moderada, mientras que al finalizar los nueve pacientes se encontraban con una contracción leve de flexores de rodilla, lo cual quiere decir que hubo cambios significativos en los pacientes con mayor compromiso muscular. En Isquiotibiales se inició con dos pacientes con retracción leve, seis moderada y un paciente severa, al finalizar el tratamiento los nueve pacientes tenían retracciones leves produciéndose un cambio significativo en siete pacientes. Por tanto los cambios fisiocinéticamente hablando se vieron en cuádriceps para ambas rodillas certificando que el trabajo de contracción muscular es efectivo con Isométricos para flexores de rodillas, en Isquiotibiales se encontraba mayor afección en rodilla derecha y aunque se logró rehabilitar a tres pacientes en su severidad de retracción no se produjo cambio significativo, la rodilla izquierda estaba menos afectada y los resultados fueron más evidentes, pero con esto se comprueba que para el manejo de la retracción severa se necesitaría más tiempo de tratamiento para extensores de rodilla con el fin de lograr la completa rehabilitación del deportista; en cambio en los ejercicios Isocinéticos se observó que en rodilla derecha las retracciones musculares de cuádriceps dos pacientes presentaron contracciones leves y siete pacientes moderada, al finalizar la aplicación del tratamiento los nueve pacientes se encontraban con una contracción leve produciendo un cambio significativo de siete pacientes. En Isquiotibiales al iniciar el tratamiento tres pacientes tenían retracciones leves y seis pacientes moderadas, mientras que al finalizar los nueve pacientes presentaban contracciones musculares leves, logrando así un cambio en seis pacientes significativamente. En rodilla izquierda tres pacientes comenzaron con retracciones leves y seis con moderada de cuádriceps mientras que al finalizar siete pacientes tenían contracción leve y dos moderada, lo cual indica cambios significativos. En Isquiotibiales cinco pacientes iniciaron con retracciones severas, tres con moderada y uno con leve, al finalizar siete pacientes continuaron con contracción moderada y dos con severa

presentándose así cambios, sin lograr la recuperación total de los pacientes en dicha variable. Tomando estos cambios analizamos que la afección de cuádriceps en ambas rodillas era básicamente igual pero hubo cambios más notorios en derecha lo cual puede influir con la recuperación que hubo en Isquiotibiales ya que los pacientes que no lograron su completa rehabilitación tenían gran deficiencia en cuádriceps e Isquiotibiales de la misma rodilla, mientras que la rodilla derecha logró una recuperación más evidente, lo cual quiere decir que la resistencia aplicada no es compatible con la lesión ya que la velocidad angular constante que se genera es contraindicada para lograr una longitud muscular optima, esto nos comprueba que la estabilidad de las rodillas no se logró con los Ejercicios Isocinéticos.

Con lo anteriormente mencionado se concluye que en la comparación entre los ejercicios isométricos y los ejercicios Isocinéticos la efectividad se precisó en las variables dolor, inflamación / edema suprarotuliano e infrarotuliano, contracción muscular, dada por los isométricos logrando así la rehabilitación de los pacientes en dichos aspectos.

Los parámetros con los que se trabajan los Ejercicios Isométricos se acercan en un 95% a la esperada rehabilitación de la rodilla atlética lesionada. Sin embargo para abordar un siguiente estudio podría analizarse y comprobarse si al incluir la parte de tensión muscular con velocidad angular constante proporcional a la amplitud de movimiento la cual se maneja con los Isocinéticos, además de todas las características de los Ejercicios Isométricos, si un tratamiento combinado funcionaria en la rehabilitación de un atleta senior con dicha lesión.

Uno de los puntos que causa curiosidad, es que aunque que haya afección en una rodilla más que en la otra, a la hora de la rehabilitación se evidencia la eficacia de los Ejercicios Isométricos porque se basa en la acción muscular por ejemplo tratando la fuerza con la implicación de la contracción muscular constante aplicada.

La diferencia se basa en que para rehabilitar un paciente con Esguince de Ligamento Cruzado Anterior Grado I, se necesita que la longitud, tensión y contracción muscular sean constantes generando así una fuerza máxima en el segmento que se está trabajando que en este caso sería la rodilla, pero teniendo en cuenta que la resistencia y la velocidad sean directamente proporcionales a la elongación o amplitud del movimiento. En los Ejercicios Isométricos si se puede aumentar la fuerza de este ángulo de la articulación, entonces se podrá realizar un levantamiento de potencia regular y coordinado a través de una amplitud de movimiento completa y en el ejercicio Isocinético la mayor parte de las evaluaciones se llevan a cabo en una posición en la que no se soporta peso alguno, por tanto las ventajas de este son la capacidad para trabajar al

máximo durante toda la amplitud de movimiento a diferentes velocidades para simular una actividad funcional.

Las razones fisiocinéticas según los resultados arrojados en esta investigación tienen que ver con el estado de cada paciente, por ejemplo la edad que aunque el rango fue pequeño, las condiciones físicas de todos no era exactamente igual, además la incidencia del Esguince en esta etapa no es frecuente; el género porque hay mayor incidencia en hombres que en mujeres y en el grupo solo había tres mujeres pero la recuperación fue muy buena; el tipo de lesiones influye para la rehabilitación porque si es severo, el tiempo de tratamiento para su completa recuperación debería ser mas largo, influye además el hecho de la dominancia de cada persona, porque si el lado afectado es el dominante, la recuperación será más rápida porque el cuerpo está acostumbrado a que fisiocinéticamente produce un movimiento espontáneo, si el afectado es el lado no dominante la recuperación puede llegar a ser mas lenta; otra parte a tener en cuenta es la propiocepción del paciente ya que con una mínima alteración se retrasaría el avance del deportista.

Así se puede verificar que factores como los anteriormente nombrados influyen en el movimiento corporal y la tendencia a mejorar.

Estudiando la parte que pertenece a las categorías de edad escogidas, se notó que el estudio proyectó que los rangos que se han visto siempre para Esguince de Ligamento Cruzado Anterior se producen en deportistas más jóvenes con cualquier tipo de lesión Ligamentaria. Por tanto en este análisis se demuestra que puede haber una prevalencia en adultos deportistas para éste tipo de lesiones.

Con esto se demuestra que en los atletas se produjo la lesión de Ligamento Cruzado Anterior Grado I, en su edad activa que oscila entre los 55 – 75 años de edad.

Con respecto a la variable Dolor uno de los factores que puede influir en la rápida recuperación de los pacientes con Esguince de Ligamento Cruzado Anterior de tipo Grado I, tiene que ver con la clasificación de dicho dolor según la Escala Análoga Verbal, puesto que si hay un paciente con un dolor de 5 y otro con un dolor de 8 al iniciar el tratamiento, la recuperación puede ser más lenta para el paciente que inició con un dolor de 5; pero si tenemos en cuenta los factores de cada deportista como su estado y condición física puede que la recuperación sea por igual y ambos logren disminuir el dolor hasta el mismo punto.

Hablando del factor Género es probable que las lesiones ligamentosas sean más recurrentes en hombres que en mujeres. Según los resultados arrojados en este estudio hubo un porcentaje del 83.3% para los hombres y un 16.6% para mujeres, lo cual

demuestra teóricamente que la prevalencia puede producirse más en género masculino que en femenino.

Fisiológicamente y fundamentando los resultados obtenidos, se dice que los ejercicios isométricos son más efectivos que los ejercicios Isocinéticos en Lesión de Ligamento Cruzado Anterior para atletas senior porque, estos se enfocan al manejo de la fuerza y tensión muscular mediante la potencia y resistencia mientras que los Isocinéticos se basan mas en la velocidad angular para generar una tensión en el músculo.



## CONCLUSIONES

1. Se detectaron 18 casos de esguince de Ligamento cruzado Anterior Grado I, en la Fundación integral de Terapias en Colombia (FITEC), después de haber iniciado el estudio con 50 (100%) adultos mayores, se realizó una encuesta donde la población disminuyó a 29 (58%) personas porque las 21 restantes no presentaban Esguince de Ligamento Cruzado Anterior. Luego nos apoyamos en el diagnostico medico para determinar cuantos de estos atletas presentaban el Esguince Grado I, por lo cual quedaron 18 (36%) pacientes, ya que los 11 restantes no se incluyeron puesto que presentaban Esguince de Ligamento Cruzado Anterior Grado II o III.
2. Se comprobó que los Ejercicios Isocinéticos no son efectivos sobre las variables Dolor, Inflamación, Tensión Muscular y Contracción Muscular en pacientes con esguince de Ligamento Cruzado Anterior Grado I.
3. Se comprobó que los Ejercicios Isométricos son efectivos sobre las variables Dolor, Inflamación, Tensión Muscular y Contracción Muscular en pacientes con esguince de Ligamento Cruzado Anterior Grado I.
4. El efecto de los Ejercicios Isocinéticos en el Dolor de la rodilla fue de un 1.000, mientras que en los Ejercicios Isométricos fue de 0.042, evidenciándose que el valor significativo en este caso esta dado por los Ejercicios Isométricos.
5. El efecto de los Ejercicios Isocinéticos en la Inflamación de la rodilla fue de un 0.404, mientras que en los Ejercicios Isométricos fue de 0.0045, aunque se observa que ambos resultados son significativos con un alfa de 0.05, siendo el valor más relevante los Ejercicios Isométricos.
6. El efecto de los Ejercicios Isocinéticos en la Tensión Muscular de la rodilla fue de un 0.169, mientras que en los Ejercicios Isométricos fue de 0.038, aunque se aprecia que ambos resultados son significativos con un alfa de 0.05, siendo el valor de los Ejercicios Isométricos el más característico.
7. El efecto dinámico de los Ejercicios Isocinéticos en la Contracción Muscular de la rodilla fue de un 0.055, mientras que en los Ejercicios Isométricos fue de 0.033,

aunque se detecta que ambos resultados son representativos con un alfa de 0.05, obteniendo una notoria eficacia los Ejercicios Isométricos.

8. En la Evaluación Fisioterapéutica que se realiza a los pacientes con esguince de Ligamento Cruzado Anterior Grado I, se evidenció que no existe la necesidad de evaluar parámetros como Funcionalidad, Test Articular, Sensibilidad, Postura, Equilibrio para la Marcha y Patrón de Marcha, puesto que si uno de estos ítem hubiese estado alterado el Esguince no sería Grado I, además la rehabilitación de esta lesión no interferiría con cualquiera de estos puntos mencionados.
9. Se demostró que hubo mas compromiso en hombres que en mujeres con un porcentaje de 83.3% y un 16.6%.

## RECOMENDACIONES

1. Se sugiere a futuros investigadores que se apoyen en este estudio para la aplicación de los Ejercicios Isocinéticos e Isométricos en otras poblaciones con Esguince de Ligamento Cruzado Anterior Grado I, con el fin de mejorar la eficacia de la rehabilitación de estos pacientes.
2. Aumentar el tamaño de la muestra al realizar otro estudio, para así poder ampliar el estudio y comprobar la efectividad de los ejercicios analizados en este estudio.
3. Se deben tener en cuenta buenas evaluaciones conducentes a dar buenos diagnósticos que van a favorecer la precisión para poder establecer grupos de trabajo y proporcionar protocolos bien conceptualizados.
4. Si se realiza una buena evaluación se tiene un buen diagnostico sobre la patología tratada sobre la disfunción a conocer y así permitir cada vez mejores trabajos y de la misma manera proporcionar una guía de manejo.

1. Encuesta: Formato realizado por los Investigadores de este Proyecto:

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ESCUELA COLOMBIANA DE REHABILITACION  
ENCUESTA

NOMBRES \_\_\_\_\_

APELLIDOS \_\_\_\_\_

EDAD \_\_\_\_\_

GENERO F ☐ M ☐

1. ¿REALIZA USTED ALGUN TIPO DE ACTIVIDAD FÍSICA?

Siempre \_\_\_\_\_

Algunas veces \_\_\_\_\_

Frecuentemente \_\_\_\_\_

Nunca \_\_\_\_\_

2. ¿QUE TIPO DE ACTIVIDAD REALIZA USTED EN LA FUNDACIÓN?

Atletismo \_\_\_\_\_ Ciclismo \_\_\_\_\_ Gimnasia \_\_\_\_\_

3. ¿CON QUE FRECUENCIA REALIZA ESTE TIPO DE ACTIVIDAD FÍSICA?

Una vez por semana \_\_\_\_\_

3-5 veces por semana \_\_\_\_\_

6-7 veces por semana \_\_\_\_\_

4. ¿CON QUE INTENSIDAD REALIZA ESTE TIPO DE ACTIVIDAD FÍSICA?

Una vez al día \_\_\_\_\_

2 veces al día \_\_\_\_\_

3 veces al día \_\_\_\_\_

5. ¿CON QUE DURACIÓN REALIZA ESTE TIPO DE ACTIVIDAD FÍSICA?

Menos de 30 minutos \_\_\_\_\_

De 30 – 60 minutos \_\_\_\_\_

Mas de 60 minutos \_\_\_\_\_

6. ¿PRESENTA ALGUN TIPO DE DOLOR AL REALIZAR LA ACTIVIDAD FÍSICA?

Siempre \_\_\_\_\_

Algunas veces \_\_\_\_\_

Frecuentemente \_\_\_\_\_

Nunca \_\_\_\_\_

7. ¿EN QUE ZONA HA SENTIDO EL DOLOR AL REALIZAR LA ACTIVIDAD FÍSICA?

Brazos \_\_\_\_\_

Columna \_\_\_\_\_

Cadera \_\_\_\_\_

Rodilla \_\_\_\_\_

Cuello de Pie \_\_\_\_\_

8. ¿DÓNDE PRACTICA SU ACTIVIDAD FÍSICA?

Terreno Plano \_\_\_\_\_

Terreno Empedrado \_\_\_\_\_

Terreno Arcilloso \_\_\_\_\_

9. ¿REALIZA UN PRE-CALENTAMIENTO AL REALIZAR LA ACTIVIDAD FÍSICA?

Siempre \_\_\_\_\_

Algunas veces \_\_\_\_\_

Frecuentemente \_\_\_\_\_

Nunca \_\_\_\_\_

10. ¿REALIZA ALGUN TIPO DE ESTIRAMIENTO AL FINALIZAR LA ACTIVIDAD FÍSICA?

Siempre \_\_\_\_\_

Algunas veces \_\_\_\_\_

Frecuentemente \_\_\_\_\_

Nunca \_\_\_\_\_

11. ¿UTILIZA ROPA ADECUADA PARA REALIZAR LA ACTIVIDAD FÍSICA?

Siempre \_\_\_\_\_

Algunas veces \_\_\_\_\_

Frecuentemente \_\_\_\_\_

Nunca \_\_\_\_\_

12. ¿HA RECIBIDO ALGUN TIPO DE TRATAMIENTO MEDICO PARA EL DOLOR QUE PRESENTA AL REALIZAR LA ACTIVIDAD FÍSICA?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

13. ¿HA RECIBIDO ALGUN TIPO DE TRATAMIENTO FISIOTERAPEUTICO PARA EL DOLOR QUE PRESENTA AL REALIZAR LA ACTIVIDAD FÍSICA?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

14. ¿LE HAN REALIZADO ALGUN TIPO DE INTERVENCIÓN QUIRÚRGICA?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

15. ¿EN DONDE LE REALIZARON LA INTERVENCIÓN QUIRÚRGICA?

Brazos \_\_\_\_\_

Columna \_\_\_\_\_

Cadera \_\_\_\_\_

Rodilla \_\_\_\_\_

Cuello de Pie \_\_\_\_\_

## 2. CONSENTIMIENTO INFORMADO

### ESCUELA COLOMBIANA DE REHABILITACIÓN

TITULO: COMPARACIÓN ENTRE LOS EJERCICIOS ISOCINÉTICOS Y LOS EJERCICIOS ISOMÉTRICOS EN ESGUINCE DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR GRADO I, EN ATLETAS SENIOR.

INVESTIGADORAS: TATIANA BLANCO, ELIZABETH OLARTE Y CATALINA VASQUEZ.

TELEFONOS: 6251956- 2802870- 4837048

Antes que usted decida participar en el presente estudio investigativo, es importante que lea este documento cuidadosamente. Cualquier duda que se presente a partir de esta investigación será resuelta con gusto por las investigadoras. Si tras haber leído este documento usted decide participar en la investigación deberá firmar este consentimiento. Usted recibirá una copia de éste para que la conserve.

Se le ha pedido a usted que participe en un estudio de investigación el cual tiene como objetivo comparar dos tipos de tratamiento para comprobar cuál es el más efectivo en el tratamiento de Ligamento Cruzado Anterior Grado I, en atletas senior.

Si acepta participar en este estudio se realizará una encuesta para confrontar datos que puedan intervenir con el tratamiento que se va a realizar, posteriormente se hará una valoración fisioterapéutica corroborando el diagnóstico médico de Esguince de Ligamento Cruzado Anterior Grado I, seguido a esto se aplicará un tratamiento base el cual constará de la aplicación de medios físicos como: frío (Crioterapia), calor (Termoterapia), ejercicios activos-asistidos, ejercicios activos y estiramientos musculares en rodilla.

Luego se aplicará un tratamiento con ejercicios isocinéticos o isométricos los cuales constan del trabajo en bicicleta estática, sistema de ejercicio informatizado Ariel (que consiste en realizar ejercicios para extensión de rodilla por medio de la máquina), contracciones musculares de Cuadriceps e Isquiotibiales.

Esta investigación se llevara a cabo durante 7 semanas efectuándose todos los días de 6:00 a 7:30 pm. Una vez finalizada la aplicación del tratamiento se realizará nuevamente una valoración fisioterapéutica como la realizada inicialmente, para reconocer los posibles cambios presentes tras la aplicación de dicho tratamiento.

Si llega a sentir alguna molestia con respecto al estado de salud que presentaba antes de esta investigación, deberá informarlo con el fin de notificarlo dentro del estudio. Es de suma importancia la cumplida asistencia al tratamiento.

Es importante que sepa que si usted no desea hacer parte de este estudio puede continuar con la rutina que se encuentra realizando en este momento.

No tiene que participar para mejorar o mantener la condición deportiva si no lo desea, su participación en esta investigación no le representa ningún costo.

A menos que sea exigido por la ley, solo los investigadores y los organismos regulatorios gubernamentales tendrán acceso a los datos confidenciales que lo identifican, con su nombre; su identificación no aparecerá en ningún informe, ni publicación resultante del presente estudio.

Su participación en esta investigación es voluntaria. Puede llegar a negarse a participar o puede interrumpir su participación en cualquier momento durante el estudio sin perjuicio alguno; ni pérdida de sus derechos. Si decide interrumpir la investigación es propicio que avise a las investigadoras sobre su retiro. Su participación puede darse por terminada en caso que se altere el protocolo del estudio o por razones administrativas.

He leído y entendido este consentimiento informado. He recibido respuesta a mis preguntas por lo tanto acepto voluntariamente mi participación en el estudio.

Al firmar este documento no estoy renunciado a los derechos legales que tengo a pesar de ser participante en un estudio de investigación.

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL DEPORTISTA /C.C.  
FECHA

\_\_\_\_\_  
TESTIGO 1 / FIRMA / C.C.  
FECHA

\_\_\_\_\_  
TESTIGO 2 / FIRMA / C.C.  
FECHA

\_\_\_\_\_  
FIRMA DE INVESTIGADORA / C.C.  
FECHA

\_\_\_\_\_  
FIRMA DE INVESTIGADORA / C.C.  
FECHA

\_\_\_\_\_  
FIRMA DE INVESTIGADORA / C.C.  
FECHA



3. Evaluación Fisioterapéutica:

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ESCUELA COLOMBIANA DE REHABILITACION**

**NOMBRES:**

\_\_\_\_\_  
Primer Nombre

\_\_\_\_\_  
Segundo Nombre

**APELLIDOS:**

\_\_\_\_\_  
Primer Apellido

\_\_\_\_\_  
Segundo Apellido

**FECHA DE NACIMIENTO:**

\_\_\_\_\_

**N° DE IDENTIFICACION: CC. N°**

\_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

**GENERO: M**

**F**

**EDAD:**

\_\_\_\_\_

**DIRECCION:**

\_\_\_\_\_

**N° TELEFONICO:**

\_\_\_\_\_

**ANTECEDENTES PERSONALES:**

	SÍ	NO
TRAUMATICOS		
QUIRURGICOS		
TOXICOLOGICOS		
FAMILIARES		
FARMACOLOGICOS		

**-DOLOR:**



**- INFLAMACIÓN / EDEMA:**

	10 CM ARRIBA	SUPRAROTULIANO	INFRAROTULIANO	10 CM ABAJO
DERECHA	SI ____ NO ____ ____	SI ____ NO ____	SI ____ NO ____	SI ____ NO ____ ____
IZQUIERDA	SI ____ NO ____ ____	SI ____ NO ____	SI ____ NO ____	SI ____ NO ____ ____

**-EXAMÉN MUSCULAR:**

	Cuadriceps Derecho	Cuadriceps Izquierdo	Isquiotibiales Derecho	Isquiotibiales Izquierdo
	Vasto Interno	Vasto Interno	Biceps Crural	Bíceps Crural
	Vasto Externo	Vasto Externo	Semimembranoso	Semimembranoso
	Vasto Intermedio	Vasto Intermedio	Semitendinoso	Semitendinoso
	Recto Anterior	Recto Anterior		
0				
1				
2				
3				
4				
5				

**-TEST ARTICULAR DE RODILLA:**

	Completa El Arco De Movimiento	Completa La Mitad Del Arco	No Completa El Arco
Extensión Derecha			
Extensión izquierda			
Flexión derecha			
Flexión izquierda			

**-RETRACCIONES:**

	LEVE	MODERADO	SEVERO
Cuadriceps Derecho			
Cuadriceps Izquierdo			
Isquiotibiales Derecho			
Isquiotibiales Izquierdo			

**-FUNCIONALIDAD:**

	Flexión derecha	Flexión izquierda	Extensión derecha	Extensión izquierda
0%				
10%				
25%				
50%				
75%				
100%				

**-PRUEBAS DIAGNOSTICAS:**

	POSITIVA	NEGATIVA
Examen De Girador Anterior		
Prueba De Desplazamiento Del Pivote De MACINTOSH		
Examen de baloteo para hemartrosis		
Prueba de cajón anterior neutro		
Lashmann-trillat		
Jerk-test		
Pivot-shift		
Test de recurvatum		
Test de recurvatum en rotación externa de hughston		

**-SENSIBILIDAD:**

	Rodilla Derecha			Rodilla Izquierda		
	Tacto	Dolor	Temperatura	Tacto	Dolor	Temperatura
Presente						
Ausente						

**-POSTURA:**

ANTERIOR:

		SI	NO
Cabeza	Inclinación derecha		
	Inclinación izquierda		
Hombro	Ascendido derecho		
	Ascendido izquierdo		
	Descendido derecho		
	Descendido izquierdo		
Clavículas	Alineadas		
Tetillas	Alineadas		
Crestas ilíacas	Alineadas		
Pliegue inguinal	Alineados		
Rotula	Ascendida derecha		
	Ascendida izquierda		
	Descendida derecha		
	Descendida izquierda		
Varo rodilla	Derecho		
	Izquierdo		
Valgo rodilla	Derecho		
	Izquierdo		
Pie	Inversión derecha		
	Inversión izquierda		
	Eversión derecha		
	Eversión izquierda		

LATERAL:

		SI	NO
Cabeza	Anterior		
	Posterior		
Hombros	Anteversión		
	Retroversión		
Columna cervical	Cifosis		
	Lordosis		
	Hipercifosis		
	Hiperlordosis		
Columna dorsal	Cifosis		
	Lordosis		
	Hipercifosis		
	Hiperlordosis		
Columna lumbar	Cifosis		
	Lordosis		
	Hipercifosis		
	Hiperlordosis		
Columna sacra	Cifosis		
	Lordosis		
	Hipercifosis		
	Hiperlordosis		
Abdomen	Protusión		
Rodillas	Hiperflexión		
	Hiperextensión		

POSTERIOR:

		SI	NO
Escápula	Alineadas		
Columna Cervical	Escoliosis derecha		
	Escoliosis izquierda		
Columna Dorsal	Escoliosis derecha		
	Escoliosis izquierda		
Columna Lumbar	Escoliosis derecha		
	Escoliosis izquierda		
Pliegue glúteo	Alineados		
Hueco poplíteo	Alineados		

**-EQUILIBRIO PARA REALIZAR MARCHA:**

ALTERADO: SI \_\_\_\_\_

NO \_\_\_\_\_

**-MARCHA:**

-Fase de impacto del talón 0% \_\_\_\_\_ 5% \_\_\_\_\_ 10% \_\_\_\_\_ 15% \_\_\_\_\_

-Fase de postura intermedia 15% \_\_\_\_\_ 20% \_\_\_\_\_ 25% \_\_\_\_\_ 30% \_\_\_\_\_

-Fase de empuje hacia arriba 30% \_\_\_\_\_ 35% \_\_\_\_\_ 40% \_\_\_\_\_ 45% \_\_\_\_\_

o de impacto

-Fase de aceleración del 45% \_\_\_\_\_ 50% \_\_\_\_\_ 55% \_\_\_\_\_ 60% \_\_\_\_\_

balanceo de la pierna

**- DIAGNOSTICO MEDICO:**

---



---



---



---



---

4. Aplicación de Tratamiento Base:

PRIMERA SEMANA:

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Termoterapia							
Crioterapia							
Activo-Asistido							
Activo							
Estiramientos							

SEGUNDA SEMANA:

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Termoterapia							
Crioterapia							
Activo-Asistido							
Activo							
Estiramientos							

5. Aplicación de Tratamiento con Ejercicios Isocinéticos:

TERCERA SEMANA:

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Cybox Dinamómetro							
Sistema de Ejercicio de Informatizado Ariel							

CUARTA SEMANA:

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Cybox Dinamómetro							
Sistema de Ejercicio de Informatizado Ariel							

QUINTA SEMANA:

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Cybox Dinamómetro							
Sistema de Ejercicio de Informatizado Ariel							



6. Aplicación de Tratamiento con Ejercicios Isométricos:

TERCERA SEMANA:

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Contracción del Cuadriceps							
Contracción de Isquiotibiales							

CUARTA SEMANA:

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Contracción del Cuadriceps							
Contracción de Isquiotibiales							

QUINTA SEMANA:

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Contracción del Cuadriceps							
Contracción de Isquiotibiales							

7. Resultados de la Evaluación:

INFLAMACION / EDEMA SUPRAROTULIANO  
MALO BUENO | Total

Isocinéticos		5	4		9
Isométricos		0	9		9
<hr/>					
Total		5	13		18

Sin corregir: 6.92 0.00850904 <---  
Mantel-Haenszel: 6.54 0.01055666 <---  
Corrección de Yates: 4.43 0.03529660 <---

Test exacto de Fisher: Valor de P para 1 cola: 0.0147059 <---  
Valor de P para 2 colas: 0.0294118 <---

INFLAMACIÓN / EDEMA INFRAROTULIANA  
SI NO | Total

Isocinéticos		5	4		9
Isométricos		0	9		9
<hr/>					
Total		5	13		18

Sin corregir: 6.92 0.00850904 <---  
Mantel-Haenszel: 6.54 0.01055666 <---  
Corrección de Yates: 4.43 0.03529660 <---

Test exacto de Fisher: Valor de P para 1 cola: 0.0147059 <---  
Valor de P para 2 colas: 0.0294118 <---

EXAMEN MUSCULAR CUADRICEPS DERECHO  
MALO BUENO | Total

Isocinéticos		6	3		9
Isométricos		2	7		9
<hr/>					
Total		8	10		18

LESION DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR 81

Sin corregir: 3.60 0.05777957  
Mantel-Haenszel: 3.40 0.06519642  
Corrección de Yates: 2.02 0.15472892

Test exacto de Fisher: Valor de P para 1 cola: 0.0767174  
Valor de P para 2 colas: 0.1534348

Un valor esperado es < 5; se recomiendan los resultados exactos de Fisher.

EXAMEN MUSCULAR CUADRICEPS IZQUIERDO

	MALO	BUENO	Total
Isocinéticos	3	6	9
Isométricos	1	8	9
Total	4	14	18

Sin corregir: 1.29 0.25683926  
Mantel-Haenszel: 1.21 0.27048501  
Corrección de Yates: 0.32 0.57075039

Test exacto de Fisher: Valor de P para 1 cola: 0.2882353  
Valor de P para 2 colas: 0.5764706

EXAMEN MUSCULAR ISQUIOTIBIALES DERECHO

	MALO	BUENO	Total
Isocinéticos	5	4	9
Isométricos	2	7	9
Total	7	11	18

Sin corregir: 2.10 0.14692434  
Mantel-Haenszel: 1.99 0.15865355  
Corrección de Yates: 0.94 0.33355025

Test exacto de Fisher: Valor de P para 1 cola: 0.1674208  
Valor de P para 2 colas: 0.3348416

EXAMEN MUSCULAR ISQUIOTIBIALES IZQUIERDO

	MALO	BUENO	Total
Isocinéticos	2	7	9
Isométricos	1	8	9
Total	3	15	18

Sin corregir: 0.40 0.52708926  
Mantel-Haenszel: 0.38 0.53879494  
Corrección de Yates: 0.00 1.00000000

Test exacto de Fisher: Valor de P para 1 cola: 0.5000000

Valor de P para 2 colas: 1.0000000

RETRACCIONES CUADRICEPS IZQUIERDO

	LEVE	MODERADO	Total
Isocinéticos	7	2	9
Isométricos	9	0	9
Total	16	2	18

Sin corregir: 2.25 0.13361440  
Mantel-Haenszel: 2.13 0.14491278  
Corrección de Yates: 0.56 0.45325470

Test exacto de Fisher: Valor de P para 1 cola: 0.2352941

Valor de P para 2 colas: 0.4705882

RETRACCIÓN ISQUIOTIBIALES DERECHO

	LEVE	MODERADO	Total
Isocinéticos	3	6	9
Isométricos	9	0	9

LESION DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR 83

-----+-----+-----			
Total	12	6	18

Sin corregir: 9.00 0.00269980 <---  
Mantel-Haenszel: 8.50 0.00355146 <---  
Corrección de Yates: 6.25 0.01241933 <---

Test exacto de Fisher: Valor de P para 1 cola: 0.0045249 <---  
Valor de P para 2 colas: 0.0090498 <---

RETRACCIÓN ISQUIOTIBIALES IZQUIERDO

LEVE	MODERADO		Total	
-----+-----+-----				
Isocinéticos		2	7	9
Isométricos		9	0	9
-----+-----+-----				
Total		11	7	18

Sin corregir: 11.45 0.00071319 <---  
Mantel-Haenszel: 10.82 0.00100508 <---  
Corrección de Yates: 8.42 0.00372018 <---

Test exacto de Fisher: Valor de P para 1 cola: 0.0011312 <---  
Valor de P para 2 colas: 0.0022624 <---

DOLOR

ISOCIN.	ISOME.	Total	
-----+-----+-----			
0.0	0	4	4
1.0	0	2	2
2.0	1	1	2
3.0	3	2	5
4.0	2	0	2
5.0	1	0	1
6.0	2	0	2
-----+-----+-----			
Total	9	9	18

NOMBRE	Observados	Total	Media	Varianza	Desv Est
cin	9	36	4.000	2.000	1.414
met	9	10	1.111	1.611	1.269

Diferencia

2.889

NOMBRE	Mínimo	Percen.25	Mediana	Percen.75	Máximo	Moda
cin	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	3.000
met	0.000	0.000	1.000	2.000	3.000	0.000

#### ANOVA

(Solo para datos distribuidos normalmente)

Variación	SC	gl	MC	Estadístico F	valor-p	valor-t
Intra	37.556	1	37.556	20.800	0.000321	4.560702
Inter.			28.889	16	1.806	
Total			66.444	17		

Test de homogeneidad de la varianza de Bartlett's

Chi cuadrado de Bartlett's = 0.088 g. libertad = 1 valor-p = 0.766949

Las varianzas son homog,neas con un 95% de confianza.

Se puede utilizar el ANOVA si las muestras están distribuidas normalmente.

Test Mann-Whitney o Wilcoxon 2-muestras (test Kruskal-Wallis para dos grupos)

H Kruskal-Wallis (equivalente a Chi cuadrado) = 9.899

Grados de libertad = 1

valor p = 0.001654

8. Procesamiento Estadístico de los Datos:

**ISOMÉTRICOS**

**ISOCINÉTICOS**

Dolor

	Antes	Después
Si	9	0
No	0	9

Dolor

	Antes	Después
Si	9	4
No	0	5

Inflamación  
Suprarotuliana

	Antes	Después
Si	6	0
No	3	9

Inflamación  
Suprarotuliana

	Antes	Después
Si	6	5
No	3	4

Inflamación  
Infrarotuliana

	Antes	Después
Si	6	0
No	3	9

Inflamación  
Infrarotuliana

	Antes	Después
Si	6	5
No	3	4

Exámen Muscular  
Cuadriceps Derecho

	Antes	Después
Malo	7	2
Bueno	2	7

Exámen Muscular  
Cuadriceps Derecho

	Antes	Después
Malo	3	1
Bueno	6	8

Exámen Muscular  
Cuadriceps Izquierdo

	Antes	Después
Malo	7	2
Bueno	2	7

Exámen Muscular  
Cuadriceps Izquierdo

	Antes	Después
Malo	3	2
Bueno	6	7

Exámen Muscular  
Isquiotibiales Derecho

	Antes	Después
Malo	2	2
Bueno	7	7

Exámen Muscular  
Isquiotibiales Derecho

	Antes	Después
Malo	4	1
Bueno	5	8

Exámen Muscular  
Isquiotibiales Izquierdo

	Antes	Después
Malo	8	2
Bueno	1	7

Exámen Muscular  
Isquiotibiales Izquierdo

	Antes	Después
Malo	7	2
Bueno	2	7

Retracciones  
Cuadriceps Derecho

	Antes	Después
*L	5	9

Retracciones  
Cuadriceps Derecho

	Antes	Después
*L	2	9

LESION DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR 86

**M	4	0
***S	0	0

**M	7	0
***S	0	0

Retracciones  
Cuadriceps Izquierdo

	Antes	Después
*L	4	9
**M	5	0
***S	0	0

Retracciones  
Cuadriceps Izquierdo

	Antes	Después
*L	3	7
**M	6	2
***S	0	0

Retracciones  
Isquiotibiales Derecho

	Antes	Después
*L	1	5
**M	4	3
***S	4	1

Retracciones  
Isquiotibiales Derecho

	Antes	Después
*L	3	9
**M	6	0
***S	0	0

Retracciones  
Isquiotibiales Izquierdo

	Antes	Después
*L	2	9
**M	6	0
***S	1	0

Retracciones  
Isquiotibiales Izquierdo

	Antes	Después
*L	1	2
**M	3	7
***S	5	0

\* L: Leve  
\*\* M: Moderado  
\*\*\* S: Severo



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Antón, A. V. (2002). Asociación Española de Fisioterapia. Editorial Compromiso y Educación. Julio-Septiembre. Volumen 24. Número 3. 141
- Ellen, M. I. (1999). "Knee and lower extremity injuries". Archives of physical Medicine and Rehabilitation. May. Volume 80. Number 5 Suppl 1.
- Fernández, A. (1998). Estiramientos musculares selectivos en Fisioterapia del Deporte I Editorial Compromiso y Educación. Octubre y Diciembre . Volumen 20. Numero 4. 210
- Forero, J. P. (1990). Deporte Lesiones y Rehabilitación. Editorial Francis Drake. Capitulo 3. P. 71-95.
- González, L. C. (1998). ¿Cuánto dura una sesión de Fisioterapia en Geriatría?. Editorial Compromiso y Educación. Julio-Septiembre Volumen 20. Numero 3. 160
- Hernández S, R. Métodos de la Investigación. Mc. Graw Hill. P. 58-72.
- <http://medusa.uinmet.edu.ve/faces/fpag40/criterios.htm>
- <http://pcs.adam.com/ency/article/001074.htm>
- <http://pcs.adam.com/ency/article/001074sym.htm>
- <http://www.arrakis.es/~gre/llarhtm.htm>
- [http://www.avera.org/adam/esp\\_ency/article/001074.htm](http://www.avera.org/adam/esp_ency/article/001074.htm)
- [http://www.femede.es/revista/indice/analitico8401\\_ABC.htm](http://www.femede.es/revista/indice/analitico8401_ABC.htm)
- [http://www.fjd.es/investigacion/lineasinvestigacion\\_copia\(1\).htm](http://www.fjd.es/investigacion/lineasinvestigacion_copia(1).htm)
- <http://www.injudey.gob.mx/idy.htm>
- [http://www.kernanhospital.com/esp\\_ency/article/001074.htm](http://www.kernanhospital.com/esp_ency/article/001074.htm)
- [http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/esp\\_imagepages/8717.htm](http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/esp_imagepages/8717.htm)
- <http://www.salonhogar.com/ciencias/biologia/ejercicios/entrenamiento/htm>
- [http://www.uccpa.net/ligamentos\\_rodilla.htm](http://www.uccpa.net/ligamentos_rodilla.htm)
- Kapandji, A. I. Fisiología Articular. Quinta Edición. Editorial Medica Panamerica. P. 74-156.
- Katch, F. I. Fisiología del Ejercicio Energía, Nutrición y Rendimiento Humano. Alianza Editorial. Sección VII. P. 597-604.
- Kisner C., Allen L. C., F. A., Company F. Therapeutic Exercise Foundations and Techniques. Second and Third Edition. Philadelphia. P.
- Kullund, D. N. (1993). Lesiones del Deportista. Salvat Editores S.A. Capitulo 15.

- Pérez, M. R. (1998). El papel de la Fisioterapia de la primaria atención de los ancianos. Editorial Compromiso y Educación. Julio-Septiembre. Volumen 20. Numero 3. 171
- Posel, P. (2000). Estructura del cuerpo humano. Editorial Marban. 346-358.
- Rasch, Philip, B. R. 1990. Kinesiología y Anatomía Aplicada. Quinta Edición. Barcelona: Editorial Ateneo. Capitulo 16. P. 313-332.
- Sackett, D. L. (1992). A Primer on the precision and accuracy of the Clinical Examination. 2638-2644.
- Secocalvo, J. (2002). Fisioterapia Deportiva Técnicas Manuales. Editorial Gymnos.
- Snell, S. R. (2001). Anatomía Clínica. Editorial Mc. Gras Hill. Interoamericana. Sexta Edición. 612-636.
- Tortora, G. J. (1998). Principios de Anatomía y Fisiología. Editorial Harcourt Brace. Séptima Edición. 224-230.
- Zeman S. C. (1990). Medicina del Deporte. Intermed. Tomo 2. P. 26-32.