

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE ENFERMERÍA**

**CARRERA TERAPIA FÍSICA**

**REHABILITACION FÍSICA EN ESGUINCES DE RODILLA  
MEDIANTE TRABAJO EN CADENA CINÉTICA CERRADA**

**DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE LICENCIADO EN TERAPIA FÍSICA**

**ELABORADO POR**

**JAVIER LOGROÑO**

**QUITO, SEPTIEMBRE 2011**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero dejar constancia de un profundo agradecimiento a la Facultad de Enfermería de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y su Carrera de Terapia Física, ya que me brindaron la oportunidad de desarrollarme como profesional y persona; sus aulas me dejaron gratos recuerdos que siempre vivirán en mí.

A todos los profesionales que me han brindado su apoyo incondicional, su conocimiento, y experiencia a lo largo de mi carrera y en cada momento de la presente investigación. En especial una extensa gratitud a la MPH. Gina Rueda, quien como tutora me guió con sus sabios conocimientos, a la MPH. Nelly Sarmiento, por sus valiosos consejos, comentarios y correcciones en la culminación de mi carrera, a todos mis amigos quienes estuvieron conmigo apoyándome o amenizando mi vida con su compañía.

A ti papá, por tu esfuerzo y disciplina; que supiste enseñarme los mejores caminos de la vida, y que con amor y fe puedo alcanzar todas mis metas; a mi madre que supo poner mano dura pero suave, que con su apoyo me ayudó a través de la educación; y a todas las personas que creyeron en mi a lo largo de este camino.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo va dedicado a la constante luz de mi vida y fuente de inspiración diaria mi amado hijo Martín, que sin ti nada tendría motivo.

A mi hermano Andrés que siempre me aconsejas hasta el último minuto, siempre estás a mi lado.

A ti Pamelita, mi amiga y familia que partiste antes de tiempo, jamás te olvidaremos, y que desde el cielo sabrás guiar mi vida.

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>8</b>
<b>4. METODOLOGÍA</b> .....	<b>9</b>

## CAPÍTULO I

<b>1 ANATOMÍA DE LA RODILLA</b> .....	<b>10</b>
1.1 Generalidades .....	10
1.2 Fisiología de la Rodilla.....	12
1.3 Articulaciones .....	12
1.4 Articulación Tibiofemoral .....	13
1.4.1 Riego Sanguíneo de las Estructuras de la Articulación Tibiofemoral.....	15
1.5 Articulación Femorrotuliana.....	16
1.5.1 Movimiento de las Articulaciones Tibiofemoral y Femorrotuliana.....	17
1.6 Articulador Femorrotuliano .....	17
1.7 Inervación de la rodilla.....	18
1.8 Meniscos .....	18
1.8.1 Movimiento de los Meniscos.....	20
1.9 Ligamentos .....	21
1.9.1 Definición.....	21
1.10 Ligamentos Colaterales .....	21
1.11 Ligamentos Capsulares y Colaterales .....	21
1.12 Ligamentos Colaterales Laterales .....	22
1.13 Ligamentos Cruzados.....	23
1.14 Control de los Ligamentos de la Flexión – Extensión .....	23
1.15 Ligamentos Colaterales Durante la Flexión – Extensión .....	24

1.16	Capacidad de los Ligamentos .....	25
1.17	Estabilidad Articular .....	26
1.18	Biomecánica de Rodilla .....	27
1.18.1	Generalidades .....	27
1.19	La Articulación de la Rodilla en la Marcha Normal .....	31
1.20	La Rodilla en la Subida y Bajada de Escaleras .....	33

## **CAPÍTULO II**

<b>2</b>	<b>ESGUINCES .....</b>	<b>35</b>
2.1	Definición.....	35
2.1.1	Esguince de Rodilla .....	35
2.2	Clasificación del Esguince de Rodilla .....	37
2.2.1	Según la Gravedad de la Lesión .....	37
2.2.2	Según la Continuidad .....	38
2.3	Diagnóstico del Esguince de Rodilla.....	38
2.3.1	Evaluación Clínica de la Rodilla .....	39
2.3.2	Dolor .....	40
2.3.2.1	Medición del Dolor .....	41
2.3.2.2	Escala de Dolor (EVA).....	41
2.3.2.3	Escala de Dolor Doloplus .....	43
2.3.3	Exámenes Complementarios.....	43

## **CAPÍTULO III**

<b>3</b>	<b>TRATAMIENTO DE FISIOTERAPIA Y KINESIOLOGÍA .....</b>	<b>45</b>
3.1	Introducción .....	45
3.2	Tratamiento Conservador .....	45
3.3	Tratamiento Kinesiológico en el Esguince de Rodilla .....	47
3.3.1	Pre Quirúrgico .....	47
3.3.2	Post Quirúrgico .....	49
3.3.3	Quirúrgico .....	53

## **CAPÍTULO IV**

<b>4</b>	<b>CADENAS CINÉTICAS.....</b>	<b>54</b>
4.1	Definición.....	54

4.1.1	Leyes o Principios presentes en la Actividad de una Cadena Cinética.....	56
4.2	Clasificación .....	58
4.2.1	Cadena Cinética Cerrada .....	58
4.2.1.1	Acción de los Músculos en una Cadena Cinética Cerrada .....	60
4.2.2	Cadena Cinética Abierta.....	60
4.2.2.1	Acción de los Músculos en la Cadena Cinética Abierta.....	63

## CAPITULO V

<b>5</b>	<b>PROPUESTA PARA REHABILITACIÓN FÍSICA EN ESGUINCES DE RODILLA MEDIANTE TRABAJO EN CADENA CINÉTICA CERRADA.....</b>	<b>65</b>
5.1	Introducción .....	65
5.2	Objetivos.....	66
5.3	Anatomía y Fisiología de la Rodilla.....	66
5.4	Función Mecánica de la Rodilla (Biomecánica) .....	67
5.5	Esguinces de Rodilla .....	70
5.6	Importancia de los Ejercicios de Cadena Cinética Cerrada.....	71
5.7	Tratamiento .....	74
5.7.1	Tratamiento Conservador de los Esguinces de Rodilla .....	74
5.7.2	Tratamiento Conservador del Ligamento Medial de la Rodilla .....	76
5.7.3	Tiempo de Recuperación.....	76
5.7.4	Rehabilitación Kinésica.....	76
5.7.5	Tratamiento conservador del ligamento lateral Interno (LLI) .....	79
5.7.6	Tratamiento Conservador del Ligamento Lateral Externo (LLE).....	80
5.7.7	Tratamiento Conservador del Ligamento Cruzado Anterior.....	85
5.7.8	Tratamiento Conservador Ligamento Cruzado Posterior.....	92
5.8	Fase Post Quirúrgica .....	94
5.8.1	A Corto Plazo .....	95
5.8.1.1	Control del Dolor y la Inflamación .....	95
5.8.1.2	Ejercicios Isométricos .....	95
5.8.2	A Mediano Plazo.....	96
5.8.2.1	Ejercicios Activos y Pasivos para Mejorar el Arco de Movilidad .....	96
5.8.2.2	Potenciación Muscular.....	96

5.8.2.3 Ejercicios de Marcha .....	96
5.8.3 A Largo Plazo .....	97
5.8.3.1 Potenciación Muscular.....	97
5.8.3.2 Ejercicios de Carrera Contínua.....	97
5.8.3.3 Tercera Fase de Recuperación de la Propiocepción .....	97
5.8.3.4 Fase de Entrenamiento Funcional .....	97
5.8.3.5 Ejercicios Pliométricos.....	98
5.8.3.6 Fase de Retorno a la Actividad Física .....	98

## **CAPITULO VI**

<b>6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>99</b>
6.1 Conclusiones .....	99
6.2 Recomendaciones .....	100
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS .....</b>	<b>102</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>106</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Anatomía de la rodilla.....	12
Figura 2	Cóndilos femorales.....	13
Figura 3	Superficie articular tibial .....	14
Figura 4	Lubricación hidrodinámica de una articulación.....	15
Figura 5	Arterias geniculadas que rigen la rodilla.....	16
Figura 6	Flexión-extensión sagital de la articulación tibiofemoral.....	17
Figura 7	Inserciones del menisco .....	19
Figura 8	Estructura microscópica del menisco .....	20
Figura 9	Ligamentos de la articulación tibiofemoral .....	22
Figura 10	Acción de los ligamentos cruzados en la flexión - extensión de la rodilla.....	24
Figura 11	Ligamentos colaterales tibiales en la flexión de la rodilla.....	25
Figura 12	Localización de los componentes de la rodilla .....	26
Figura 13	Centro de gravedad corporal.....	32
Figura 14	Subida y bajada de escaleras .....	33
Figura 15	Subida y bajada de escaleras: presión rotuliana .....	34
Figura 16	Ligamento roto .....	37
Figura 17	Escala visual analógica .....	42
Figura 18	Diseño estándar de escala visual.....	42
Figura 19	ejercicios isométricos de cuádriceps .....	48
Figura 20	Figura de la hiper-extensión .....	50
Figura 21	Trabajo excéntrico –concéntrico.....	51
Figura 22	Entrenamiento con perturbaciones.....	52
Figura 23	Ejercicio en cadena cinética cerrada.....	58
Figura 24	Ejercicio con barra inmóvil.....	59
Figura 25	Palanca de segundo genero.....	60
Figura 26	Ejercicio en cadena cinética abierta .....	61
Figura 27	Palanca de tercer genero .....	63

Figura 28	Anatomía de la rodilla.....	67
Figura 29	Flexión y extensión.....	69
Figura 30	Cadena cinética cerrada con apoyo total con banda elástica .....	73
Figura 31	Cadena cinética cerrada con apoyo parcial .....	73
Figura 32	Ejercicio de cadena cinética cerrada.....	74
Figura 33	Running-pool.....	78
Figura 34	Bicicleta estática.....	79
Figura 35	Extensión de rodilla .....	81
Figura 36	Flexión de rodilla .....	82
Figura 37	Flotación horizontal .....	82
Figura 38	Apoyo lateral con extensión de rodilla.....	83
Figura 39	Flexión y extensión de cadera.....	84
Figura 40	Flotación dorsal .....	84
Figura 41	Bicicleta estática.....	85
Figura 42	Isométricos de cuádriceps.....	86
Figura 43	Estiramiento de gemelos.....	87
Figura 44	Isométrico con pierna elevada.....	87
Figura 45	Flexión de rodilla con deslizamiento en la pared.....	88
Figura 46	Flexión pasiva .....	88
Figura 47	Movilización de rotula.....	89
Figura 48	Estiramiento de gemelos.....	89
Figura 49	Flexión y extensión de rodilla .....	90
Figura 50	Movilidad de cadera .....	90
Figura 51	Movilidad de tobillo.....	91
Figura 52	Sentadilla.....	91
Figura 53	Subida en el escalón .....	92
Figura 54	Estiramiento de la corva.....	92
Figura 55	Estiramiento de la corva contra la pared .....	94

## 1. INTRODUCCIÓN

La terapia física es parte de las ciencias de la salud y base de la terapéutica, que no solamente busca la cura, sino también readaptar al paciente al medio y establecer parámetros preventivos, a través del tratamiento físico, en sus diversas técnicas aplicativas.

Como ciencia ejerce su tratamiento en la medicina física y rehabilitación integral del ser humano, centrándose en el estudio del sistema músculo esquelético, ya que las patologías y enfermedades a las cuales se dirigen se encuentran ligadas especialmente a esta área, que afectan en mayor medida a las articulaciones principales, como es la rodilla.

Es importante recordar que la rodilla es la articulación más grande del cuerpo, la más importante del miembro inferior. Es una articulación de estabilidad y soporte, ya que soporta altas cargas pero a su vez debe disponer de la movilidad y de la flexibilidad necesaria para la locomoción. Al verse sometida a presiones considerables durante la marcha, postura incorrecta, desalineamientos posturales o trabajos excesivos en especial dentro de las disciplinas deportivas, hacen que esta articulación sea vulnerable a lesiones.

Las lesiones y enfermedades de la articulación de la rodilla ocupan un lugar importante entre otras afecciones del sistema osteomio articular, a esto se lo puede atribuir ya que esta articulación permite realizar las actividades de la vida diaria como: correr, saltar, también es quien absorbe los impactos y regula las fuerzas y cargas que se generan al tocar el suelo. Otro de los factores por los que se puede atribuir su lesión, es su localización anatómica, que la expone a micro y macro-traumatismos.

Los tejidos blandos, los cartílagos semilunares, el aparato ligamentoso, la gran sinovial y la patela, son estructuras dispuestas para la protección y estabilidad. Es decir que al sufrir una patología o lesión de rodilla, estos se encuentran directamente afectados.

El sistema ligamentario de la rodilla es uno de los más complejos, ya que en esta articulación predomina la solidez, al dar estabilidad articular en rectitud e interactuar con los movimientos de flexo-extensión durante la marcha; el sistema ligamentario tiende a perder su estabilidad durante lesiones o accidentes como en el caso de los esguinces.

El esguince de rodilla es la lesión de ligamentos que componen la articulación de rodilla, por medio de una ruptura, desgarro, distensión o hiperlaxitud. Esta puede ser de dos tipos; parcial, cuando se presenta en algunas de las fibras. O completa, cuando se presenta en todos.

Las lesiones de rodilla son quizás las lesiones más frecuentes en todos los deportistas, afectando a futbolistas, ciclistas, esquiadores alpinos, practicantes de lucha o artes marciales, en el 10% de los casos necesitan tratamiento quirúrgico. Las populares rodilleras, por otra parte, no han demostrado su utilidad en la prevención de las lesiones de los ligamentos de la rodilla.

Las lesiones ligamentarias de rodilla son frecuentes y se caracterizan por ser altamente incapacitantes, además de un período de curación extenso, producidas debido a fuerzas valguizanes, varizantes, hiperflexión, hiperextensión, y por mecanismos mixto, como los rotacionales, estas lesiones pueden ser únicas o combinadas.

Los esguinces ligamentarios con frecuencia son las lesiones deportivas de la rodilla por excelencia. Estos pueden darse por golpes directos desde el lado lateral en dirección central en cualquier posición de la rodilla, sean leves o moderados pueden afectar a la articulación de tal manera que ésta, queda inestable y vulnerable a otras alteraciones internas. A esto se suma la fuerza muscular que soporta la articulación.

Debido a la gran incidencia de esguinces de rodilla, en el área deportiva, sus diversos tratamientos y enfoques kinesioterapeúticos; se determina que la recopilación de datos que pretendan analizar técnicas de prescripción de ejercicios, como son los de cadena cinética cerrada, son de importancia para su análisis, tomando en cuenta que se describe una herramienta de trabajo dentro de la kinesiólogía. Actualmente los trabajos en cadena cinética cerrada han demostrado su gran eficacia en tratamientos pre y post operatorios de esguinces de rodilla, por lo que se motiva a un análisis profundo de esta técnica.

En este documento se detalla el análisis del tratamiento en el área de la rehabilitación física para profundizar la aplicación de la cadena cinética cerrada, sus consecuencias, ventajas y desventajas de esta forma de prescripción del ejercicio dentro de un plan de rehabilitación dirigido a la rodilla con esguince.

## 2. JUSTIFICACIÓN

La terapia física es parte de las ciencias de la salud y base de la terapéutica, que no solamente busca la cura, sino también readaptar al paciente al medio y establecer parámetros preventivos, a través del tratamiento físico, en sus diversas técnicas aplicativas.

Como ciencia ejerce su tratamiento en la medicina física y rehabilitación integral del ser humano, centrándose en el estudio del sistema músculo esquelético, ya que las patologías y enfermedades a las cuales se dirigen se encuentran ligadas especialmente a esta área, que afectan en mayor medida a las articulaciones principales, como es la rodilla.

La rodilla es la articulación más grande del cuerpo, la más importante del miembro inferior. Es una articulación de estabilidad y soporte, estática ya que soporta altas cargas pero a su vez debe disponer de la movilidad y de la flexibilidad necesaria para la locomoción. Al verse sometida a presiones considerables durante la marcha, postura incorrecta, desalineamientos posturales o trabajos excesivos en especial dentro de las doctrinas deportivas, hacen que esta articulación sea vulnerable a lesiones.

Las lesiones y enfermedades de la articulación de la rodilla ocupan un lugar importante entre otras afecciones del sistema osteomioarticular, a esto se lo puede atribuir ya que esta articulación permite realizar las actividades de la vida diaria como: correr, saltar, también es quien absorbe los impactos y regula las fuerzas y cargas que se generan al tocar el suelo, otro de los factores por los que se puede atribuir su lesión, es su localización anatómica, que la expone a micro y macro-traumatismos.

Como lo demuestran otros estudios “esta articulación se afecta con mayor incidencia en el área deportiva a nivel profesional y recreativo afectando más al adolescente y al adulto joven con un máximo de presentación entre las segunda y cuarta décadas de la vida”.<sup>1</sup>

Los estudios escandinavos demostraron que las lesiones deportivas constituyen el 10%-19% de todas las lesiones agudas atendidas en los departamentos de emergencias. Las lesiones más frecuentes son las de rodillas y tobillos.<sup>2</sup>

Los tejidos blandos, los cartílagos semilunares, los ligamentos cruzados, el aparato ligamentoso, la gran sinovial y la patela, son estructuras dispuestas para la protección y la estabilidad. Es decir que al sufrir una patología o lesión de rodilla, estos se encuentran directamente afectados. Como lo menciona Engebretsen (2007); el 10% de las lesiones de rodilla afectan directamente al tejido blando siendo una de las más frecuentes, los desgarros de los ligamentos cruzados anteriores, es decir que afectan directamente al sistema ligamentario.

El sistema ligamentario de la rodilla es uno de los más complejos, ya que en esta articulación predomina la solidez, al dar estabilidad articular en rectitud e interactuar con los movimientos de flexo-extensión durante la marcha, es propenso a perder su estabilidad durante lesiones o accidentes como en el caso de los esguinces.

El esguince de rodilla es la lesión de ligamentos que componen la articulación de rodilla, por medio de una ruptura, desgarró, distensión o hiperlaxitud. Esta puede ser de dos tipos; parcial, cuando se presenta en algunas de las fibras. O completa, cuando se presenta en todos.

Las lesiones de rodilla son quizás las lesiones más frecuentes en todos los deportistas, afectando a futbolistas, ciclistas, esquiadores alpinos, practicantes de lucha o artes marciales, en el 10% de los casos

---

<sup>1</sup> Revista Cubana de Ortopedia y Traumatología. Las lesiones intraarticulares de la rodilla y evaluadas por ortoscopia, su relación con la clínica y la imagenología. En línea: Dic/2007. 25/mayo/2010. <<http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-215X2007000200002&script>>

<sup>2</sup> Olsen, O., Myklebust, G. y Engebretsen, L. y colaboradores. (2005). Lower Limb Injuries in Youth Sports. <http://www.bago.com/BagoArg/Biblio/traumaweb226.htm>

necesitan tratamiento quirúrgico. Las populares rodilleras, por otra parte, no han demostrado su utilidad en la prevención de las lesiones de los ligamentos de la rodilla.<sup>3</sup>

Las lesiones ligamentarias de rodilla son frecuentes y se caracterizan por ser altamente incapacitantes, además de un período de curación extenso, producidas debido a fuerzas valguizanes, varizantes, hiperflexión, hiperextensión, y por mecanismos mixto, como los rotacionales; estas lesiones pueden ser únicas o combinadas.

“Los esguinces de ligamento son los más comunicados en las lesiones deportivas de la rodilla”.<sup>4</sup> Estos pueden darse por golpes directos desde el lado lateral en dirección central en cualquier posición de la rodilla, sean leves o moderados pueden afectar a la articulación de tal manera que ésta, queda inestable y vulnerable a otras alteraciones internas. A esto se suma la fuerza muscular que soporta la articulación.

Otros datos de importancia en el presente estudio tienen que ver con un análisis que se realizó en cuanto a la incidencia de lesiones deportivas atendidas en la sala de urgencias del Hospital Álvarez-Buylla de Asturias los resultados de dicho estudio son expresados como media y desviación estándar, número y frecuencia, comparación de variables con  $\chi^2$  considerando significativo  $p < 0,05$ . Los datos fueron analizados con el programa SPSS 11.0.

Este estudio arrojó los siguientes datos: 134 urgencias por lesiones deportivas, con mayor frecuencia en febrero (22,81%), marzo (25,3%), abril (11,27%); 68% varones; edad media 20 años  $\sigma = 10,44$ , 51% menores de 18 años. Los deportes más frecuentes fueron fútbol (37,3%) y esquí (16,4%); 94% consultaron por una lesión; 45,5% miembros inferiores y 36,6% superiores. El mecanismo de lesión más frecuente fue traumatismo directo (41%). El diagnóstico más frecuente fue esguince (45,5%). El 41,8% fueron lesiones leves.

---

<sup>3</sup> Pulsomed S.A. Lesiones deportivas de rodilla. En línea: 25/mayo/2010. <[http://www.tuotromedico.com/temas/lesiones\\_rodilla.htm](http://www.tuotromedico.com/temas/lesiones_rodilla.htm)>

<sup>4</sup> FCMK. Lesiones Deportivas. En línea: miércoles 19/mayo/2010. 26/mayo/2010. <<http://www.fcmkda.com/tesinas/lesiones%20deportivas.htm>>

Por lo indicado previamente, y la extensa incidencia de casos que se presentaron a lo largo de la carrera; además de la implicación que tienen los esguinces de rodilla en su mayoría generan procesos dolorosos, degenerativos e incapacitantes especialmente a la actividad deportiva que intervienen en la calidad de vida de los sujetos que la padecen; son muestras suficientes de mi motivación en realizar la presente recopilación de carácter informativa, y de datos específicos en el área de terapia física, kinesiología y fisioterapia para que se tenga en cuenta como un apoyo tanto a profesionales del área, pacientes y sus entornos familiares.

Este estudio será un aporte a los profesionales de la terapia física, puesto que se podrá contar con toda la investigación recopilada para establecer un proceso de atención más apropiada a los futuros pacientes con esta patología. Además se pone a consideración con una propuesta de ejercicios para rehabilitación física en esguinces de rodilla, que será un texto guía para mejorar el tratamiento, incurrir en la prevención y así evitar el progreso de la patología y tratar de disminuir su alta incidencia.

### **3. OBJETIVOS**

#### **Objetivo General:**

- Profundizar conocimientos de las aportaciones científicas de la rehabilitación física, mediante ejercicios en cadena cinética cerrada en los esguinces de rodilla.

#### **Objetivos Específicos:**

- Describir la anatomía de la rodilla, poniendo mayor énfasis en su complejo ligamentoso.
- Detallar la biomecánica del complejo articular de la rodilla y sus componentes ligamentarios.
- Detallar los esguinces de rodilla, sus clasificaciones y adecuado diagnóstico.
- Determinar el tratamiento general para los esguinces de rodilla, desde un enfoque fisioterapéutico.
- Describir las cadenas cinéticas, enfatizando la cadena cinética cerrada.
- Generar una propuesta de ejercicios en cadena cinética cerrada para el tratamiento de esguinces de rodilla de acuerdo al ligamento lesionado.

## 4. METODOLOGÍA

### **Tipo de Investigación:**

La presente investigación será de tipo bibliográfico, ya que recolecta información actual de un tema determinado, con el propósito de ampliar, profundizar y analizar, el conocimiento teórico del mismo;

La originalidad del estudio está basada en un enfoque de criterios científicos, revistas reconocidas y relacionadas con la salud, datos para la reflexión y análisis; además de conclusiones en trabajos investigativos actualizados.

### **Fuentes:**

**Secundarias:** libros, revistas, bases de datos científicas del internet.

### **Técnica:**

El texto que se presenta a continuación está escrito bajo la técnica de: revisión documental de libros actuales, tesis, ponencias, revistas científicas y estudios con temas relacionados a este trabajo.

### **Instrumento:**

La recolección de los datos se realizara a través de fichas nemotécnicas las que nos permitirán organizar y sistematizar la información.

## **CAPÍTULO I**

### **1 ANATOMÍA DE LA RODILLA**

#### **1.1 Generalidades**

La rodilla constituye la articulación más grande del esqueleto humano, es una articulación intermedia del miembro inferior, está compuesta de hueso, cartílago, líquido sinovial que sirve como lubricante y ligamentos que la rodean, donde cada uno aportan algo diferente. En ella se unen tres huesos que son: el extremo inferior del fémur, el extremo superior de la tibia y la rótula.

La rodilla trabaja comprimida por el peso que soporta del cuerpo en el despegue y la recepción de saltos. Además la rodilla es uno de los elementos del cuerpo humano más complejo, debido al diseño de la misma, principalmente, es una articulación dotada de un solo sentido de libertad de movimiento que es la flexión-extensión, que permite acercar o alejar, más o menos, el extremo del miembro.

De forma accesoria, la articulación de la rodilla posee un segundo sentido de libertad, que es la rotación sobre el eje longitudinal de la pierna, que solo aparece cuando la rodilla esta en flexión.

Es necesario mencionar que su mecánica articular resulta muy compleja, por una parte posee una gran estabilidad en extensión completa para soportar el peso corporal sobre un área relativamente pequeña; pero al mismo tiempo debe estar dotada de la movilidad necesaria para la marcha y la carrera, y para orientar eficazmente al pie en relación con las irregularidades del terreno.

Como lo describe Tortora (2006) los huesos de las articulaciones sinoviales se recubren de cartílago hialino (cartílago articular), recubriendo toda la articulación y formando una superficie lisa sin mantenerlos unido, la función del cartílago articular es, reducir la fricción durante el movimiento y absorber los golpes.

La estructura compleja de la rodilla es una, de las principales articulaciones para la marcha y la carrera, ya que ella soporta todo el peso del cuerpo en el despegue y la recepción de saltos.

Cailliet (2005) dice que debido a su movilidad es vulnerable a lesiones, ya que soporta peso; y su estabilidad depende de sus músculos, ligamentos, meniscos y cápsulas.

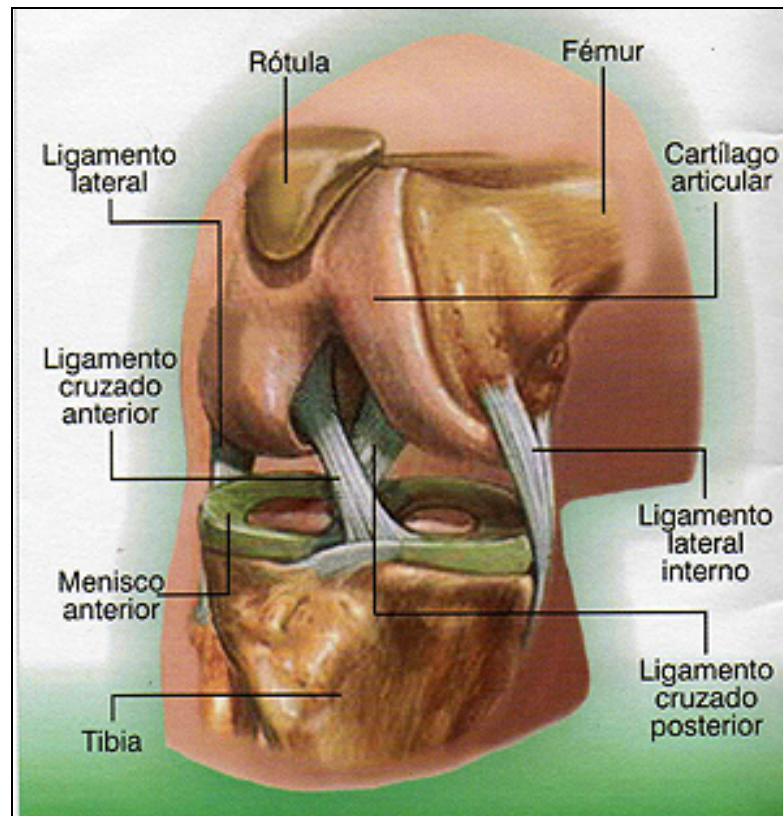
Dentro de los componentes anatómicos más relevantes se encuentra: la cápsula articular, los retináculos rotulianos, ligamento rotuliano, el ligamento colateral medial, ligamento colateral lateral, ligamento cruzado anterior, ligamento cruzado posterior y los meniscos articulares.

La cápsula articular es un medio de unión que se compone por dos capas, una fibrosa y una membrana sinovial interna, esta vaina fibrosa tiene inserciones femorales, tibial, además de rotuliana.

El ligamento rotuliano es considerado como una prolongación tendinosa del cuádriceps femoral denominadas, retináculos rotulianos; los cuales nacen de los músculos vastos; terminando en la rótula y cóndilos.

Los meniscos articulares como lo describe Cailliet (2006) y Tortora (2006), son considerados como estructuras fibrocartilaginosas curvas y cuneiformes, formadas por tejido conectivo, que tienen fibras de colágeno; conectados entre sí y con la cápsula articular. La concordancia de la rodilla, se logra por medio de la interposición, entre la tibia y el fémur, de los meniscos articulares. El menisco medial mide 10mm aproximadamente y el menisco lateral tiene una anchura entre 12 y 13 mm.

**Figura 1**  
**Anatomía de la Rodilla**



Fuente: White J. Anatomía. Pág, 25

## 1.2 Fisiología de la Rodilla

Es importante tener en cuenta que el movimiento de la rodilla está lejos de ser un simple movimiento de bisagra, debido a las superficies articulares anatómicas incongruentes, la existencia de meniscos, estructuras ligamentosas intrínsecas y alineamiento de los tendones de los músculos, la articulación es realmente una estructura compleja.

## 1.3 Articulaciones

Según Martínez J.(2005), la rodilla es una articulación compleja compuesta por dos uniones estructurales y funcionales, que colaboran en la función que tienen asignada que son: la articulación tibiofemoral y la articulación femorrotuliana.

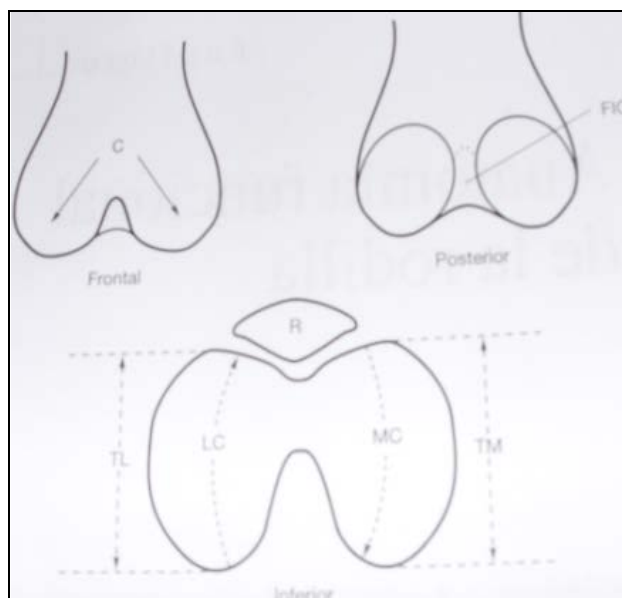
## 1.4 Articulación Tibiofemoral

Es la más grande y compleja del cuerpo humano, y consiste en tres articulaciones con una cavidad sinovial en común, las cuales serán nombradas a continuación:

1. La externa es la articulación tibiofemoral,
2. La interna es la segunda articulación tibiofemoral, y
3. Una articulación intermedia que es la femorrotuliana,

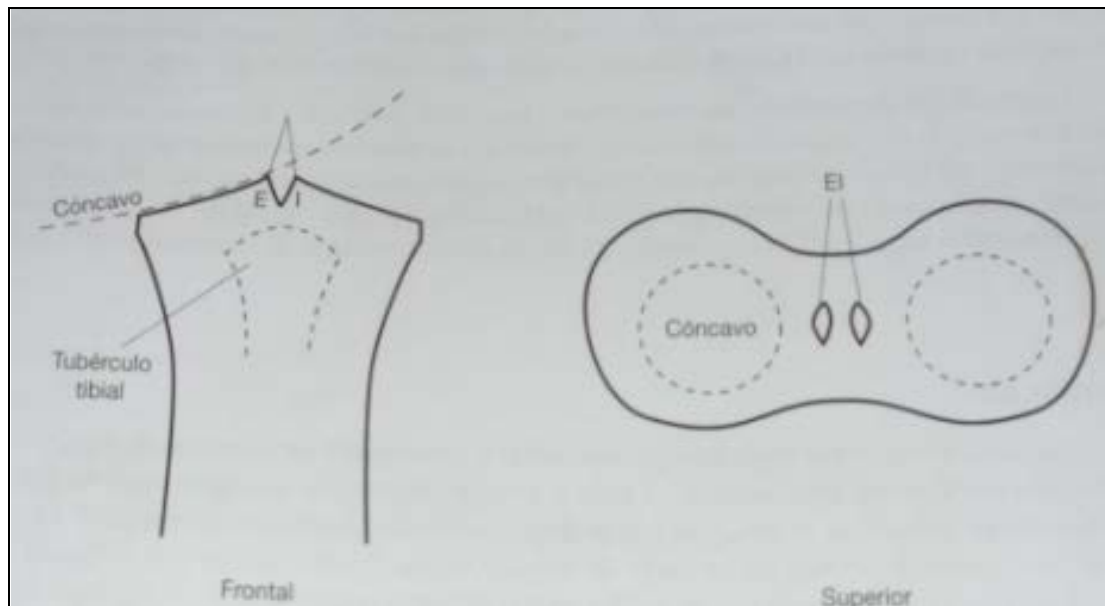
Martínez J, Nerin Ma. (2005) dice que: la articulación tibiofemoral de la rodilla es estructuralmente inestable en su función estática, excepto por lo que se refiere a su soporte ligamentoso. En las funciones estáticas y cinéticas, ejemplifica la incongruencia en todos sus aspectos. Además está formada por el extremo distal del fémur y las caras proximales de la tibia. El extremo distal del fémur lo componen, dos carillas convexas de los cóndilos, separadas por una profunda escotadura en forma de U, denominada fosa intercondilea (fig. 2-3).

**Figura 2**  
**Cóndilos femorales**



Fuente: Renovell Blasco. Pág. 36

**Figura 3**  
**Superficie articular tibial**



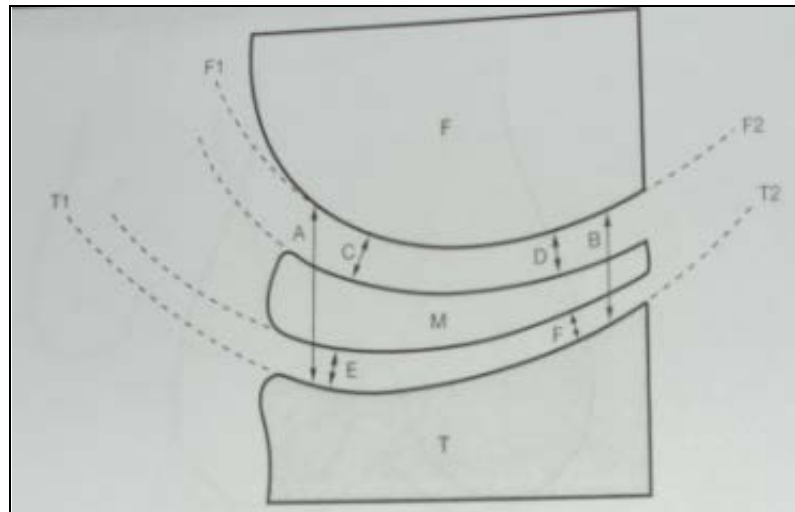
**Fuente:** Renovell Blasco. Pág. 38

Esta articulación es inestable debido a sus caras incongruentes. La convexidad de los cóndilos femorales y la curvatura de las concavidades tibiales son asimétricas y consecuentemente inestables.

La simetría, y por tanto la congruencia, como lo menciona Cailliet (2006), son restauradas fisiológicamente por los meniscos bilaterales cuyas caras se aproximan a la congruencia, igualando así la distribución de la carga no obstante, es necesaria una mínima incongruencia para una adecuada lubricación de la articulación (fig.4)

**Figura 4**

**Lubricación Hidrodinámica de una articulación.**



Fuente: Renovell Blasco. Pág. 39

#### **1.4.1 Riego Sanguíneo de las Estructuras de la Articulación Tibiofemoral**

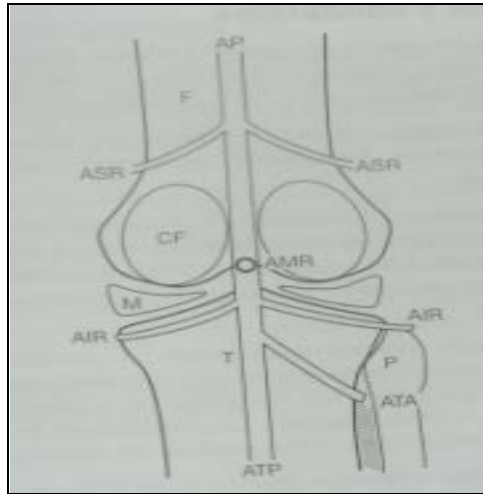
El riego sanguíneo de las estructuras de la rodilla son las cinco ramas de la arteria poplítea. La arteria femoral tiene su origen en la arteria iliaca, en el triangulo femoral de la ingle, y desciende anteriormente, separándose en la arteria femoral profunda, que a su vez se ramifica en cuatro arterias perforantes.

Una vez que la arteria poplítea se aproxima al espacio poplíteo, esta se divide en dos arterias superiores de la rodilla, una arteria central (media) y por debajo del espacio, dos arterias inferiores de la rodilla.

Cailliet (2006) describe a las arterias posteriores que se curvan en torno a los cóndilos femorales y forman anteriormente un complejo en la porción suprarotuliana. La arteria media (central) emerge de la porción posterior de la arteria poplítea, atraviesa el ligamento poplíteo y se divide en tres ramas: la media sigue el trayecto del ligamento cruzado anterior, mientras que las dos restantes penetran en la región perimeniscal para regar los meniscos. Las arterias inferiores discurren por el borde de la meseta tibial y pasan bajo los ligamentos colaterales (Fig.5).

## Figura 5

### Arterias geniculadas que riegan la rodilla.



Fuente: Renovell Blasco. Pág. 41

### 1.5 Articulación Femorrotuliana

Martínez J, Nerin Ma. (2005) narra la ubicación entre la cara articular de la rótula y la tróclea del fémur, además posee unos ligamentos que la refuerzan y que unen la rótula con los huesos proximales. La rótula está unida al fémur mediante ligamentos femorrotulianos colaterales lateral y medial, así mismo esta se encuentra unida a la tibia mediante los ligamentos rotulianos, que unen el vértice y la zona proximal de esta con la tuberosidad de la tibia.

El tendón del cuádriceps femoral está compuesto por tres láminas:

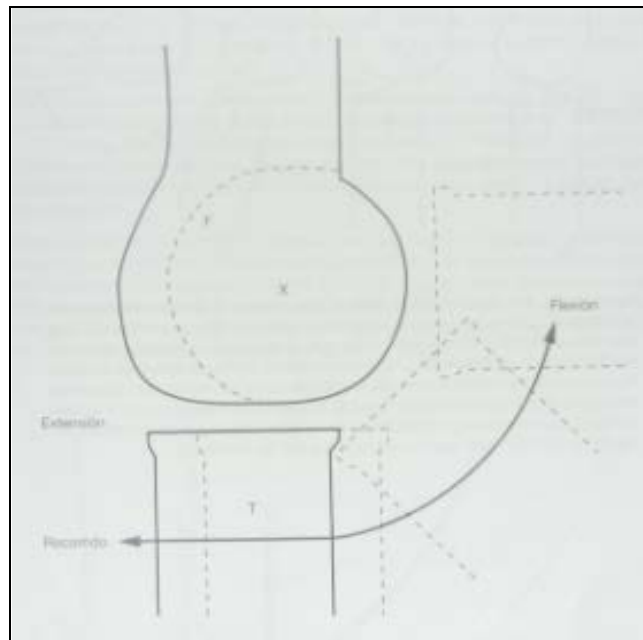
- La cara superficial del cuádriceps femoral,
- La capa media de las caras lateral y medial del fémur (vasto interno y vasto externo) y;
- La capa profunda de las caras anterior y lateral del fémur (vasto intermedio)

### 1.5.1 Movimiento de las Articulaciones Tibiofemoral y Femorrotuliana

La flexión de la rodilla constituye según Cailliet (2006) una combinación de rotación alrededor del eje sagital de los cóndilos femorales y un movimiento deslizante de desplazamiento, cuando la rodilla se flexiona, la tibia se desliza posteriormente sobre los cóndilos femorales hasta el eje de rotación, flexionándose a continuación. Los cóndilos femorales no son completamente redondos al ser observados de manera lateral, sino que son inicialmente planos, redondeándose gradualmente hacia la porción posterior (fig. 6).

**Figura 6**

**Flexión – extensión sagital de la articulación tibiofemoral**



Fuente: Renovell Blasco. Pág. 42

### 1.6 Articulador Femorrotuliano

La rótula es un hueso contenido en el ligamento infrarrotuliano del cuádriceps, en una vista lateral se observa directamente la tracción vertical de la rótula, sin aplicar fuerzas de extensión de la rodilla en una dirección fisiológica para extender la articulación, las líneas de fuerza que le permiten al cuádriceps extender la articulación de la rodilla se deben al punto de apoyo que ofrece la rótula

## **1.7 Inervación de la rodilla**

Los músculos flexores están inervados por el nervio ciático, que se bifurca en los nervios tibial y peroneo común por encima de la articulación de la rodilla, debajo del borde inferior de la cabeza larga del bíceps.

El tibial inerva al semimembranoso y semitendinoso, así como la cabeza larga del músculo bíceps.

El músculo cuádriceps crural, representa el extensor principal de la articulación tibiofemoral, consta de 4 músculos: recto anterior del muslo, el vasto externo, vasto interno y el intermedio o crural;

- El músculo recto anterior del muslo es inervado por el nervio femoral.
- El músculo vasto externo es inervado por las ramas del nervio crural, con fibras de los nervios lumbares segundo, tercero y cuarto.
- El músculo vasto interno es inervado por las ramas del nervio crural, que contienen fibras de los nervios lumbares segundo, tercero y cuarto.
- El músculo vasto intermedio o crural es inervación por las ramas del nervio crural, con fibras provenientes de los nervios lumbares segundo, tercero y cuarto.

## **1.8 Meniscos**

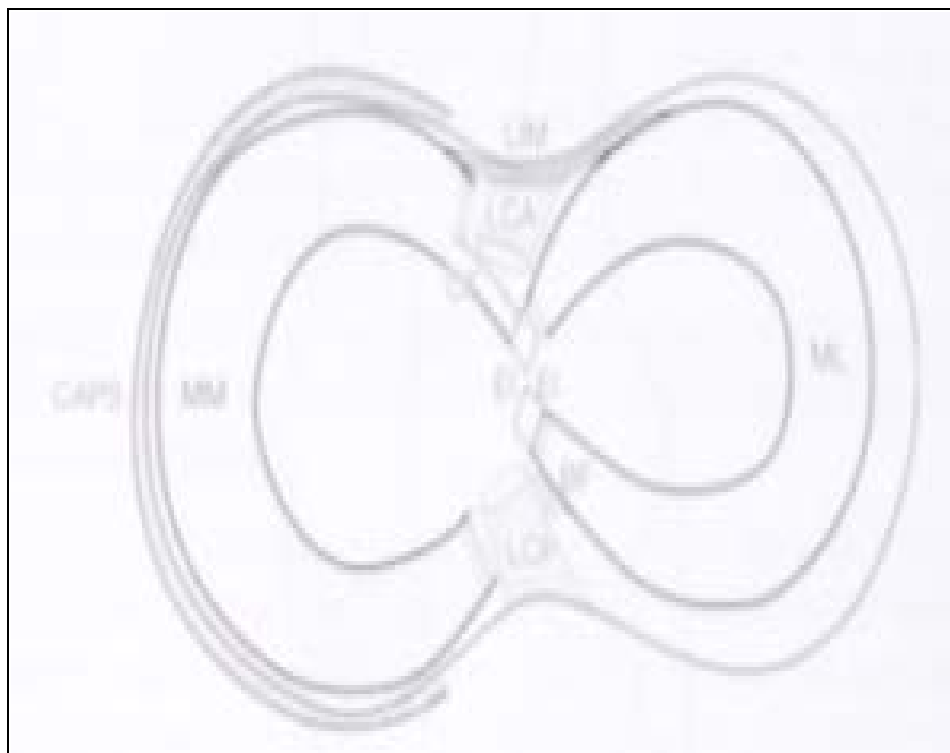
Según Cailliet (2006), los meniscos están formados por estructuras fibrocartilaginosas curvas y en forma de cuña, localizadas en la periferia de la articulación tibiofemoral, que se encuentran unidos uno con otro y con la cápsula de la articulación.

La función de los meniscos es ayudar en la distribución de presión entre el fémur y la tibia para soportar el peso y así poder equilibrar la presión intra-articular

de la acción muscular. Al hacer esto, también ayuda a la lubricación de la articulación.

Los meniscos tienen diferentes tamaños en milímetros de ancho, siendo más anchos en su extremo posterior que en su parte media y pueden poseer una curva dando la apariencia de una letra C o de un anillo cerrado, dependiendo del lugar donde se inserte, como se puede apreciar en la Figura número siete. (fig.7)

**Figura 7**  
**Inserciones del menisco**

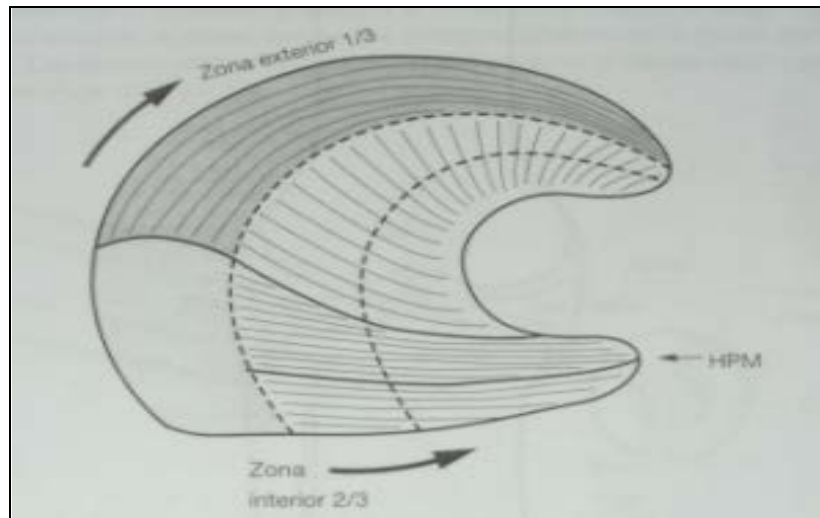


**Fuente:** Renovell Blasco. Pág. 45

Es preciso conocer la estructura microscópica de los meniscos para así poder percibir los posibles daños derivados de esfuerzos pocos frecuentes, el menisco se compone de tres zonas diferenciadas de haces de fibras colágenas.

El tercio exterior del menisco se compone de fibras circunferenciales, mientras que las otras dos capas presentan fibras que circulan en dirección transversa. Estas dos zonas interiores están divididas en haz superior e inferior por una estrecha zona llamada haz perforante medio (fig.8)

**Figura 8**  
**Estructura microscópica del menisco.**



Fuente: Renovell Blasco. Pág. 47

### 1.8.1 Movimiento de los Meniscos

Básicamente, los meniscos se insertan en la tibia. El menisco interno se inserta en el ligamento lateral interno alrededor de toda su periferia y en ambos extremos por medio de la unión interna con la espina de los ligamentos tíbiales.

El menisco externo se inserta en forma similar en ambos extremos.

Si se considera anatómicamente a la articulación tibiofemoral como el espacio articular de la rodilla, entonces puede considerarse que está formada por espacios menisco-femorales y menisco-tibiales. Esta división anatómica explica el movimiento de los meniscos, en el que acompañan a la tibia durante flexión y extensión, y al fémur en la rotación con la rodilla flexionada.

Este movimiento de los meniscos se explica por la inserción en los ligamentos laterales.

## **1.9 Ligamentos**

### **1.9.1 Definición**

Un ligamento es una estructura anatómica en forma de banda de tejido blanco, compuesto por fibras resistentes y ligeramente elástico, es una parte muy importante de las articulaciones esqueléticas que une los extremos de los huesos para prevenir luxaciones y movimientos enormes que podrían producir una ruptura.

Los ligamentos, especialmente los de las articulaciones del tobillo y la rodilla, se rompen usualmente por estrés de giro, cuando una rodilla gira mientras que el peso descansa sobre esa pierna en particular.<sup>5</sup>

### **1.10 Ligamentos Colaterales**

Constituye a cada una de las dos cuerdas que unen el hueso del fémur con los huesos de la pierna: el ligamento medial, o interno, se inserta en la tibia, y tiene forma de banda, y el ligamento externo lo hace en el peroné, de forma parecida a un cordón.

Como hace mención Bianchi (2007), los ligamentos presentan una estructura similar a la de los tendones, excepto porque la disposición de las fibras de colágenos es más irregular en los ligamentos que en los tendones, donde son mas paralelas. Además, los ligamentos contienen más fibras de elastina dentro de las fibras colágenas.

En su inserción en el hueso, los ligamentos presentan tres zonas: son paralelos en la zona uno, fibro-cartilaginosos en la zona dos y mineralizados en la zona tres, donde se funden con el hueso.

### **1.11 Ligamentos Capsulares y Colaterales**

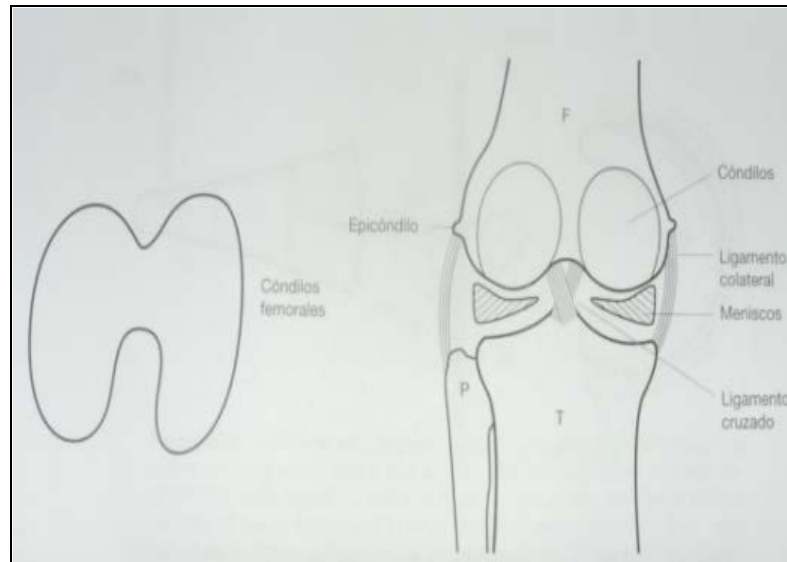
La cápsula de la articulación tibiofemoral es una membrana fibrosa delgada que se forma en las estructuras ligamentosas faciales. Las mismas que

---

<sup>5</sup> Bianchi, Homero. (2007). Ligamento transverso menisco-meniscal de la articulación de la rodilla. Buenos Aires. Argentina. Pág. 87.

contribuyen a estabilizar la articulación de la rodilla, gracias a sus posiciones, estabilizan el movimiento lateral y medial (varo-valgo) (fig. 9).

**Figura 9**  
**Ligamentos de la articulación tibiofemoral**



Fuente: Renovell Blasco. Pág. 50

### 1.12 Ligamentos Colaterales Laterales

El comportamiento lateral de la articulación de la rodilla se extiende posteriormente desde el borde lateral del tendón rotuliano (anteriormente) hasta el ligamento cruzado (posteriormente), se divide en tres fascículos que se extienden desde el epicóndilo lateral del fémur, hasta la cara lateral de la cabeza del peroné, donde se insertan; la cara anterior es la cápsula que se extiende desde el mecanismo extensor (la rótula y sus tendones) hasta el tracto iliotibial.

La porción media del ligamento colateral lateral es el tracto iliotibial, el mismo que se une al epicóndilo lateral del fémur y al tubérculo lateral del peroné, el ligamento colateral lateral se considera la cara posterior del tracto iliotibial y está situado por delante del centro de rotación de la articulación tibiofemoral.

### **1.13 Ligamentos Cruzados**

En el centro de la rodilla se hallan dos ligamentos: cruzado anterior y cruzado posterior. Los cuales se cruzan uno sobre el otro, el ligamento cruzado anterior (LCA) sale de la cara no articular de la tibia y pasa superior, lateral y posteriormente, y acaba insertándose en la porción posterior de la escotadura intercondílea; se considera anterior en virtud de su origen en la porción anterior de la tibia. Es largo, firme y varias de sus fibras se adhieren a la punta anterior del menisco lateral y se calcula que un 20% de sus fibras llegan consecutivamente hasta el origen posterior del mecanismo lateral; por último se inserta en la carilla posterior de la cara medial del cóndilo femoral lateral.

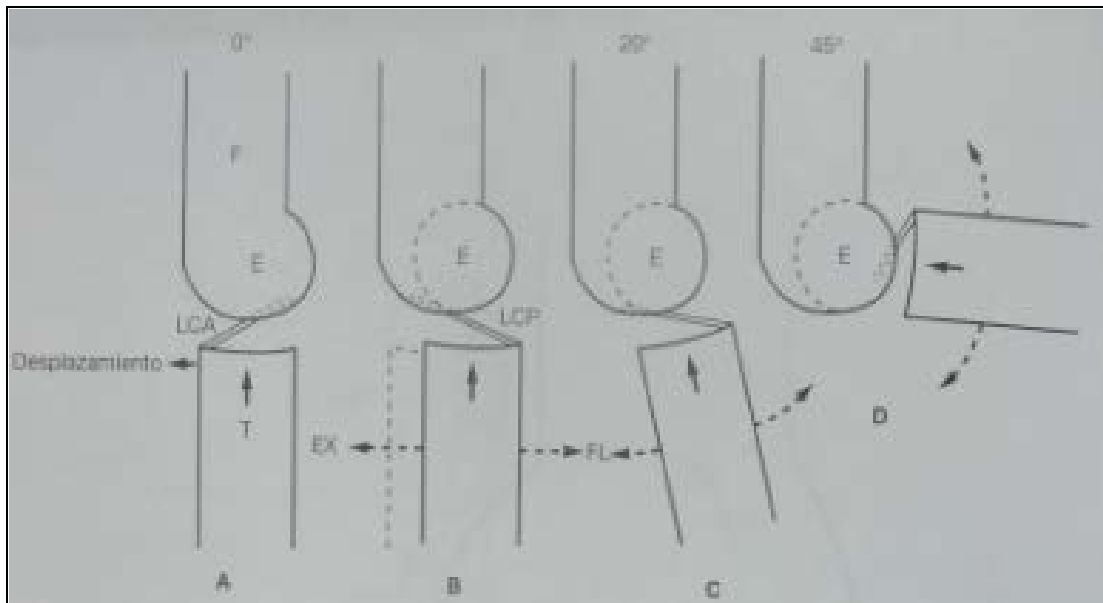
Cailliet (2006) indica que el ligamento cruzado posterior (LCP) constituye un ligamento intra articular extra-sinovial que se inserta en la cara lateral del cóndilo femoral tibial, donde su más estrecha porción posterior se extiende en abanico sobre el borde posterior de la tibia. Como se ha mencionado anteriormente presenta el doble de resistencia que el ligamento cruzado anterior, razón por la cual este ligamento rara vez se lesiona.

### **1.14 Control de los Ligamentos de la Flexión - Extensión**

Es esencial recordar que los ligamentos de la rodilla son primordiales para una flexión-extensión adecuadas, tanto en el plano sagital como en la flexión-extensión fisiológica rotatoria.

Los ligamentos cruzados anteriores evitan una excesiva extensión y traslación, una vez iniciada la flexión a lo largo del plano horizontal y alrededor del eje, los ligamentos cruzados posteriores se convierten en el eje de rotación (fig. 10).

**Figura 10**  
**Acción de los ligamentos cruzados en la flexión – extensión de la rodilla**



Fuente: Renovell Blasco. Pág. 53

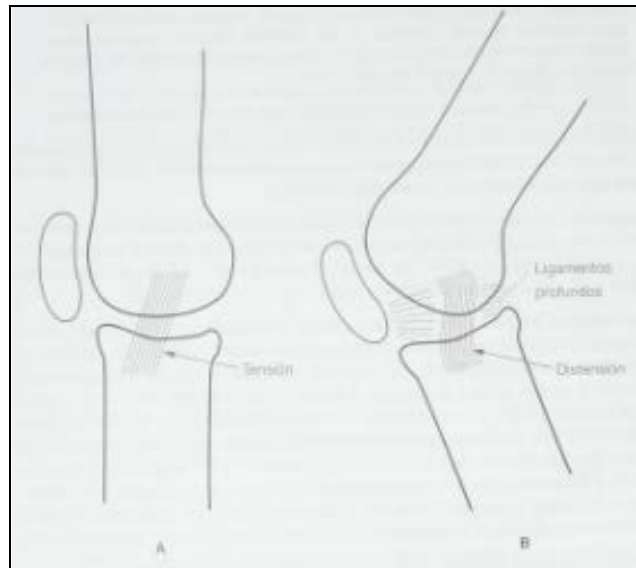
### 1.15 Ligamentos Colaterales Durante la Flexión – Extensión

El movimiento lateral y medial de la rodilla, es impedido por los ligamentos colaterales medial y lateral, los mismos que intervienen también en la flexión–extensión.

En la extensión completa están tensos ubicándose por delante del eje de rotación e impidiendo todo movimiento lateral–medial (varo–valgo) y toda rotación. A los 20° de flexión estos ligamentos se distienden permitiendo cierto movimiento lateral-medial y especialmente la rotación de la tibia sobre los cóndilos femorales durante toda la flexión y extensión de la rodilla (fig. 11)

**Figura 11**

**Ligamentos colaterales tibiales en la flexión de la rodilla**



**Fuente:** Renovell Blasco. Pág. 56

Durante la flexión y extensión, se puede producir de modo simultáneo la rotación de la tibia sobre el fémur, con la rotación interna gradual de la tibia durante la flexión, prácticamente en los últimos grados de flexión.

El grado de la rotación de la tibia sobre los cóndilos femorales está delimitado por los ligamentos de la articulación tibiofemoral. Como se ha mencionado anteriormente los ligamentos cruzados son aun más determinantes en el control de la rotación.

Cailliet (2006) menciona que los ligamentos cruzados limitan el grado de deslizamiento antero-posterior de la tibia sobre el fémur así como la rotación, el ligamento anterior se distorsiona durante los primeros 15° a 20° de flexión y rotación externa.

### **1.16 Capacidad de los Ligamentos**

Tienen la función de unir y estabilizar las estructuras anatómicas, principalmente en aquellos en que forman articulaciones, los ligamentos interconectan huesos adyacentes entre sí, teniendo un rol muy significativo en el sistema músculo esquelético.

En una articulación, los ligamentos permiten y facilitan el movimiento dentro de las direcciones anatómicas naturales, mientras que restringe aquellos movimientos que son anatómicamente anormales, impidiendo lesiones o protrusiones que podrían surgir por este tipo de movimiento. Estos pueden romperse fácilmente si la persona se cae o se golpea.

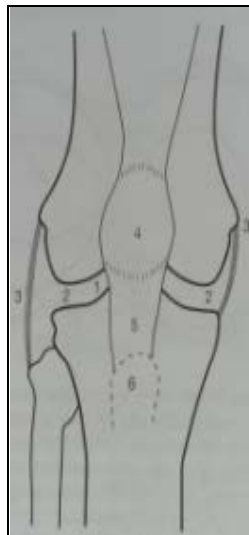
### 1.17 Estabilidad Articular

La sinartrosis se estabiliza gracias a los ligamentos de la articulación, puesto que no hay estabilidad mecánica en una articulación incongruente. (fig. 12).

Como ya se ha hecho mención, la estructura ósea de la rodilla no puede sostener la estabilidad por sí misma, ya que dicha estabilidad la proveen las estructuras ligamentosas y los músculos de la articulación.<sup>6</sup>

**Figura 12**

#### **Localización de los componentes de la rodilla**



**Fuente:** Renovell Blasco. Pág. 58

1. localización de los ligamentos cruzados
2. localización de los meniscos
3. ligamentos colaterales

---

<sup>6</sup> Cailliet, Rene. (2006). Anatomía Funcional, Biomecánica. Madrid. España. Editorial Marban. Pág. 196.

4. rotula
5. ligamento infrarrotuliano
6. tubérculo tibial.

## **1.18 Biomecánica de Rodilla**

### **1.18.1 Generalidades**

De modo principal la rodilla cuenta con un solo grado de libertad de movimiento, que es la flexión y extensión, lo cual le permite a la rodilla regular la distancia de separación del cuerpo con el suelo, lo cual lo consigue acercando o alejando el extremo de la pierna a la raíz de la misma, es decir acercando o alejando el glúteo.

Además de este principal sentido de libertad, la rodilla cuenta de manera accesoria con un segundo sentido de libertad que se presenta solamente en la flexión. Este movimiento es de rotación sobre el eje longitudinal de la pierna.

La articulación de la rodilla desde el punto de vista mecánica es sorprendente; puesto que realiza dos funciones que pueden ser contradictorias como lo menciona Martínez J, Nerin Ma. (2005):

La primera, es que debe poseer mucha estabilidad cuando se encuentra en extensión completa; en este punto es donde la rodilla soporta el peso del cuerpo.

Y la segunda, es que debe poseer gran movilidad en la flexión; que durante la marcha debe proveer una buena orientación.

La articulación de la rodilla puede permanecer inalterable cuando es sometida de modo rápido a cambios de carga durante la actividad, lo cual se conoce como estabilidad dinámica de la rodilla, y es el resultado de la integración de la geometría articular, de las restricciones de los tejidos blandos y de cargas aplicadas a la articulación; a través de la acción muscular y el punto de apoyo que sostiene el peso.

La articulación de la rodilla realiza principalmente movimientos en 2 planos perpendiculares entre sí: flexo-extensión en el plano sagital (eje frontal) y, rotación interna y externa, en el plano frontal (eje vertical).

Para los movimientos debe tenerse en consideración que el espesor y volumen de un ligamento, son directamente proporcionales a su resistencia e inversamente proporcionales a sus posibilidades de distensión.

**Movimientos de flexión y extensión:** constituyen el movimiento principal de la rodilla, tiene una amplitud que se debe medir desde una posición de referencia que se toma cuando el eje de la pierna se encuentra en la prolongación del eje del fémur; es en ese período cuando el miembro inferior posee una máxima longitud.

**Extensión.-** es en este movimiento donde la cara posterior de la pierna se aleja del muslo; en realidad no existe una extensión absoluta de la pierna, por otra parte a partir de la máxima extensión se puede realizar un movimiento, de forma pasiva, de  $-5^{\circ}$  a  $-10^{\circ}$  llamada hiper-extensión.

La extensión activa es cuando la rodilla no suele rebasar la posición de referencia, lo cual depende, de la posición en la que se encuentre la cadera. De hecho la extensión de la cadera que ocurre previamente a la de la rodilla, prepara la extensión de esta última.

La extensión relativa es un movimiento complementario para la extensión de la rodilla a partir de cualquier posición, constituye el movimiento normal de la rodilla durante la marcha, y es cuando el miembro en balanceo se adelanta para entrar en contacto con el suelo.

**Flexión.-** es el movimiento inverso a la extensión, en el cual la cara posterior de la pierna se acerca a la parte posterior del muslo, en la flexión existen movimientos conocidos como flexión absoluta que ocurre a partir de la posición de referencia y movimientos de flexión relativa presentes en cualquier posición de flexión.

La flexión activa de la rodilla alcanza los 140°, únicamente si la cadera ya se encuentra en flexión, pero solo 120° si la cadera está en extensión. Lo cual se debe a que los isquiotibiales no tienen la misma eficacia cuando la cadera esta en extensión.

En la flexión pasiva, la rodilla es capaz de desarrollar 160°, permitiendo el contacto entre talón y nalga, lo cual sirve como comprobación de la libertad de flexión de la rodilla, en condiciones normales la flexión solo es limitada por los músculos del muslo y de la pantorrilla.

#### **Limitantes de la extensión:**

- Acortamiento de los músculos flexores
- El segmento anterior de ambos meniscos
- La distensión de la parte posterior del manguito capsulo ligamentoso
- Los dos ligamentos laterales, que al estar situados por detrás del eje de movimientos, se ponen cada vez más tensos a medida que el movimiento de extensión progresa.

En la etapa de postura, la flexión de la rodilla funciona como un amortiguador para ayudar en la aceptación del peso.

#### **Limitantes de la flexión:**

- Acortamiento de los músculos extensores (cuádriceps crural)
- Por la masa de los músculos flexores en el hueco poplíteo, y
- El segmento posterior de los meniscos

- **Movimientos de rotación de la rodilla:** se fundamentan en la libre rotación de la pierna, es decir, que tanto la tibia como el peroné giran alrededor del eje longitudinal o vertical de la primera, en sentido externo o interno.

La rodilla puede ejecutar únicamente estos movimientos de rotación, cuando se encuentra en posición de semiflexión, puesto que producen en la cámara distal de la articulación, y consisten en un movimiento rotatorio de las tuberosidades de la tibia, por debajo del conjunto meniscos-cóndilos femorales.

En la extensión completa de la articulación, los movimientos de rotación no pueden realizarse porque lo impide la gran tensión que adquieren los ligamentos laterales y cruzados.

La máxima movilidad rotatoria activa de la pierna se logra con la rodilla en semiflexión de 90°. La rotación externa es siempre más amplia que la interna (aproximadamente 4 veces mayor).

La capacidad de rotación de la articulación de la rodilla concede a la marcha humana mayor poder de adaptación a las desigualdades del terreno y, por consiguiente, mayor seguridad. Los movimientos de rotación desempeñan también, una función importante en la flexión de las rodillas, cuando se pasa de la posición de pie a la de cuclillas.

La capacidad de rotación de la rodilla permite otros grandes movimientos, por ejemplo: cambiar la dirección de la marcha, girar sobre sí mismo, trepar por el tronco de un árbol y tomar objetos entre las plantas de los pies.

Finalmente, existe una rotación axial llamada automática, porque va unida a los movimientos de flexo-extensión de manera involuntaria e inevitable.

Existen otras dos clases de movimientos en la rodilla los mismos que serán indicados a continuación:

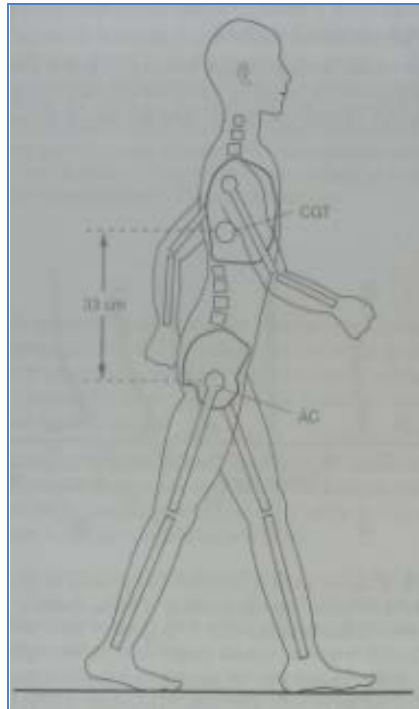
- **Movimientos de abducción y aducción:** Son más conocidos en semiología con el nombre de movimientos de inclinación lateral y corresponden realmente más a un juego mecánico de conjunto. En la posición de extensión, y fuera de todo proceso patológico, son prácticamente inexistentes. Su amplitud es del orden de 2 a 3, y obedecen a uno de los caracteres del cartílago articular, que es el de ser compresible y elástico.
- **Movimientos de la rótula:** Frecuentemente se considera que los movimientos de la rótula no intervienen en los de la rodilla. La patela sufre un ascenso en la extensión y desciende en la flexión.

### **1.19 La Articulación de la Rodilla en la Marcha Normal**

Es importante mencionar que existen determinantes de la marcha normal que intentan minimizar el desplazamiento vertical del cuerpo para reducir el gasto energético, el tronco oscila de lado a lado, con rotación axial y sagital simultánea, experimentando aproximadamente dos centímetros de desplazamiento.

El peso corporal medio desde el centro de gravedad es el tronco, la cabeza y las extremidades superiores (fig.12).

**Figura 13**  
**Centro de gravedad corporal**



**Fuente:** Renovell Blasco. Pág. 61

Estos determinantes durante la marcha normal son la fase de oscilación y la fase de reposo, durante la fase en que una pierna se balancea, dicha pierna aumenta en un 15% la carga que soporta la otra pierna (de apoyo), en la fase de apoyo de una pierna, el 85% de todo el peso corporal recae sobre dicha pierna.

Cuando se inicia la marcha hacia delante, el centro de gravedad del cuerpo se desplaza en la misma dirección y la carga recae sobre una pierna mientras la otra se balancea, básicamente para evitar que el cuerpo caiga hacia delante.

Esta es la fase de oscilación, en la que la cadera se flexiona unos  $20^{\circ}$  y la rodilla se flexiona lo suficiente como para que el pie pueda elevarse del suelo. Cuando la pierna completa la fase de oscilación, el pie adelantado golpea el suelo con el talón ya que el pie en este punto se ha dorsiflexionado para no tocar el suelo durante el balanceo, cuando el cuerpo pasa por encima del talón-pie, la rodilla pasa de una posición levemente flexionada a la extensión total, de forma que el peso corporal no recaiga en la rodilla flexionada. Cailliet (2006) dice que en

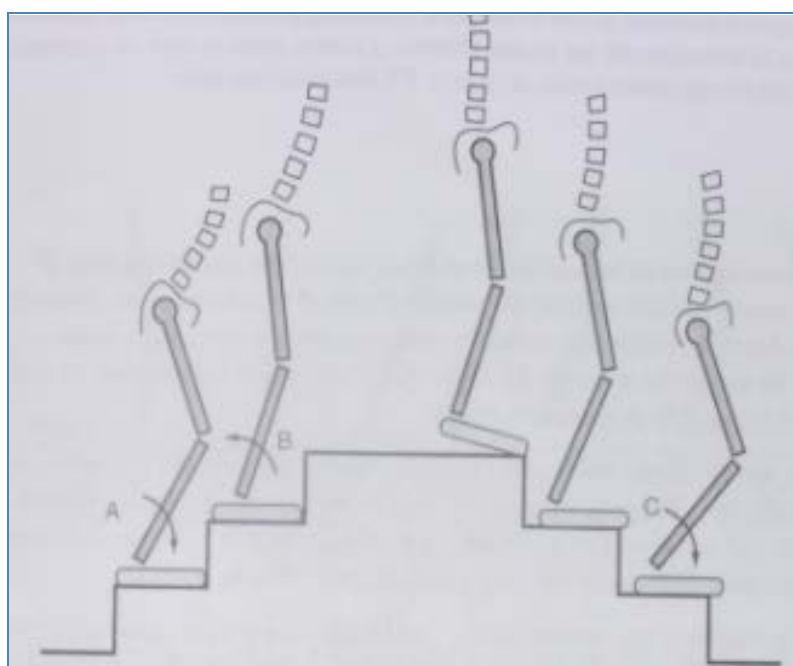
el momento en que se da el impacto del golpe del talón, la rodilla se curva levemente ( $15^{\circ}$ ) para minimizar el impacto.

## 1.20 La Rodilla en la Subida y Bajada de Escaleras

El grupo muscular del cuádriceps es vital en la subida y bajada de escaleras (figs. 14-15)<sup>7</sup>

**Figura 14**

### **Subida y bajada de escaleras: movimientos articulares y musculares**



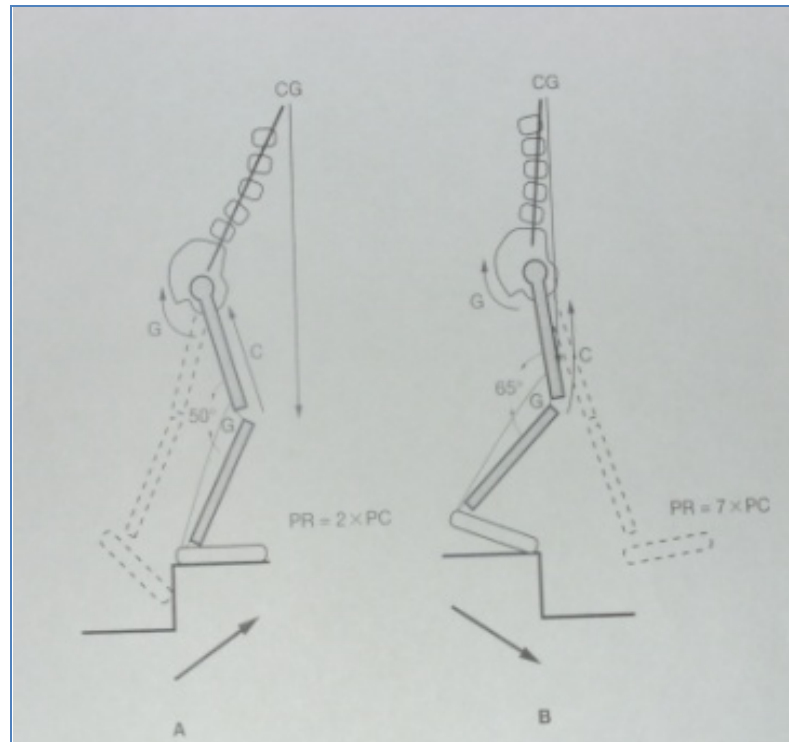
**Fuente:** Renovell Blasco. Pág. 63

La articulación pie-tobillo interviene en la subida y bajada de escaleras, pero los músculos del cuádriceps constituyen la fuerza principal (A). Inicialmente la articulación pie-tobillo se dorsiflexiona pasivamente, produciendo gradualmente la flexión plantar (B) a medida que se extiende la rodilla. En el descenso, el cuádriceps desacelera a medida que el pie se dorsiflexiona pasivamente (C).

<sup>7</sup> *Ibíd.* Pág. 235.

**Figura 15**

**Subida y bajada de escaleras: presión rotuliana**



**Fuente:** Renovell Blasco. Pág. 64

**A**, en la subida de escaleras, la rodilla se flexiona  $50^{\circ}$  cuando el cuerpo se inclina hacia delante, avanzando el centro de gravedad (CG) y aumentando la eficiencia glútea (G). La presión rotuliana (PR) se produce debido a la contracción del cuádriceps (C), y es dos veces el peso corporal (PC). **B**, en la bajada de escaleras, la rodilla se flexiona una media de  $65^{\circ}$  cuando el cuerpo retrocede hacia el centro de gravedad, disminuye la eficiencia glútea, y la presión rotuliana equivale a siete veces el peso corporal.

## **CAPÍTULO II**

### **2 ESGUINCES**

#### **2.1 Definición**

Una lesión sin luxación en los ligamentos articulares, se conoce con el nombre de esguince, también llamado torcedura. La misma que se trata de una distensión de los ligamentos, que puede a la vez puede acompañarse de rotura, e incluso de fibras musculares adyacentes, lo que distiende la articulación más allá de los límites fisiológicos. En el momento en que se está produciendo el esguince, las superficies articulares llegan a perder el contacto entre sí, para luego, volver a su posición inicial.

Toda la situación indicada provoca en primer lugar, un dolor intenso en la zona de la articulación correspondiente al ligamento lesionado, que se acompaña de inflamación y, en ocasiones, equimosis (hematoma) por rotura de vasos sanguíneos adyacentes. Como consecuencia, de este acto, se suele acompañar de contractura en los músculos que rodean la articulación.

##### **2.1.1 Esguince de Rodilla**

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

- Poseer una gran estabilidad en extensión completa, posición en la que la rodilla soporta presiones importantes, debidas al peso del cuerpo y a la longitud de los brazos de palanca, y;

- 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.

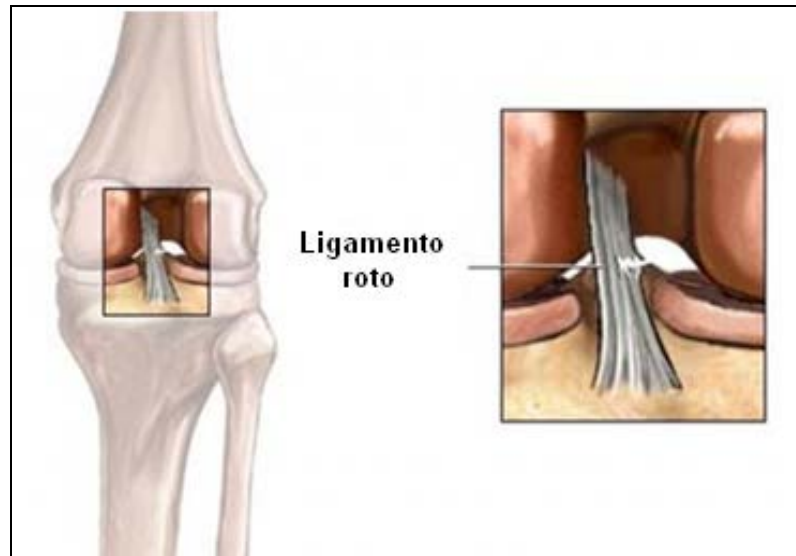
Los esguinces más graves son aquellos en los que se produce una rotura completa de uno o más ligamentos. Los síntomas de un esguince de rodilla incluyen:

- Movimiento disminuido. La rodilla puede sentirse rígida o incapaz de moverse como comúnmente lo hace.
- Dolor o sensibilidad que parece proceder del interior de la rodilla, especialmente al moverla.
- Crujido doloroso o ruido seco en la rodilla en el momento del traumatismo que puede sentirse y oírse.
- Hinchazón y moretón. Estos se presentan en las primeras horas de haber sufrido el esguince, los cuales son causados por el sangrado del ligamento dentro de la articulación de la rodilla.
- Rodilla inestable. Se puede sentir como si la rodilla se trabara o se rindiera con tendencia a fallar en el apoyo, cuando la persona trata de caminar.
- No poder cargar ningún peso en la pierna afectada.
- Acumulación de líquido detrás de la rótula.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> Guten, Gary. (2007). Lesiones en Deportes de aire libre. Buenos Aires. Editorial El Ateneo. Pág. 58.

**Figura 16**  
**Ligamento roto**



Fuente: Marieb, E. Pág. 77

## **2.2 Clasificación del Esguince de Rodilla**

### **2.2.1 Según la Gravedad de la Lesión**

El esguince se clasifica según la cantidad de fibras desgarradas del ligamento. GUTEN (2007) menciona que mientras más fibras estén afectadas, más grave será la lesión:

- Esguince grado 1: simple distensión del ligamento, sin llegar a romperse. (leve) implica el desgarramiento únicamente de unas pocas fibras.
- Esguince grado 2: (moderado) es una rotura parcial del tejido implicado, produce ligera inestabilidad de la articulación al examinarla
- Esguince grado 3: (grave) ruptura total del ligamento, incluso se puede despegar de su inserción ósea. Se caracteriza por un dolor de intensidad aguda o moderada, según la importancia de la lesión; inflamación rápida e impotencia para mover la rodilla. Gran inestabilidad de la articulación.

### **2.2.2 Según la Continuidad**

Al mismo tiempo que se distienden los ligamentos, también pueden lesionarse los vasos sanguíneos, lo que provocará una hemorragia.

El ligamento puede tardar entre 4 y 6 semanas en cicatrizar lo suficiente para resistir de nuevo una sobrecarga sin lesionarse. Así mismo se puede decir que los esguinces se clasifican en:

- Esguinces benignos. Los cuales corresponden a un estiramiento violento de los ligamentos articulares, sin verdadera rotura ni arrancamiento. En el examen clínico, la articulación suele aparecer hinchada y con mucho dolor.
- Esguinces graves. Los mismos que se caracterizan por la producción de un desgarre o un arrancamiento del ligamento. Dando lugar a movimientos anormalmente amplios de la articulación. En el examen clínico, la articulación es dolorosa y aparece hinchada.

### **2.3 Diagnóstico del Esguince de Rodilla**

Para realizar la valoración de la rodilla afectada el mejor momento es de manera inmediata después de la lesión. Ya que al cabo de 24 horas puede incluso existir un grado tal de derrame que impide una exploración adecuada.

La exploración debe ser siempre bilateral, estableciendo comparaciones de las distintas maniobras con la rodilla contra lateral, lo cual será utilizado como referencia. El examen inicial, tiene una gran importancia para orientar el diagnóstico y el tratamiento adecuado.

En la fase aguda, el derrame, el dolor y la contractura no permiten realizar un examen fiable, por lo que se limitará a determinar los puntos dolorosos, el balance articular y la presencia de derrame articular.

Para un correcto diagnóstico kinésico necesitamos tomar en cuenta tres grandes puntos; la evaluación clínica, la evaluación del dolor y los exámenes complementarios; los cuales serán descritos a continuación por separado.

### **2.3.1 Evaluación Clínica de la Rodilla**

Para realizar una correcta evaluación el examinador realizará un examen físico, palpando las áreas de inserción de ligamentos y tendones, observando si se desencadena dolor en cualquier estructura afectada. También pueden palparse las áreas de hinchazón localizada (derrames). El dolor a lo largo de un tendón o en su fijación al hueso (inserción) por lo general indica distensión, mientras que ese dolor a la palpación en un área de ligamento a menudo indica esguince.

Frecuentemente en la evaluación clínica se puede apreciar inestabilidad o movimiento excesivo de la articulación de la rodilla.

Es probable que se note hinchazón (edema) y moretón (equimosis) cerca de la articulación de la rodilla.

La evaluación será ejecutada basándose en puntos esenciales, los mismos que se indican a continuación:

- Inspección
- Palpación
- Examen de la movilidad
- Examen de la laxitud
- Laxitud frontal
- Laxitud sagital
- Maniobras exploratorias
- Test dinámicos
- Evaluación radiológica.

El diagnóstico del esguince de rodilla siempre debe incluir un estudio completo por parte del profesional de la salud, además se deben solicitar estudios que ayuden a identificar la localización y el grado de la lesión. Es fundamental dentro de la evaluación clínica considerar datos como:

Mecanismo del trauma

### **1. Dirección**

- Varo
- Valgo
- Anterior
- Posterior
- Rotación
- Hiper-extensión
- Hiper-flexión

### **2. Tipo de trauma**

- Deportivo
- Accidente de tránsito
- Golpe directo
- Trauma indirecto

Las circunstancias en las que se produjo el esguince pueden orientar, en primer lugar, hacia un buen diagnóstico de la lesión.

#### **2.3.2 Dolor**

Es preciso explorar todas las inserciones periféricas de los ligamentos laterales los cuales indicarán la región topográfica lesionada. En el caso del ligamento cruzado anterior el dolor es intenso, de leve duración, con sensaciones

de crujido (la persona no puede reincorporarse a la actividad que estaba realizando).

### **2.3.2.1 Medición del Dolor**

La medición del dolor en clínica es diferente de lo que ocurre con el dolor experimental ya que en éste es posible cuantificar la calidad y magnitud del estímulo.

En la evaluación clínica, la mayoría de las veces tanto la naturaleza como la intensidad del estímulo son desconocidos, logrando variar ambas cualidades en el tiempo.

A diferencia de otras variables fisiológicas (pulso, presión arterial) no existe un método objetivo y directo que permita medir el dolor.

### **2.3.2.2 Escala de Dolor (EVA)**

Constituye el resultado de la elaboración cerebral de los mensajes generados en el sitio de la herida por estimulación de las terminaciones nerviosas. Sus causas pueden ser: inflamación, presión sobre la úlcera, cambios de cobertura, exposición atmosférica o complicaciones de la herida, las que aumentan con los estados emocionales.

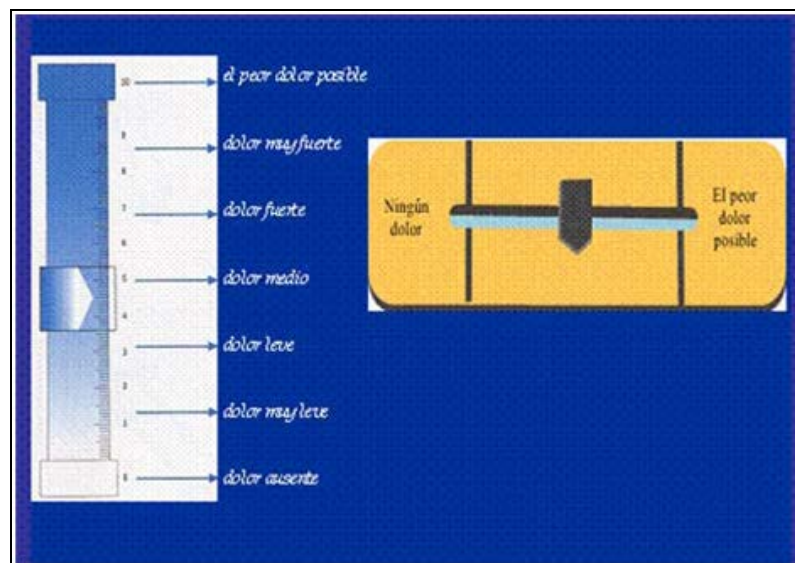
La Escala Analógica Visual (EVA) es otro abordaje válido para medir el dolor y conceptualmente es muy similar a la escala numérica, cuyo método consiste en presentar al paciente una regla con una línea horizontal sin números, generalmente de 10 centímetros de largo, cuyos extremos están delimitados por una marca que expresa «sin dolor», y en el otro extremo «peor dolor que haya sentido alguna vez ».

La persona debe marcar un punto en la línea que indique el grado de dolor que siente en ese momento de acuerdo a su percepción individual. Por el reverso, la línea está numerada del 0, «sin dolor», al 10, «peor dolor que haya sentido», lo

que permite a la persona que está realizando la evaluación asignar un valor numérico al grado de dolor evaluado.

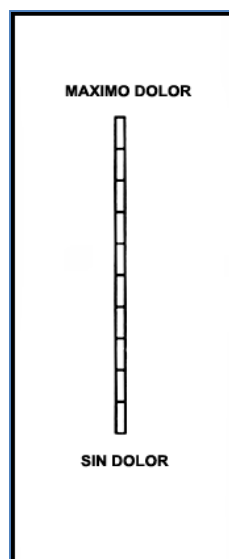
La ventaja de la Escala Analógica Visual (EVA) es que no se limita a describir 10 unidades de intensidad, permitiendo un mayor detalle en la calificación del dolor.

**Figura 17**  
**Escala visual analógica (EVA)**



Fuente: M. Schunke: Prometheus.. Pág. 102

**Figura 18**  
**Diseño estándar de escala visual análoga de 10 cm.**



Fuente: M. Schunke: Prometheus.. Pág. 104

### 2.3.2.3 Escala de Dolor Doloplus

La escala Doloplus fue desarrollada por un grupo de angiólogos y geriatras franceses para medir la evaluación del dolor del comportamiento en pacientes con deterioro cognitivo, pues comprobaron las diferencias entre estado de sus pacientes y resultados con las escalas habitualmente utilizadas, la misma que está conformada por 10 ítems que son:

1. Quejas somáticas
2. Posiciones antálgicas al reposo
3. Protección de las zonas dolorosas
4. Muecas
5. Sueño
6. Limpieza y Vestirse
7. Movimiento
8. Comunicación
9. Vida social
10. Trastornos del comportamiento

### 2.3.3 Exámenes Complementarios

Además del interrogatorio y la evaluación kinésica completa, existen exámenes complementarios para ayudar a diagnosticar los problemas de esguinces de rodilla dentro de los cuales se pueden incluir los siguientes:

**Rayos X.-** Examen de diagnóstico que usa rayos invisibles de energía electromagnética para obtener imágenes de tejidos internos, huesos y órganos en una placa.

**Imágenes por Resonancia Magnética.-** (Siglas en inglés es: MRI) procedimiento de diagnóstico que utiliza una combinación de imanes grandes, radiofrecuencias y una computadora para producir imágenes detalladas de los órganos y las estructuras internas del cuerpo, puede detectar a menudo daños o enfermedades en un ligamento o músculo circundante.

**Tomografía computarizada.-** (Su sigla en inglés es CT o CAT) examen de diagnóstico por imagen que utiliza una combinación de rayos X y tecnología computarizada para producir imágenes transversales (a menudo llamadas rebanadas) del cuerpo, tanto horizontales como verticales. Una tomografía computarizada muestra imágenes detalladas de cualquier parte del cuerpo, incluidos los huesos, los músculos, la grasa y los órganos. La tomografía computarizada es más detallada que los rayos X regulares.

**Artroscopia.-** Procedimiento de diagnóstico y tratamiento de invasión mínima que se utiliza en las condiciones de las articulaciones. En este procedimiento se emplea un pequeño tubo óptico iluminado (artroscopio) que se inserta en la articulación a través de una pequeña incisión practicada en ella. Las imágenes del interior de la articulación se proyectan en una pantalla y se utilizan para evaluar cualquier cambio degenerativo y, o artrítico en la articulación, para detectar enfermedades y tumores de los huesos y para determinar las causas de la inflamación o dolor.

## **CAPÍTULO III**

### **3 TRATAMIENTO DE FISIOTERAPIA Y KINESIOLOGÍA**

#### **3.1 Introducción**

Debido a la complejidad tanto en la etiología, como en la patogenia asociada a los esguinces de la rodilla, la existencia de tratamientos se ve reflejada en la gran variedad que se proponen actualmente en los campos kinesiológicos y de fisioterapia para el esguince de rodilla. Se toma en cuenta parámetros como: la eficacia de la información proporcionada al paciente, que va encaminada a la colaboración del paciente para el cumplimiento del programa de rehabilitación; además se propone el reposo con un acuerdo casi general en limitar y modificar las actividades y los gestos que provoquen dolor, sin llegar al reposo absoluto; también está comprobado mediante estudios científicos la importancia de la fisioterapia que tiene como caminos; la disminución del dolor mediante agentes físicos, crioterapia, el fortalecimiento muscular de cuádriceps, isquiotibiales combinados con ejercicios de elongación de estructuras tensas como la cintilla iliotibial y retináculo.

#### **3.2 Tratamiento Conservador**

Se aplica a situaciones de contraindicación del tratamiento quirúrgico. En pacientes no deambulantes, suele ser suficiente una inmovilización precoz.

En este tipo de tratamiento en los esguinces laterales, interno o externo, Concha Carlos Lucas (2002) propone la inmovilización rígida, con una calza de escayola durante cuatro a seis semanas. En nuestros días se ha calmado el tratamiento con ortesis que permiten una inmovilización estable y un mayor confort.

Los tratamientos realizados en la actualidad buscan una recuperación más rápida, con rehabilitación precoz. Con un vendaje funcional, se limita el arco de movilidad lateral externo de la rodilla, aumentado por la lesión del ligamento del lado contrario. En esta posición, se ayudará a la cicatrización del ligamento y la reparación de la lesión. Ehmer (2005) propone un vendaje realizado con máximo cuidado para respetar el movimiento fisiológico de la rodilla, consiguiendo también una fijación suficiente.

Las ortesis, aunque no permiten el mismo grado de inmovilización que la escayola, permiten todo lo mencionado. La atrofia muscular es menor y el paciente puede atender su aseo personal. Después de un período de 3-6 semanas de inmovilización, se inicia la rehabilitación con dos objetivos que son:

- Recuperar la movilidad, si la hubiera perdido.
- Recuperar el volumen y la potencia muscular.

Constantemente queda un grado de mayor holgura lateral que el anterior, por lo que la recomendación es seguir practicando ejercicios de potenciación muscular que la compensen.

Con estos dos propósitos Concha, Carlos Lucas. (2002) propone:

- Movilizaciones activas y pasivas, dirigidas por el fisioterapeuta.
- Fricciones en la zona lesionada para favorecer la vascularización y el proceso de rehabilitación.
- Electro estimulación, tratando de conseguir una potenciación de la musculatura de forma pasiva, sin movimiento articular
- Pedaleo en bicicleta comenzando por pedaleo libre, sin cargas, y aumentando progresivamente la resistencia.

- Runing-pool. Ejercicios destinados a la recuperación realizados dentro del agua. Las condiciones de flotabilidad favorecen la recuperación de la movilidad articular perdida. Por otra parte, la resistencia del agua obliga a realizar un mayor trabajo muscular.
- Carrera continúa cuando la recuperación está más avanzada.

### **3.3 Tratamiento Kinesiológico en el Esguince de Rodilla**

Es de suma importancia conocer que los esguinces y las distensiones leves se tratan de manera conservadora con reposo de la actividad que produjo la lesión, en especial evitando trabajo de giro o carga de la rodilla.

El tratamiento incluye aplicación de hielo, administración de medicamentos antiinflamatorios, vendajes ligeros en la rodilla, y ejercicios de fortalecimiento de músculos. Sánchez-Ibáñez, JM. (2005) menciona que los esguinces y las distensiones moderados a menudo se tratan con aparatos ortopédicos que restringen el movimiento de la rodilla pero no lo eliminan.

Es importante que se recuperen, la extensión y flexión completas de la rodilla después de la lesión, mientras que se restringe la rotación. Las modalidades de terapia física para disminuir la inflamación, fortalecer músculos, y restituir el equilibrio y la agilidad, constituyen una parte integral del tratamiento, razón por lo cual se debe considerar el tratamiento empezando por:

#### **3.3.1 Pre Quirúrgico**

Bowen, T. R. (2005) propone un tratamiento conservador pre quirúrgico que tiene como objetivo disminuir la inflamación, evitar el dolor, conservar o aumentar el arco de movilidad, mantener la fuerza muscular e iniciar la relación del paciente con el equipo de tratamiento y rehabilitación.

Para el ligamento cruzado anterior este objetivo muscular, es fundamental; conocer las alteraciones biomecánicas producidas por la lesión de la rodilla previamente a la aplicación de las cargas.

De la misma manera, la lesión del ligamento cruzado anterior establece modificaciones nerviosas, como son la disminución de la propiocepción y la kinestesia y la alteración del reclutamiento muscular (cuádriceps e isquiotibiales).

Razón por la cual es de suma importancia aplicar diferentes procedimientos para el mantenimiento y la recuperación del tono muscular dividido en fases:

En la primera etapa el uso de los ejercicios isométricos son de gran utilidad. (Fig. 17). Sin embargo su utilización y beneficio, no han sido adecuadamente señalados, existen algunos datos que le asignan una aceptable relación beneficio/riesgo

**Figura 19**  
**Ejercicios isométricos de cuádriceps**



**Fuente:** Logroño's Fisioterapia, 2011.

El peligro de daño articular y meniscal es mínimo, principalmente si se compara con los ejercicios dinámicos/isotónicos, mientras que los beneficios

expresados con parámetros de fuerza e hipertrofia muscular son semejantes a los que aporta el trabajo dinámico/isotónico.

En esta primera fase de rehabilitación inmediata, ya sea con pacientes que van a ser sometidos a cirugía o en pacientes con tratamiento conservador, es primordial que la persona adopte un estilo de vida en el que reduzca o desaparezca las actividades de alto impacto o que impliquen el mecanismo de pivote (giros, cambios de dirección, aceleración, deceleración).

### **3.3.2 Post Quirúrgico**

La recuperación de la extensión completa será uno de los propósitos primordiales en el tratamiento post quirúrgico del esguince de rodilla .La extensión pasiva de 0° a -5° no supone una tensión excesiva al injerto (Figura 17). Thomson, L. C. (2005) menciona que la finalidad es re-establecer el arco de movimiento de forma precoz lo cual permite disminuir el dolor, disminuir los cambios adversos al cartílago articular, favoreciendo la nutrición de éste, promueve la cicatrización.

El profesional de la rehabilitación debe evaluar las numerosas causas que pueden limitar el movimiento, como la hipo-movilidad de la rótula, la inhibición del cuádriceps, la disminución del movimiento accesorio de la articulación femorotibial y la defensa o tirantez muscular.

**Figura 20**  
**Extensión forzada de la rodilla**



**Fuente:** Logroño's fisioterapia, 2011

En la post-cirugía, el déficit del cuádriceps es mayor que los isquiotibiales en una proporción de 2/1, en donde la insuficiencia del cuádriceps tendrá consecuencias negativas, como dolor femoro-patelar, déficit de la extensión y mayor inestabilidad funcional. La recuperación de los isquiotibiales suele ser más rápida, de aproximadamente el 80% a los 2 meses (dominancia de fibras tipo I).

Un fortalecimiento precoz y satisfactorio del cuádriceps ayudará a recuperar la extensión completa de la rodilla, a re-establecer la movilidad normal de la rótula y a corregir la marcha antiálgica. En este tipo de tratamiento de rehabilitación se puede introducir con seguridad ejercicios de potenciación en cadena cinética cerrada, ya que los mismos son de naturaleza más funcionales y pueden acelerar la reincorporación a la actividad. La ventaja de estos ejercicios es que implican una jerarquía de acciones excéntricas, isométricas y concéntricas (Figura 19).

**Figura 21**  
**Trabajo excéntrico-concéntrico en Cadena Cinética Cerrada en sector**  
**óptimo de carga mediante sistema excéntrico**



**Fuente:** Schenck. Pág. 67

Consecutivamente en la rehabilitación, entre la 6ª y 8ª semana, el injerto ya se ha integrado a los túneles mediante una fijación secundaria osteo-ligamentosa y la finalidad es recuperar la movilidad completa de la rodilla, fortalecer la musculatura con gran incidencia en el trabajo excéntrico, implantar entrenamiento neuromuscular dinámico de forma progresiva, mejorar el patrón de la marcha e inicio de la carrera con dificultad progresiva.

Antes de empezar a correr Sánchez-Ibáñez, JM. (2005) opina que la fuerza del cuádriceps de la extremidad lesionada debe haber recuperado al menos el 80% de la fuerza respecto al lado sano, y la cicatrización de la plastia debe ser suficiente aproximadamente 8 semanas para la reconstrucción del ligamento. La carrera empieza sobre una cinta sin fin y progresará hasta la carrera en pista.

Un aspecto importante a la hora de diseñar un programa de ejercicios excéntricos progresivos es determinar el sector óptimo de carga para los ligamentos, el cual vendrá determinado por las características biomecánicas de la

plastia, permitiendo iniciar una fisioterapia precoz para evitar los efectos adversos de la inmovilización, garantizar el campo articular óptimo para proteger la plastia de tensiones excesivas y evitar fuerzas de compresión excesivas en la articulación femoro-patelar.

Según Concha, Carlos Lucas. (2002) el ejercicio excéntrico desarrolla el umbral de activación de los órganos tendinosos de Golgi, permitiendo un incremento de la fuerza y la potencia del músculo

La rehabilitación neuromuscular, se realizará mediante plataformas móviles y dispositivos de perturbaciones (Figura 20)

Debido a la carencia prolongada de receptores propioceptivos en la plastia, la estabilidad mecánica de la rodilla debería ser reforzada por la estabilidad neuromuscular.

El entrenamiento neuromuscular específico tiene un beneficio directo en la mejora del control neuromuscular.

**Figura 22**

**Entrenamiento con perturbaciones en plataforma mecánica vibratoria en superficie inestable.**



**Fuente:** Logroño's fisioterapia, 2011

En la actualidad basados en la evidencia, sobre la efectividad de varios programas de rehabilitación usados para el tratamiento de la reconstrucción de los ligamentos, se establece que: los programas de rehabilitación deben ser en cadena cinética cerrada con movimientos de la articulación de la rodilla bajo los 60° para el fortalecimiento del cuádriceps, sin aumentar la tensión sobre el ligamento y sin aumentar la tensión sobre la articulación patelo-femoral.

### **3.3.3 Quirúrgico**

Este tipo de tratamiento es indicado en el paciente que: por motivos profesionales o recreativos necesite realizar movimientos de pivoteo de la rodilla y aquel paciente que además de la lesión del ligamento, presenten una lesión de los meniscos; pueden someterse a cirugía para arreglar solamente los meniscos o para tratar el ligamento y los meniscos.

Los esguinces graves (de tercer grado) a menudo requieren intervención quirúrgica para reparar el tejido desgarrado o reconstruirlo. Como sugiere Kvist, J. (2005) la decisión de reparar o reconstruir un ligamento se basa en la magnitud de la inestabilidad, la probabilidad de aumento de la lesión sin reparación, y cualquier lesión relacionada.

## CAPÍTULO IV

### 4 CADENAS CINÉTICAS

#### 4.1 Definición

El estudio de las cadenas cinéticas como señala, White (2006) es fundamental, debido a que permiten entender el sentido y orientación de un movimiento según donde se establezca el punto de apoyo. Las cadenas cinéticas se forman por la interacción de la musculatura y de las articulaciones.

El cuerpo humano está compuesto por una serie de segmentos articulados cuyos movimientos se transmiten unos a otros, y la efectividad del resultado final dependerá del grado de libertad de sus articulaciones y de la participación de la musculatura agonista y antagonista, ante lo cual es preciso recordar las acciones de los diferentes músculos:

- Músculo agonista: es el que realiza la acción.
- Músculo antagonista: es el que se opone al movimiento.
- Músculos fijadores: son aquellos que no participan activamente en el movimiento pero ayudan a la correcta realización del mismo mediante una función estabilizadora.

Del mismo modo se debe tener presente que la mayor parte de los gestos cotidianos requieren la movilización de varias articulaciones para asegurar el desplazamiento de los diferentes eslabones óseos unos respecto a otros. Cada movimiento se realiza a expensas del engranaje perfecto entre articulaciones sucesivas (conjunto de articulaciones y músculos que realizan una acción).

La gran riqueza de movimientos se debe a la suma de los grados cinéticos de cada una de las articulaciones que conforman dicha cadena cinética permitiendo una mayor calidad de movimiento en cuanto a coordinación, destreza, correlación y captación. Este sistema mecánico complejo se llama Cadena Articulada y ofrece al cuerpo la posibilidad de moverse en todos los planos del espacio

Se conoce con este término a un modo de ejecución del trabajo muscular durante un movimiento, en el cual participa un conjunto de músculo agonista y sinergistas, inducido por la regulación de un patrón de movimiento. A su vez cada patrón responde a una unidad neurológica por participar de un control motor dependiente de la inervación recíproca. Cada músculo integrante se encarga de la operación de un movimiento parcial, que es componente de un movimiento total por diferentes eslabones al que denominamos cadenas cinemáticas.

La base fisiológica de las cadenas depende de una actividad compleja bien organizada y sincronizada de varios sistemas de órganos, así como de la interacción de diferentes leyes que se aplican en la producción del movimiento. Entre los sistemas que intervienen se destacan:

- Sistema Óseo-articular y ligamentoso: Para producirse una cadena cinemática, deben estar implicado varias articulaciones o palancas óseas, cada una de ellas relacionadas, donde el brazo fijo de una palanca sea el brazo móvil de la otra. Cada una de estas conexiones de palancas tiene un orden que facilita la amplitud del movimiento. De este modo se garantizan en la cadena cinemática todos los grados de libertad necesarios para garantizar toda la amplitud de movimiento.
- Sistema Muscular: Una cadena se irá formando en la medida que interactúen músculos agonistas y sinergistas, pero, en contraparte necesita de la acción contraria del músculo antagonista. Los primeros responderán a un patrón de contracción muscular y los segundos a uno de tipo relajación con elongación. La actividad en común de ambos, con

acciones diferentes garantizarán el desempeño del patrón de movimiento en su amplitud.

- Sistema Nervioso: Participa como controlador y regulador de la actividad voluntaria del movimiento, la fuerza, la velocidad y la coordinación para que se pueda producir con calidad toda la amplitud del movimiento de la cadena. Para la producción de una cadena entran en juego la participación de varios elementos neurales, tales como la acción en conjunto de la corteza motora primaria, la premotora y la auxiliar, así como la integración de los núcleos del tálamo y el cerebelo. El producto final de este control funcional recae en la sincronización de la actividad de los músculos agonista apoyada por los sinergitas y la relajación por elongación de los músculos antagonistas.

#### **4.1.1 Leyes o Principios presentes en la Actividad de una Cadena Cinética**

- Ley de la aproximación y de la distorsión: su base fisiológica radica en que al contraerse un músculo tienden a aproximarse sus tendones, dando como resultado un acortamiento del vientre, al finalizar este proceso, los tendones que partieron de planos diferentes deben, quedar en un mismo plano, dejando su fibras musculares en alineación con ellos, de esta forma se produce una contracción efectiva en la cadena. El producto final en una amplitud de las palancas integrantes cada una en su grado máximo de libertad.
- Tipo de contracción: para que se produzca una cadena cinemática, debe efectuarse una contracción de tipo isotónica, pues las isométricas no garantizan grado de libertad del movimiento.
- Leyes de Sherrington: son las leyes de la contracción muscular.
- Primera Ley: Un músculo cuando recibe un estiramiento máximo, sufrirá como efecto reflejo una aproximación intensa de sus bordes, ocasionando

una contracción máxima, lo que quiere decir que a un estiramiento extremo, el músculo se contrae con mayor potencia que en condiciones de trabajo normal.

- Segunda ley: Cuando un músculo agonista ejecuta un movimiento se contrae por inervación inversa y sucesiva, el músculo antagonista se relajara al máximo. Pero quedara preparado este antagonista para efectuar una contracción más efectiva.
- Principio de la Resistencia Máxima: se cataloga como la base de las técnicas de facilitación neuromuscular. Tiene como fundamento el principio de estimulación de los huesos musculares y el incremento gradual de la tensión intramuscular, que provee al músculo de una gran energía para doblar su fuerza y a su vez, en fuente de irradiación de esa energía a los músculos que realicen su mismo patrón de movimiento o, a los antagonistas de él.
- Patrones de Movimiento: existe grupos musculares que se encuentra inervado por un mismo nervio, lo que obliga a los mismos a trabajar en unidad, trabajando unos como agonista principales del movimiento y otros como auxiliares. De esta forma el músculo que participa en diferentes palancas trabajaran a la vez, y con el mismo movimiento, garantizando el desplazamiento de un miembro en sus grados de libertad de movimiento.

Como se podrá observar todos estos principio y leyes van dando la idea, que cuando se trabaja con un paciente con un fin (sea buscando fuerza, velocidad o resistencia) se debe tener en cuenta tanto aspecto para formular los objetivos y no producir daños al pacientes en otros segmentos distantes del que se trabaja por el empleo de estos principios.

## 4.2 Clasificación

### 4.2.1 Cadena Cinética Cerrada

Este movimiento se caracteriza por producir una fijación del segmento distal, y el que se desplaza es el segmento proximal, es decir, el segmento proximal se desplaza sobre el distal.

Se debe tener en cuenta que los segmentos corporales que participan se encuentran prisioneros por un elemento externo. Al aplicar fuerzas se pueden producir modificaciones del centro de gravedad del paciente sin que se liberen las extremidades del sistema, es por tal motivo que se les consideran movimientos organizados en cadenas muy estables.

Estos movimientos típicos de cadena cerrada son los de empuje o tracción con apoyos en superficies inmóviles. Barboza, G. (2005) explica que los movimientos de fondos de brazos o piernas, así como los de trepa, son gestos organizados dentro de una cadena cinética cerrada.

**Figura 23**

#### **Ejercicio en cadena cinética cerrada**



**Fuente:** Logroño's Fisioterapia, 2011

Un ejemplo muy claro es cuando se observa un ejercicio de barra de un gimnasta. La barra permanece inmóvil y es el cuerpo del gimnasta y sus segmentos los que organizan el movimiento alrededor de la barra, su centro de gravedad se desplaza continuamente por el espacio, al aplicar una fuerza, las manos agarradas a la barra transmiten esta energía a los segmentos proximales y el tronco que terminan desplazándose.

**Figura 24**  
**Ejercicio con barra inmóvil**

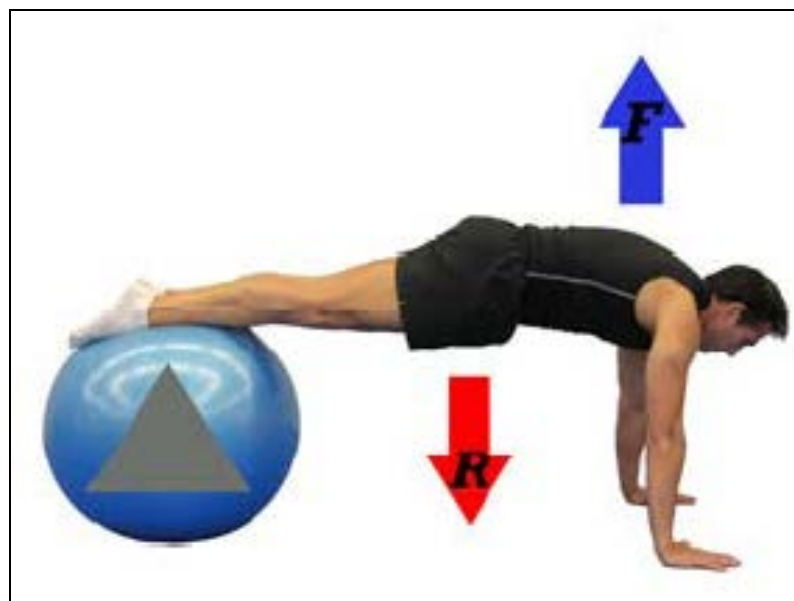


**Fuente:** Logroño's Fisioterapia, 2011

El cuerpo genera unas fuerzas e inercias que terminan por desplazar al propio cuerpo. Cualquier movimiento dentro de una cadena cerrada, suele ser multi articular, colaborando además con muchos grupos musculares para actuar como estabilizadores.

Palanca de segundo género en la que la resistencia se encuentra entre el punto de apoyo y la potencia o punto de aplicación de la fuerza. Un ejemplo de este tipo de palancas es la carretilla.

**Figura 25**  
**Palanca de segundo genero**



Fuente: Ehmer, B. Pág. 35

#### **4.2.1.1 Acción de los Músculos en una Cadena Cinética Cerrada**

##### Análisis de una unidad cinética cerrada

La unidad cinética cerrada es semejante a una unidad abierta, basta invertir el sentido de la fuerza muscular, pues el extremo distal del músculo puede considerarse como fijo y la inserción proximal como móvil. Lo cual ha permitido reconsiderar cierta fisiología de músculos de las extremidades inferiores en el apoyo unipodal o bipodal.

#### **4.2.2 Cadena Cinética Abierta**

Aquí se produce una fijación de los segmentos proximales y el movimiento se produce a nivel de los segmentos distales, al contrario de lo que sucede en los movimientos de cadena cerrada. En este caso es el segmento distal el que se mueve sobre el proximal.

Por otro lado se puede encontrar movimientos de cadenas abiertas muy simples como una extensión de rodilla en una máquina de extensión de

cuádriceps, donde se encontrará un movimiento monoarticular ejercido por la contracción de un solo músculo como el cuádriceps, encajado dentro de un control motor nada exigente.

**Figura 26**

**Ejercicio en cadena cinética abierta**



**Fuente:** Logroño's Fisioterapia, 2011

Además las cadenas abiertas pueden llegar a ser bastante complejas, las mismas que pueden llegar a involucrar a varias articulaciones y decenas de músculos, lo cual convierte a la organización del movimiento en un complejo ajuste neuromotor donde la coordinación intermuscular es clave para el éxito del movimiento. Un claro ejemplo de cadena abierta compleja es cualquier tipo de lanzamiento en el que se desea una precisión (lanzamiento balonmano, fútbol) o imprimir la mayor fuerza posible (lanzamiento de jabalina).<sup>9</sup>

Es importante tener en cuenta que los movimientos organizados en cadenas abiertas, aparece un primer segmento que se encuentra articulado a una base fija y con posterioridad se articulan, uno tras otro. Debido a esta organización del movimiento en cadena de segmentos proximales a distales, las fuerzas se transmiten hacia el exterior.

---

<sup>9</sup> Barboza, Gladys. (2009). Texto Guía teórico – práctica. Kinesiterapia. Edición 2009. Pág. 72.

Es por esta razón por la que requieren de una mayor exigencia mecánica y neuromotora. Para que esta fuerza se transmita en la dirección e intensidad adecuada, necesita de una correcta coordinación intermuscular entre segmentos, en el momento en que la fuerza aplicada pase por un segmento y no se coordine adecuadamente, el error se transmitirá a los siguientes segmentos desencadenando una aplicación errónea de la fuerza pretendida.

La musculatura estabilizadora y fijadora del tronco realiza una función muy importante en este tipo de acciones de cadena abierta. El tronco se estabiliza para realizar la función de punto de apoyo de los segmentos distales, que actúan a modo de palanca para aplicar fuerza sobre otros cuerpos. En muchos gestos, el centro de gravedad del cuerpo puede permanecer estable durante la ejecución del movimiento.

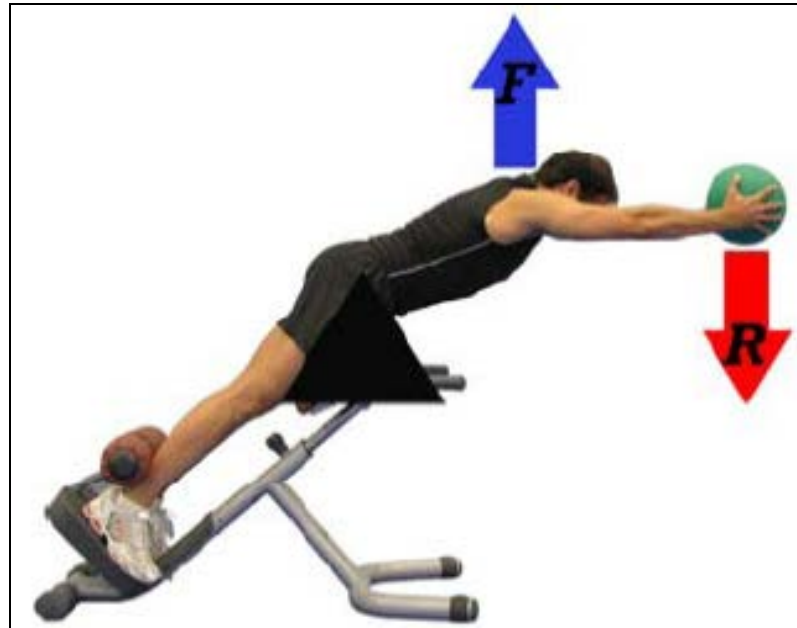
Es necesario recordar que los gestos de cadena abierta son los más comunes tanto en la vida cotidiana, como en los deportes. En cualquier deporte de raqueta se podrá observar como al golpear la bola, el movimiento se inicia desde lo proximal, se encadenan contracciones musculares sucesivas con sentido próximo-distal generando una fuerza e inercia que termina transmitiéndose al objeto externo y el resultado es que el objeto externo se desplaza en la dirección del vector de fuerza aplicado sobre él.

En teoría es una sucesión de movimientos mono articulares pero que se organizan consecutivamente. Los movimientos más simples utilizan un número limitado de grupos musculares y suelen llamarse de aislamiento ya que a veces participa un solo grupo muscular.

En una extensión de rodilla, solo actúa el músculo del cuádriceps. En movimientos de cadenas abiertas se utilizan palancas de tercer género, siendo la más frecuente en el cuerpo humano. En estos casos, el punto de potencia o de aplicación de la fuerza se encuentra situado entre el punto de apoyo y la resistencia.

**Figura 27**

**Palanca de tercer genero**



Fuente: Ehmer, B. Pág. 37

**4.2.2.1 Acción de los Músculos en la Cadena Cinética Abierta**

**Análisis de una unidad cinética**

La unidad cinética se halla compuesta de tres elementos que componen la tríada cinética, dos eslabones óseos, una articulación y un sistema muscular motor, tomando como ejemplo una articulación con un solo grado de movilidad, que permite movimientos de acercamiento y alejamiento de los eslabones óseos (flexo-extensión) es posible distinguir dos grupos musculares que son:

- a) El grupo que asegura la flexión y,
- b) El grupo que asegura la extensión

En el desplazamiento en flexión todos los músculos motores que realizan este movimiento son denominados agonistas, o agonistas sinérgicos porque se asocian a la realización de una función. Los músculos del grupo extensor estirados son los antagonistas, e inversamente en la extensión.

La organización no es tan simple para articulaciones con varios grados de libertad, como es el caso del hombro que tiene tres grados de libertad.

A nivel de un mismo músculo puede ocurrir que diferentes fascículos se hacen antagonistas.

## **CAPITULO V**

### **5 PROPUESTA PARA REHABILITACIÓN FÍSICA EN ESGUINCES DE RODILLA MEDIANTE TRABAJO EN CADENA CINÉTICA CERRADA**

#### **5.1 Introducción**

Los esguinces de ligamento son los más comunicados en las lesiones deportivas de la rodilla. Estos pueden darse por golpes directos desde el lado lateral en dirección central en cualquier posición de la rodilla, sean leves o moderados pueden afectar a la articulación de tal manera que ésta, queda inestable y vulnerable a otras alteraciones internas. A esto se suma la fuerza muscular que soporta la articulación.

Los tejidos blandos, los cartílagos semilunares, los ligamentos cruzados, el aparato ligamentoso, la gran sinovial y la patela, son estructuras dispuestas para la protección y la estabilidad de la rodilla. Es decir que al sufrir una patología o lesión de rodilla, estos se encuentran directamente afectados.

El esguince de rodilla es la lesión de ligamentos que componen la articulación de rodilla, por medio de una ruptura, desgarro, distensión o hiperlaxitud. Esta puede ser de dos tipos; parcial, cuando se presenta en algunas de las fibras. O completa, cuando se presenta en todos.

Las lesiones ligamentarias de rodilla son frecuentes y se caracterizan por ser altamente incapacitantes, además de un período de curación extenso, producidas debido a fuerzas valguizanes, varizantes, hiperflexión, hiperextensión, y por mecanismos mixto, como los rotacionales, estas lesiones pueden ser únicas o combinadas.

Cabe destacar que debido a una alta incidencia en el área deportiva especialmente, a la diversidad de tratamientos y a los enfoques terapéuticos frente a los esguinces de rodilla, ya sea para evitar la cirugía o en su defecto actuar desde la fisioterapia en el pre y post operatorio de la misma, el presente trabajo busca la actualización de conocimientos mediante la recolección de información científica, para tratar sobre una de las técnicas no solo más utilizadas, sino una de más eficaces frente a lesiones ligamentosas, como son los ejercicios en cadena cinética cerrada.

## **5.2 Objetivos**

1. Definir la estructura anatómica, función biomecánica y esguinces del complejo articular de la rodilla.
2. Detallar las cadenas cinéticas, enfatizando la cadena cinética cerrada.
3. Determinar los ejercicios de la cadena cinética cerrada del tratamiento fisio-kinésico de los esguinces de rodilla.

## **5.3 Anatomía y Fisiología de la Rodilla**

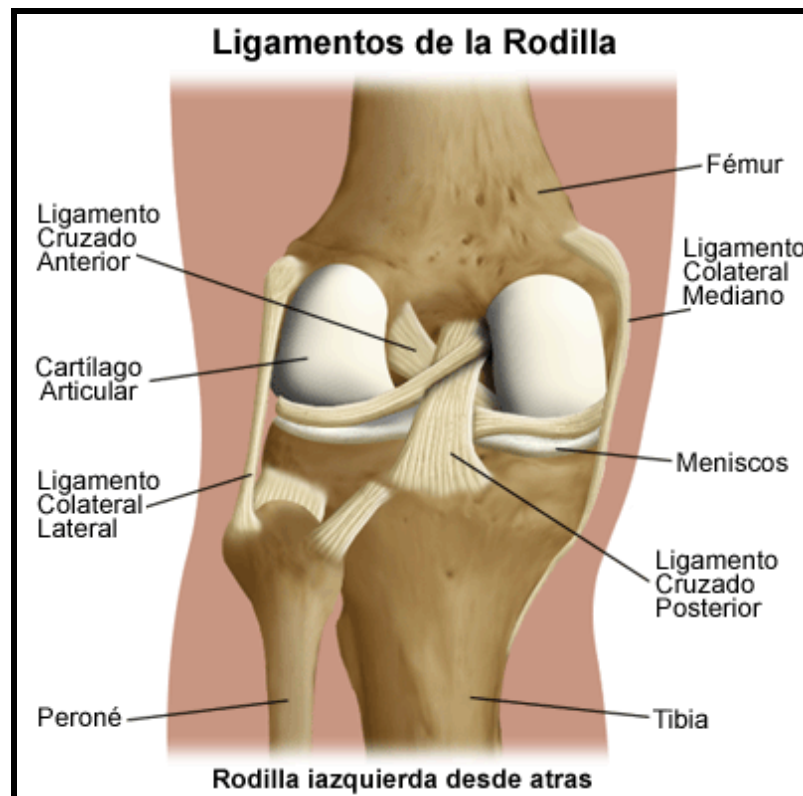
La rodilla constituye la articulación más grande del esqueleto humano, es una articulación intermedia del miembro inferior, está compuesta de hueso, cartílago, líquido sinovial que sirve como lubricante y ligamentos que la cruzan en donde cada uno de los cuales aportan algo diferente. En ella se unen tres huesos que son: el extremo inferior del fémur, el extremo superior de la tibia y la rótula.

En esencia es una articulación de suma importancia para la marcha y la carrera, pues la rodilla trabaja comprimida por el peso que soporta del cuerpo en el despegue y la recepción de saltos. Además la rodilla es uno de los elementos del cuerpo humano más complejo, debido a cómo está acoplado al diseño de la misma, principalmente, es una articulación dotada de un solo sentido de libertad de movimiento que es la flexión-extensión, que permite acercar o alejar, más o menos, el extremo del miembro a su raíz.

De forma accesoria, la articulación de la rodilla posee un segundo sentido de libertad, que es la rotación sobre el eje longitudinal de la pierna, que solo aparece cuando la rodilla esta en flexión.

Es necesario mencionar que su mecánica articular resulta muy compleja, por una parte ha de poseer una gran estabilidad en extensión completa para soportar el peso corporal sobre un área relativamente pequeña; pero al mismo tiempo debe estar dotada de la movilidad necesaria para la marcha y la carrera, y para orientar eficazmente al pie en relación con las irregularidades del terreno.

**Figura 28**  
**Anatomía de la Rodilla**



Fuente: Schenck. Pág. 48

#### **5.4 Función Mecánica de la Rodilla (Biomecánica)**

De modo principal la rodilla cuenta con un solo grado de libertad de movimiento, que es la flexión y extensión, lo cual le permite a la rodilla regular la distancia de separación del cuerpo con el suelo, lo cual lo consigue acercando o

alejando el extremo de la pierna a la raíz de la misma, es decir acercando o alejando el glúteo.

Además de este principal sentido de libertad, la rodilla cuenta de manera accesoria con un segundo sentido de libertad que se presenta solamente en la flexión. Este movimiento es de rotación sobre el eje longitudinal de la pierna.

La articulación de la rodilla desde el punto de vista mecánica es sorprendente; puesto que realiza dos funciones que pueden ser contradictorias:

La primera, es que debe poseer mucha estabilidad cuando se encuentra en extensión completa, en este punto es donde la rodilla soporta el peso del cuerpo.

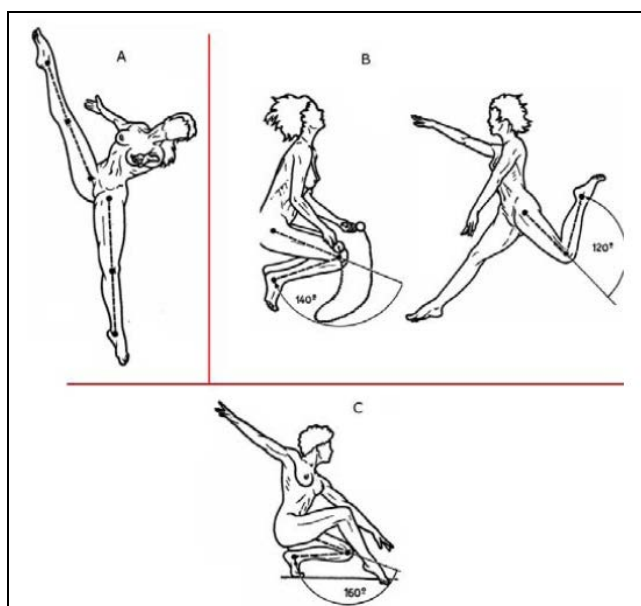
Y la segunda, es que debe poseer gran movilidad en la flexión; que durante la marcha debe proveer una buena orientación

La articulación de la rodilla puede permanecer inalterable cuando es sometida de modo rápido a cambios de carga durante la actividad, lo cual se conoce como estabilidad dinámica de la rodilla, y es el resultado de la integración de la geometría articular, de las restricciones de los tejidos blandos y de cargas aplicadas a la articulación; a través de la acción muscular y el punto de apoyo que sostiene el peso.

Para los movimientos debe tenerse en consideración que el espesor y volumen de un ligamento, son directamente proporcionales a su resistencia e inversamente proporcionales a sus posibilidades de distensión.

**Figura 29**

**Flexión y extensión. a) posición de referencia, b) flexión activa, c) flexión pasiva**



**Fuente:** Basas García, A; Fernández de las Peñas, C; Martín Urrialde, J.A. Pág. 71

## 5.5 Esguinces de Rodilla

70

### Esguinces

Se conoce como esguince a una luxación, torcedura o distensión en los ligamentos.

#### Clasificación

##### Según la gravedad de la lesión

- Esguince grado 1: (leve) simple distensión de ligamento
- Esguince grado 2: (moderado) rotura parcial del tejido implicado
- Esguince grado 3: (grave) ruptura total del ligamento

##### Según la continuidad

El ligamento puede tardar entre 4 y 6 semanas en cicatrizar, se clasifican en: esguinces benignos y esguinces graves

#### Diagnóstico del esguince de rodilla

##### Evaluación clínica de la rodilla

Inspección, palpación, examen de la movilidad, laxitud frontal, laxitud sagital, maniobras exploratorias, test dinámicos, evaluación radiológica

##### Medición del Dolor

- Escala de dolor Escala Analógica Visual (EVA)
- Escala de dolor Doloplus

##### Exámenes complementarios

- Rayos X.
- Imágenes por resonancia magnética.
- Tomografía computarizada.
- Artroscopía.

## 5.6 Importancia de los Ejercicios de Cadena Cinética Cerrada

Cada movimiento está integrado dentro de una cadena, comprender donde se establece el punto de apoyo ayudará a entender mejor cómo se organiza el movimiento.

Para poder establecer una progresión en la dificultad de una técnica de un determinado gesto o movimiento, es preciso comprender como se organiza dentro de los tipos de cadenas. Cada una de ellas influye de forma diferente en aspectos importantes como el centro de gravedad, estabilidad, coordinación intermuscular.

El entrenamiento neuromuscular es un mecanismo que mejora el sistema nervioso para generar una contracción muscular rápida y óptima, contribuyendo a la mejora de la coordinación y al re-aprendizaje de los patrones de movimiento. Los ejercicios de cadena cinética cerrada benefician este propósito.

Álvarez Cambras R. 2007 señala que desde un punto de vista técnico, los movimientos organizados en cadenas cinéticas cerradas sostienen una menor exigencia de ejecución, pues los movimientos de varios segmentos corporales en cadena cinética abierta implican un ajuste neuro-motor más exigente que cualquier gesto de cadena cerrada como un fondo de pectoral.

Es de suma importancia que al momento de plantear un plan de entrenamiento a mediano y largo plazo, se debe seleccionar ejercicios progresivos en su dificultad técnica. Se recomienda comenzar eligiendo ejercicios de tipo cadena cinética cerrada pues se ha demostrado que los ejercicios de cadena cinética cerrada (sentadilla, prensa) producen significativamente menos fuerza de corte hacia la articulación tibio-femoral que los de cadena cinética abierta como las extensiones de cuádriceps sentado.

Del mismo modo los ejercicios de cadena cinética cerrada refiere Álvarez Cambras R. (2007), que producen fuerzas que se transmiten en la dirección de las trabéculas óseas y que en muchas ocasiones las fuerzas de corte de los movimientos de cadena cinética abierta, a veces tres veces mayores que los de

cadena cerrada pueden producir dolor en la articulación involucrada y potencialmente desgarros en el tejido conjuntivo de la articulación.

No obstante, estas fuerzas de compresión axial a lo largo del eje longitudinal del hueso que se producen en movimientos de cadenas cinéticas cerradas, tienen el inconveniente de producir una intensa coaptación articular, lo que implica aumento de presión sobre el cartílago articular.

Por el contrario, en los movimientos de cadena abierta, se produce una decoaptación del segmento distal, ya que se produce un vector luxante en la articulación.

Este fenómeno es muy importante porque explica la contracción excéntrica que se produce en movimientos de lanzamiento para sujetar el extremo distal del miembro y que no se luxe por la inercia propia del movimiento.<sup>10</sup>

**Cuadro resumen:**

	<b>Cadena Cerrada</b>	<b>Cadena Abierta</b>
Característica	No existe segmento libre	Segmento libre
Centro de gravedad	Variable	Fijo
Implicación articular	Poliarticular en un movimiento	Monoarticular en varios movimientos
Fuerzas articulares	Coaptación articular	Decoaptación articular
Tipo de palanca	Segundo género	Tercer género
Estabilidad	Alta	Baja
Control motor	Bajo	alto

---

<sup>10</sup> Ibídem. Pág. 136.

**Figura 30**

**Cadena cinética cerrada con apoyo total con banda elástica en el extremo distal del fémur en sentido posterior.**



Fuente: Logroño's Fisioterapia, 2011

**Figura 31**

**Cadena cinética cerrada con apoyo parcial para Fortalecer cuádriceps combinado con aductores**



Fuente: Cañas, J. Pág. 70

**Figura 32**

**Ejercicio de cadena cinética cerrada con apoyo total, con teraband en el extremo proximal de la tibia evitando su traslación posterior**



**Fuente:** Logroño's Fisioterapia, 2011.

## **5.7 Tratamiento**

### **5.7.1 Tratamiento Conservador de los Esguinces de Rodilla**

Los esguinces de rodilla leves según Gustilo, Ramón B (2006) se tratan de manera conservadora con reposo de la actividad que produjo la lesión, especialmente evitando trabajo de giro o carga de la rodilla, cuyo tratamiento debe incluir aplicación de hielo, y las aplicaciones se limitan a 20 minutos a fin de prevenir daño localizado de la piel, administración de medicamentos antiinflamatorios, vendajes ligeros en la rodilla, y ejercicios de fortalecimiento de músculos.

Se debe considerar que los esguinces y las distensiones moderados frecuentemente se tratan con aparatos ortopédicos que restringen el movimiento de la rodilla pero no lo eliminan. Es significativo que se recupere la extensión y flexión completa de rodilla después de la lesión, mientras que se restringe la rotación, una parte integral del tratamiento constituyen los ejercicios de terapia

física con la finalidad de disminuir la inflamación, fortalecer músculos, y restituir el equilibrio y la agilidad de la rodilla.

En los esguinces aislados del ligamento lateral interno y del ligamento lateral externo generalmente se tratan de manera no quirúrgica, el propósito inicial de la rehabilitación es disminuir el dolor y la hinchazón. Por otra parte el control del dolor y la hinchazón relacionados con la fase aguda de la lesión empieza con protección, reposo, hielo, compresión y elevación (PRICE) durante las primeras 48 horas después de la lesión, o hasta que se haya estabilizado la hinchazón.<sup>11</sup>

Es importante recordar que se debe recomendar un periodo breve de inmovilización y protección con un aparato ortopédico o un apoyo semirrígido para los esguinces y distensiones de la rodilla. El aparato ortopédico o la venda de apoyo se deben suspender cuando hay rango de movimiento completo, y ambulación, libres de dolor.

Una vez que la hinchazón y el dolor agudos han disminuido, puede empezarse un programa de rehabilitación que se enfoca en entrenamiento funcional; la intensidad se basa en el grado de lesión del tejido blando, para mejorar actividades de la vida cotidiana. Deben empezarse ejercicios de estiramiento para promover el rango de movimiento completo tan pronto como sea posible. El programa de tratamiento progresará hacia ejercicios de fortalecimiento y propioceptivos según se tolere.

El objetivo final de la terapia es restituir el estado funcional completo previo a la lesión. Debe enseñarse un programa de ejercicio en el hogar para complementar a la rehabilitación supervisada, y para que se continúe según esté indicado, incluso después del alta de la terapia.

La información adicional podría ayudar a determinar las necesidades de rehabilitación para el manejo de este padecimiento.

---

<sup>11</sup> Concha, Carlos. (2000-2002). Reconstrucción del Ligamento Cruzado Anterior vía artroscópica. Hner. Essalud. Pág. 152.

### **5.7.2 Tratamiento Conservador del Ligamento Medial de la Rodilla**

Gustilo, Ramón B (2006) propone en primer lugar empezar con una terapia conservadora, que consistirá en la ingesta de antiinflamatorio, hielo, el uso de alguna rodillera articulada, que permitirá bajar el dolor del paciente y a la vez que pueda mantener su movimiento, lo indicado es que comience con terapia kinésica en forma temprana, generalmente se considera entre 3 y 4 semanas la recuperación de la lesión.

En el esguince grado 2, la lesión se trata en forma ortopédica, inmovilizando al paciente, con la finalidad de restablecer la cicatrización del ligamento.

Es preciso indicar que cuando la rotura es completa, y existe una desinserción desde la parte baja de la rodilla, el ligamento se evulsiona y queda entremedio de otros tendones. Este cicatriza, pero únicamente lo hace en las partes blandas y el paciente queda con una inestabilidad tibial, que posiblemente necesite de tratamiento quirúrgico.

### **5.7.3 Tiempo de Recuperación**

Cuando se trata de esguinces grado 1, Gustilo, Ramón B (2006) menciona que la recuperación va entre 3 y 4 semanas. En los esguinces grado 2, este variará entre las 4 y 6 semanas. En un esguince grado 3 la recuperación bordeará entre 6 y 8 semanas.

### **5.7.4 Rehabilitación Kinésica**

Los mecanismos de palancas laterales y mediales sobre la rodilla, son muy comunes y afectan de manera directa el sistema de estabilización pasivo de la rodilla que son los ligamentos. Las lesiones de tejidos blandos que sirven de apoyo a la rodilla, se producen cuando estos tejidos son incapaces de resistir una tensión anómala, la cual se desarrolla cuando la rodilla se ve forzada a realizar un movimiento fuera de lo normal.

La fuerza de carga a la cual es sometida la rodilla, está directamente relacionada con el daño ocasionado en las estructuras ligamentosas y a su vez, este será el indicador de la evolución del tratamiento, lo que quiere decir que una lesión menor del ligamento tendrá una evolución de rápida resolución con un tratamiento conservador, en otros casos donde el daño del ligamento es completo y generador de una inestabilidad funcionalmente marcada, puede ser de resolución quirúrgica, con una evolución mayor.

### Propósito

Recuperar la movilidad si la hubiera perdido y recuperar el volumen y la potencia muscular. Siempre queda un grado de mayor holgura lateral que el anterior, por lo que se recomienda seguir practicando ejercicios de potenciación muscular que la compensen.

Con estos fines, De Carlo M, Armstrong B (2010) establece que se realizarán:

- Movilizaciones activas y pasivas, ayudado por el kinesioterapeuta.
- Fricciones en la zona lesionada para favorecer la vascularización y el proceso de rehabilitación.
- Pedaleo en bicicleta comenzando por pedaleo libre, sin cargas, y aumentando progresivamente la resistencia.
- Runing-pool. Ejercicios destinados a la recuperación realizados dentro del agua. Las condiciones de flotabilidad favorecen la recuperación de la movilidad articular perdida. Por otra parte, la resistencia del agua obliga a realizar un mayor trajo muscular.

**Figura 33**  
**Running-pool**



**Fuente:** Logroño's Fisioterapia 2011

- Carrera continúa cuando la recuperación está más avanzada.
- Extensión con una toalla y las piernas colgadas en decúbito prono se utilizan para conseguir una extensión o hiperextensión igual a la pierna contralateral. En los ejercicios de piernas colgadas en decúbito prono, se pueden usar zapatos lastrados o peso en los tobillos.
- Para la flexión de la rodilla, el paciente se sienta en el extremo de una mesa para permitir que la fuerza de la gravedad ayude a la flexión. La pierna contralateral (no afectada) ayuda a la flexión empujando suavemente la pierna afectada.
- Una técnica similar de ayuda con la pierna no afectada se puede utilizar en los deslizamientos en la pared.
- Para conseguir una flexión de más de 90°, se realizan deslizamientos de los talones con el paciente sentado agarrándose el tobillo para lograr una mayor flexión.

- La bicicleta estática también es útil para restablecer el movimiento. Inicialmente, el sillín de la bicicleta se coloca lo más alto posible y luego se va bajando gradualmente para aumentar el grado de flexión.

**Figura 34**  
**Bicicleta estática**



Fuente: Logroño's Fisioterapia 2011

- La electro-estimulación puede ser útil para reducir la inhibición muscular refleja.

#### **5.7.5 Tratamiento conservador del ligamento lateral Interno (LLI)**

El tratamiento del ligamento lateral Interno es en buena parte conservador con inmovilización en el caso de todos los esguinces de grado I y II y en la mayoría del tipo III, en donde la amplitud de movimiento se recupera tan rápido como lo tolere el paciente.

En el inicio del tratamiento Singhal M, Patel J, Johnson (2009) se evita la rotación externa de la tibia, con el propósito de lograr este objetivo, se puede utilizar una serie de elementos como son el segmento contrario, balones suizos, espumas, entre otros.

Los ejercicios de fortalecimiento de cuádriceps, inician de forma temprana evitando la extensión completa, sin dolor y de forma progresiva. El peso del segmento, las tres, bandas elásticas y poleas pueden ser utilizados para cumplir a cabalidad la musculación del segmento.

Se recomiendan entre la 1a y 2a semanas las actividades aeróbicas de baja carga, siempre y cuando el paciente no tenga dolor (bicicleta, elíptico y marcha rápida). Entre la 2a y 4a semanas es posible empezar con programas de trote, tomando en consideración la sensación de estabilidad de la rodilla y la percepción del dolor.

Es de suma importancia que en las primeras 3 a 4 semanas se evite cargas laterales hacia el interior y de generar rotaciones, es necesario apenas el paciente tolere, realizar un trabajo de propiocepción y balance progresivo en diferentes superficies inestables, complementando movimientos y elementos afines al deporte realizado, pudiendo ser en este caso balones con diferentes pesos.

Singhal M, Patel J, Johnson (2009) propone que la reintegración deportiva conviene que sea hacia la 6a semana en adelante, incorporando ejercicios de reacción, potencia, saltos y giros combinados con ejercicios propios del deporte. De modo paralelo se debe mantener el proceso de musculación y de balance avanzado.

#### **5.7.6 Tratamiento Conservador del Ligamento Lateral Externo (LLE)**

La incidencia de la lesión del ligamento lateral externo es menor que la del ligamento lateral interno, y el mecanismo de ruptura suele ser una fuerza que lleve la rodilla hacia el lado externo.

Excepto en casos graves de lesión completa, estos esguinces responden muy bien con el tratamiento conservador, es preciso recordar que el ligamento debe estar bien protegido de la tensión hacia el lado externo de la rodilla durante al menos 3 a 4 semanas, y tan pronto el paciente lo tolere, se pondrá en práctica ejercicios de movilidad articular, potenciación muscular y balance. En la

reintegración a la actividad física del paciente, debe tener desaparición total de dolor, una movilidad normal, ausencia de temor en la realización de ciertos movimientos, además pruebas de estabilidad articular, fuerza y potencia.

Cuya rehabilitación según Singhal M, Patel J, Johnson (2009) comprende:

El paciente deberá estar sentado sobre un escalón con las piernas sumergidas, realizar extensiones de rodilla, llevando la pierna desde el contacto con la pared hasta lo más próximo a la horizontal (si la articulación lo permite).

**Figura 35**  
**Extensión de rodilla**



**Fuente:** Logroño's Fisioterapia 2011

- La persona deberá estar de pie apoyado en el borde, flexionar la rodilla llevando el pie hacia atrás hasta poder tomarlo con la mano.

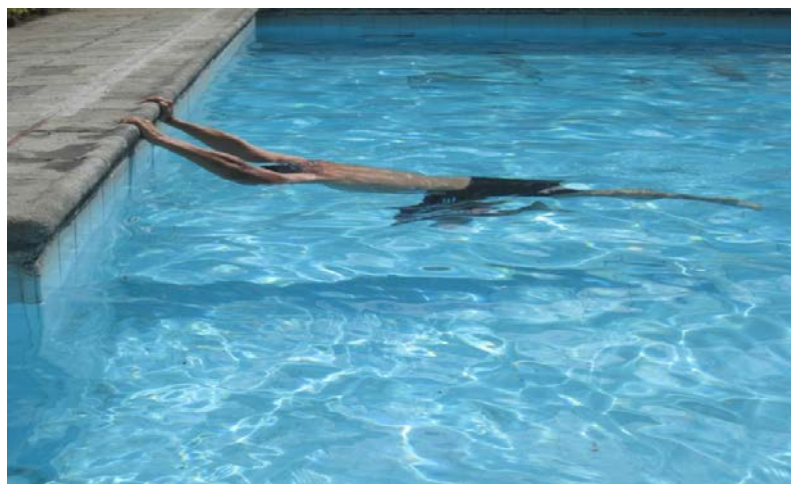
**Figura 36**  
**Flexión de rodilla**



**Fuente:** Logroño's Fisioterapia 2011

- De Carlo M, Armstrong B. (2010) dice que en posición de flotación horizontal boca abajo y apoyados en el borde de la piscina, flexionar la rodilla y extenderla, buscando la máxima amplitud.

**Figura 37**  
**Flotación horizontal**



**Fuente:** Logroño's Fisioterapia 2011

- En la misma posición que en el ejercicio anterior, realizar batidos de piernas. Si el nivel lo permite, realizarlo con aletas.

- De Carlo M, Armstrong B. (2010) menciona que apoyados lateralmente sobre el borde profundo de la piscina, con la pierna flexionada en ángulo recto, realizar extensiones lo más amplias posibles. (si el nivel lo permite, realizar el ejercicio con aletas).

**Figura 38**

**Apoyo lateral con extensión de rodilla**



**Fuente:** Logroño's Fisioterapia 2011

- Saltos a pies juntos, buscando altura y longitud.
- Apoyados sobre el borde de la piscina, De Carlo M, Armstrong B. (2010) propone realizar flexiones y extensiones de la cadera balanceando la pierna completamente estirada. (Utilizar aletas si el nivel lo permite).

**Figura 39**  
**Flexión y extensión de cadera.**



**Fuente:** Logroño's Fisioterapia 2011

- Realizar saltos sin desplazamiento, amortiguando exageradamente la caída.
- Singhal M, Patel J, Johnson (2009), propone realizar batidas de piernas (estilo espalda) en posición de flotación dorsal y apoyados sobre un compañero. Utilizar aletas si el nivel lo permite.

**Figura 40**  
**Flotación dorsal**



**Fuente:** Logroño's Fisioterapia 2011

- Para conseguir una flexión de más de 90°, se realizan deslizamientos de los talones con el paciente sentado agarrándose el tobillo para lograr una mayor flexión.

- La bicicleta estática según Singhal M, Patel J, Johnson (2009), también es útil para restablecer el movimiento. Inicialmente, el sillín de la bicicleta se coloca lo más alto posible y luego se va bajando gradualmente para aumentar el grado de flexión.

**Figura 41**  
**Bicicleta estática**



**Fuente:** Logroño's Fisioterapia, 2011.

- La electro-estimulación puede ser útil para reducir la inhibición muscular refleja.

#### **5.7.7 Tratamiento Conservador del Ligamento Cruzado Anterior**

- En un inicio el tratamiento De Carlo M, Armstrong B. (2010) propone incluir:
- Reposo evitando cualquier tipo de presión sobre la rodilla.
- Aplicación de Hielo en una compresa fría en la rodilla durante 15 a 20 minutos,

- Compresión envolviendo la rodilla con una venda elástica.
- Elevación levantando y manteniendo la rodilla lesionada por encima del nivel del corazón.
- Rodillera posiblemente deba usar una rodillera cuando vuelva a practicar deportes.

Ejercicios de rehabilitación:

- Ejercicios isométricos de cuádriceps y músculos de la corva.

**Figura 42**  
**Isométricos de cuádriceps**



**Fuente:** Logroño's Fisioterapia, 2011.

- Extensión pasiva de rodilla colocando al paciente en decúbito prono con los tobillos fuera de la mesa y poniendo peso debajo del talón.
- Estiramientos de gemelos con una toalla.

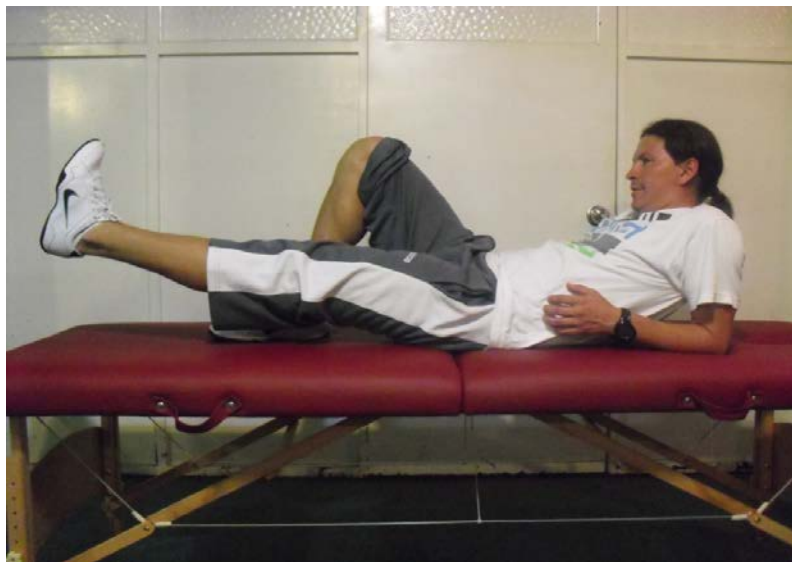
**Figura 43**  
**Estiramiento de gemelos**



**Fuente:** Logroño's Fisioterapia, 2011.

- Isométricos de cuádriceps.

**Figura 44**  
**Isométrico con pierna elevada**



**Fuente:** Logroño's Fisioterapia, 2011.

- Electro estimulaciones con la rodilla completamente extendida.
- Deslizamientos en la pared para incrementar la flexión, estos deben ser graduales.

**Figura 45**

**Flexión de rodilla con deslizamiento en la pared**



Fuente: Logroño's Fisioterapia, 2011.

- Ejercicios de flexión pasiva en el borde de la mesa

**Figura 46**

**Flexión pasiva**



Fuente: Logroño's Fisioterapia, 2011.

- Movilizaciones de patela en todos los sentidos.

**Figura 47**  
**Movilización de rotula**



**Fuente:** Logroño's Fisioterapia, 2011.

- Estiramiento y fortalecimiento de aductores y abductores de la cadera a tolerancia.
- Estiramiento y fortalecimiento de los músculos de la corva excepto en los casos operados con técnica de Semitendinoso.
- En esta etapa Singhal M, Patel J, Johnson (2009) plantea estiramiento y fortalecimiento de gemelos.

**Figura 48**  
**Estiramiento de gemelos**



**Fuente:** Logroño's Fisioterapia, 2011.

- Flexo-extensión de rodilla.

**Figura 49**  
**Flexión y extensión de rodilla**



Fuente: Logroño's Fisioterapia, 2011.

- Movilidad de cadera (abducción-aducción)

**Figura 50**  
**Movilidad de cadera**



Fuente: Logroño's Fisioterapia, 2011.

- Extensiones de tobillos

**Figura 51**  
**Movilidad de tobillo**



**Fuente:** Logroño's Fisioterapia, 2011.

- Sentadilla a 1 pierna

**Figura 52**  
**Sentadilla**



**Fuente:** Logroño's Fisioterapia, 2011.

### 5.7.8 Tratamiento Conservador Ligamento Cruzado Posterior

Buckut, Klaus. (2007) indica el tratamiento conservador en la mayoría de las lesiones de ligamento cruzado posterior y puede constar de:

- Tratamiento con hielo y calor.
- Electroterapia y Ultrasonidos.
- Tratamientos de terapia manual.
- Asesorar sobre un programa específico de ejercicio rehabilitador el cual puede incluir: fortalecimiento de cuádriceps e isquiotibiales, reeducación del paso y entrenamiento del equilibrio usando tablas basculantes.

Además en la rehabilitación deberán tomarse en consideración los ejercicios indicados a continuación:

- Rodilla doblada, parcial, una pierna. De pié el paciente debe apoyarse sobre el respaldo de una silla, flexionando la pierna no lesionada y con la punta del dedo gordo apoyado en el piso para mantener el equilibrio, si es que fuere necesario, debe comenzar a descender el cuerpo lentamente manteniendo el otro pie firme en el piso.

Es preciso no exagerar, volver a incorporarse hasta llegar a la posición inicial.

Repetir los ejercicios 10 veces.

- Subir un escalón, hacia delante. Subirse a un banco de 6 pulgadas de altura, comenzar con la pierna operada, bajarse y volver a la posición inicial. A medida que recupere la fuerza, aumentar la altura de la plataforma a la que se sube. Repetir 10 veces.



**Figura 53**  
**Subida en el escalón**



**Fuente:** Logroño's Fisioterapia, 2011.

- Estiramiento del ligamento de la corva, posición supina. La persona deberá estar acostada de espaldas, flexionar la cadera y tomarse el muslo justo por arriba de la rodilla. Estirar lentamente la rodilla hasta sentir que los músculos posteriores de la rodilla se estiran. Mantener esa posición 5 segundos. El paciente deberá relajarse y repetir 10 veces. Repetir esta acción con la otra pierna. En caso de no sentir el estiramiento de los músculos, flexión de la cadera un poco más y repita. No se debe hacer acción de rebote. Para obtener el máximo beneficio de este ejercicio, Jurado Bueno, A. (2007), menciona que el estiramiento debe ser constante y prolongado.

**Figura 54**  
**Estiramiento de la corva**



**Fuente:** Logroño's, Fisioterapia, 2011.

- Posición supina en la pared, estiramiento del ligamento de la corva. El paciente debe acostarse al lado de una puerta, con una pierna extendida. Colocar el talón contra la pared y con su rodilla doblada mover las caderas hacia la pared comenzar a estirar su rodilla. Cuando empiece a sentir que el músculo que está detrás de la rodilla está tensionado, indicarle que mantenga en esa posición 5 segundos, que se relaje y repita el ejercicio 10 veces. Cuando más cerca esté de la pared, mayor será la intensidad del estiramiento. Repetirlo con la otra pierna.

**Figura 55**

**Estiramiento de la corva contra la pared**



Fuente: Logroño's, Fisioterapia, 2011

### **5.8 Fase Post Quirúrgica**

Es importante resaltar que en esta fase, el uso de ejercicios de amplitud de movimientos tempranos, reduce la incidencia de rigidez postoperatoria y puede lograr una extensión plena postoperatoria.

El uso de crioterapia mejora la tumefacción y es tolerado por los pacientes, el mismo que sin complicaciones puede ser dado de alta a las 24 horas.

Con ejercicios de cadena cinética cerrada Jurado Bueno, A. (2007) menciona que se puede observar la disminución de la laxitud, disminución del dolor en la parte anterior de la rodilla y recuperación más rápida de la función. Se ha podido apreciar que la reanudación temprana de la actividad deportiva (4 a 6 meses) no implica un mayor riesgo de fallos. La reanudación se basa en la recuperación de la fuerza del cuádriceps.

### **5.8.1 A Corto Plazo**

Abarca la primera semana tras la cirugía. Jurado Bueno, A. (2007) propone:

#### **5.8.1.1 Control del Dolor y la Inflamación**

Para controlar el dolor y la inflamación se utilizan habitualmente la aplicación de hielo y frecuentemente antiinflamatorios no esteroideos (AINES).

#### **5.8.1.2 Ejercicios Isométricos**

A causa del dolor o la inflamación el cuádriceps puede perder hasta un 30% de su fuerza en la primera semana, es fundamental que en esta fase se minimice la pérdida de fuerza y masa muscular. El uso de ejercicios isométricos es de gran utilidad en esta primera etapa.

- Colocar una toalla debajo de la rodilla, manteniendo la pierna estirada.
- Apoyo sin muletas hacia el 4º día

En la rehabilitación a corto plazo se encuentra incluida desde las 2 a 4 semanas tras la cirugía en la cual del mismo modo se debe tener:

Control del dolor y la inflamación.

Realizar ejercicios activos y pasivos para mejorar el arco de movilidad de la pierna. La movilización temprana de la articulación puede reducir el dolor,

disminuye los cambios adversos al cartílago, favorece la nutrición articular, mejora la cicatrización y previene la contracción de la cápsula articular. Fundamental obtener una extensión completa y una flexión de 90° de rodilla.

Primera fase de rehabilitación de la propiocepción. Ejemplo: levantamiento de un peso con la rodilla estirada.

## **5.8.2 A Mediano Plazo**

Incluye las 5 a 10 semanas tras la cirugía y Jurado Bueno, A. (2007) propone:

### **5.8.2.1 Ejercicios Activos y Pasivos para Mejorar el Arco de Movilidad**

Hay que conseguir la hiper extensión y la flexión completa de rodilla.

### **5.8.2.2 Potenciación Muscular**

Ejercicios concéntricos y excéntricos en cadena cinética cerrada (CCC). Ejemplos: bicicleta, legpress.

Los ejercicios cadena cinética cerrada son los más indicados y seguros en esta etapa, pues aumentan la estabilidad de la articulación y protegen al injerto de fuerzas nocivas.

### **5.8.2.3 Ejercicios de Marcha**

**Segunda fase de rehabilitación de la propiocepción.** Debe plantearse de forma gradual y progresiva. Al principio los ejercicios deben ser estáticos. Cuando el paciente ya pueda mantenerse en pie y apoyar todo el peso, se inician ejercicios como caminar de puntera o los pasos de lado.

### **5.8.3 A Largo Plazo**

Incluye los 2 a 3 meses tras la cirugía donde Jurado Bueno, A. (2007) plantea:

#### **5.8.3.1 Potenciación Muscular**

Ejercicios concéntricos y excéntricos en cadena cinética cerrada (CCC) y cadena cinética abierta (CCA). Se recomienda la incorporación de los ejercicios de cadena cinética abierta y mantenerlos a partir de esta etapa.

Los ejercicios en cadena cinética abierta conducen a un aumento significativo de la fuerza del cuádriceps. Se pueden hacer en máquinas de musculación, las cargas deben ser progresivas, manteniendo una intensidad relativa.

#### **5.8.3.2 Ejercicios de Carrera Continua**

Recuperación de la resistencia aeróbica. Ejercicios como bicicleta y natación son adecuados para ganar resistencia aeróbica.

#### **5.8.3.3 Tercera Fase de Recuperación de la Propiocepción**

Se basa fundamentalmente en aumentar la dificultad de los ejercicios ya aprendidos.

#### **5.8.3.4 Fase de Entrenamiento Funcional**

A partir del 4º mes tras la cirugía donde Jurado Bueno, A. (2007) plantea que:

Se debe aumentar de forma progresiva la carrera continua en distancia, intensidad y frecuencia semanal.

### **5.8.3.5 Ejercicios Pliométricos**

Jurado Bueno, A. (2007) propone ejercicios que incluyen una fase inicial de contracción concéntrica seguida de una contracción excéntrica. Ejemplo: subir y bajar escalones mediante saltos, con ambas extremidades.

### **5.8.3.6 Fase de Retorno a la Actividad Física**

**Entre los 6 a 12 meses tras la cirugía.** La mayoría de los estudios sobre rehabilitación de ligamento cruzado anterior como lo menciona Jurado Bueno, A. (2007) consiguen un retorno completo a las actividades deportivas en un plazo medio de 6 meses.

## CAPITULO VI

### 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones

- La información detallada que se recopiló sobre la rehabilitación física en esguinces de rodilla, describe de manera precisa la anatomía y fisiología de la rodilla, haciendo énfasis al complejo ligamentoso y sus respectivas funciones estabilizadoras.
- De la misma manera se especifica la función biomecánica y su descripción general del complejo articular de la rodilla, los componentes ligamentarios que nos permiten conocer su importancia en el soporte, estabilidad, equilibrio y mecánica en la marcha.
- Se obtuvo la clasificación de los esguinces de rodilla, y los principales criterios de evaluación como la gravedad del mismo y la continuidad de las fibras, para determinar un adecuado diagnóstico diferencial.
- Un correcto diagnóstico se realiza en la mayoría de los casos al explorar la rodilla, tomando en consideración el grado del esguince con el propósito de valorar adecuadamente la gravedad de la lesión, su pronóstico y su tratamiento kinesiológico, en los distintos tipos de esguince.
- Mediante el diagnóstico y evaluación de los esguinces de la rodilla, se puede determinar un tratamiento general para los mismos, observados desde un enfoque kinesiológico en un tipo específico de ejercicios como son los de cadena cinética cerrada.

- Se consiguió establecer diferencias mecánicas en la rehabilitación de esguinces de rodilla, mediante la utilización de ejercicios en las distintas cadenas cinéticas que posee el cuerpo humano.
- Dentro de las principales técnicas de tratamiento kinesiológico para la rehabilitación física de los esguinces de rodilla, se toma en cuenta un abordaje terapéutico, especificando las cadenas cinéticas que posee el cuerpo humano, siendo los ejercicios en cadena cinética cerrada una herramienta más, dentro de la gran variabilidad de tratamientos para los esguinces de rodilla.

## **6.2 Recomendaciones**

- Los profesionales de la salud relacionados a la kinesiología deben conocer las propiedades y beneficios que brindan la aplicación de las cadenas cinéticas, y en especial la cadena cinética cerrada, frente a la rehabilitación de los esguinces de rodilla.
- Se debe destacar que el trapista físico, tome en cuenta las diferencias y similitudes de los diversos tipos de esguinces de rodilla, para luego, discernir síntomas y establecer un adecuado enfoque terapéutico que se encuentre acorde a la etiología del esguince.
- Es de suma importancia que antes de realizar cualquier tipo de rehabilitación las personas encargadas de la misma realicen un correcto diagnóstico diferencial, con la finalidad de que un futuro los estudios de campo a realizarse puedan aplicar los diferentes usos de la cadena cinética cerrada.
- El desarrollo de un protocolo terapéutico en la aplicación de cadena cinética cerrada, será determinado por el kinesiólogo basándose en los puntos indicados a continuación:

- La edad del paciente, su estado general de salud y su historia médica.
- Qué tan avanzada está la lesión.
- Su tolerancia a determinados medicamentos, procedimientos o terapias.
- Sus expectativas para la trayectoria de la lesión.
- Los requerimientos laborales,
- El nivel de actividad deportiva
- La evaluación kinesiológica previa

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**ABDUCCIÓN.** Acto de separar una parte del eje del cuerpo; acto de volver hacia fuera. Movimiento que se aleja de la línea media.

**ADUCCIÓN.** Acto de acercar un miembro u otro órgano al plano medio, contrario a la abducción. Movimiento en dirección a la línea media.

**AGONISTAS.** Músculos o porciones de estos, insertados anatómicamente de forma que cuando se contraen desarrollan fuerzas que se complementan o refuerzan mutuamente.

**APLICAR.** Etapa del método de intervención en fisioterapia que consiste en llevar a cabo el plan de actuación fisioterápica que previamente se ha formulado.

**ARCO DOLOROSO.** Es el dolor que aparece a mitad de camino en la amplitud articular activa y pasiva, de modo que antes y después no hay dolor. Indica que una estructura sensible queda atrapada a presión entre dos superficies óseas.

**DECÚBITO.** Actitud del cuerpo en estado de reposo sobre un plano más o menos horizontal.

**DISCAPACIDAD.** Es toda restricción o ausencia (debido a una deficiencia) de la capacidad de realizar una actividad en la forma o el margen que se considera normal para un ser humano.

**DOLOR.** Impresión penosa experimentada por un órgano o parte y transmitida al cerebro por los nervios sensitivos.

**DRENAJE.** Derivación temporal o definitiva de una secreción, normal o patológica, hacia el exterior o hacia un órgano interno.

**EDEMA.** Acumulación de líquidos ero-albuminoso en el tejido celular como consecuencia de alguna de las siguientes situaciones: disminución de la presión osmótica del plasma por reducción de las proteínas, aumento de la presión hidrostática de los capilares por insuficiencia cardíaca; mayor permeabilidad de las paredes capilares u obstrucción de las vías linfáticas.

**ELECTROMUSCULACIÓN.** Técnica fisioterápica, cuyo objetivo es el reforzamiento muscular en las atrofas de músculos inervados.

**ELECTROTERRAPIA.** Utilización terapéutica de las corrientes eléctricas.

**ESGUINCE.** Conjunto de lesiones capsulares y ligamentosas producidas por un mecanismo agudo que sobrepasa el límite funcional, pero sin que llegue a alterar la congruencia articular. Cuando se altera la congruencia articular se trata de una luxación. La gravedad o grado del esguince depende del grado de rotura o no del ligamento y va desde la distensión al grado I, II y III.

**FISIOTERRAPIA.** Es el conjunto de métodos, actuaciones y técnicas, que mediante la aplicación de medios físicos, curan, previenen y adaptan a personas discapacitadas o afectadas de disfunciones psicósomáticas, somáticas y orgánicas o a las que desean mantener un nivel adecuado de salud.

**HIDROTERRAPIA.** Empleo del agua en el tratamiento de las enfermedades, especialmente en forma de abluciones, baños y duchas.

**INMOVILIZACIÓN.** Supresión de la movilidad articular.-absoluta. Aquella que impide totalmente el movimiento, relativa. Aquella que impide solamente los grados de movimiento lesivo.

**KINESIOLOGÍA.** Es una disciplina que permite evaluar los desequilibrios en la persona, a través del tono muscular y su funcionalidad: facilitación - inhibición.

Identifica la naturaleza de los bloqueos, (estrés, dolor, falta de nutrientes, toxicidad, alteraciones emocionales, disfunciones mentales, dificultades para aprender, etc.) aplica la armonización correspondiente en el nivel más adecuado. Nivel bioeléctrico, emocional, bioquímico – nutrición, estructural, energético sutil. Las armonizaciones pueden ser del ámbito de la fisiología, de la acupresura, de esencias florales, del cambio de percepción, del color, sonido, etc.

**LAXITUD.** Proceso de relajación o aflojamiento.

**LESIÓN.** Daño o alteración morbosa orgánica o funcional, de los tejidos corporales.

**MANIOBRA.** De mano y obra. Operación material que se ejecuta con las manos. De masaje. Manera de realizar una manipulación de masaje sobre los tejidos. Puede ser: roce, amasamiento, fricción, presión, percusión y vibración.

**MASAJE.** Método manual o instrumental que consiste en rozar, amasar, presionar, friccionar, percutir o vibrar el cuerpo o una parte - clásico. De él derivan las seis maniobras básicas (roce, amasamiento, fricción, presión, percusión y vibración) que dan lugar a las diferentes técnicas de Masaje.

**MASOTERAPIA.** Tratamiento. Aplicación de las diferentes maniobras básicas de masaje con fines terapéuticos, dando lugar a las diferentes técnicas de masaje existentes.

**MOVIMIENTO.** Estado de un cuerpo que cambia de situación por efecto de una fuerza intrínseca o extrínseca que obra sobre él por un tiempo o continuamente.

**MÚSCULO.** Nombre de los órganos carnosos productores de los movimientos en los organismos animales, compuestos de tejido fibroso y caracterizado principalmente por la contractilidad. El elemento anatómico constitutivo es la fibra muscular.

**ORTESIS.** Sistema de fuerzas diseñado para controlar, corregir o compensar una deformidad ósea, las fuerzas deformantes o la ausencia de fuerza en el cuerpo. La ortesis suele requerir el uso de correctores especiales.

**OSTEOPATÍA.** La osteopatía es el sistema de curación que pone el énfasis principal sobre la integridad estructural del cuerpo. Esta integridad estructural es el factor más importante a mantener. Rige la buena salud del organismo y evita la enfermedad.

**PALPACIÓN.** Medio de exploración táctil diagnóstica que consiste en aplicar un contacto manual, con presión ligera o profunda, sobre una superficie para apreciar ciertas cualidades y el límite de los órganos subyacentes.

**PRONO.** Tumbado boca abajo opuesto a supino.

**PROPIOCEPCIÓN.** Se refiere a la percepción de la sensación que proviene de los músculos y articulaciones. La información propioceptiva le dice al cerebro cuándo y cómo los músculos se contraen o relajan, y cuándo y cómo las articulaciones se flexionan, extienden o son comprimidas o estiradas. Esta información permite al cerebro saber dónde está cada parte del cuerpo y cómo se está moviendo.

**SUPINO.** Opuesto a prono. Tumbado boca arriba.

**VALGO.-** Dirigido hacia fuera.

**VARO.** Dirigido hacia dentro.

**VENDAJE.-** Cura, apósito o estructura ligada o sostenida por vendas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez Cambras R. (2007) Tratado de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Ciudad de La Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación.
2. ANDRÉU MARTÍNEZ J, NERIN MA. (2005). Enfoque fisioterápico de la prevención de lesiones de rodilla. Quaderma Editorial.
3. ATKINSON, KAREN (2007). Fisioterapia en ortopedia: un enfoque basado en la resolución de problemas. Madrid, España. Editorial Elsevier.
4. BAHR, ROALD. (2007). Lesiones deportivas: diagnóstico tratamiento y rehabilitación. Buenos Aires, Argentina. Editorial Médica Panamericana.
5. BARBOZA, GLADYS. (2009) Texto Guía teórico – práctica. Kinesiterapia. Edición. Masson.
6. BARCHI A. (2006). Protocolo anti-trauma. Sport & Medicina.
7. BASAS García, A; FERNÁNDEZ de las Peñas, C; MARTIN Urrialde, J.A. (2005). Tratamiento Fisioterápico de la Rodilla. 1ª ed.
8. BOWEN, T. R. (2005). Return to play following surgical treatment of meniscal and chondral injuries to the knee
9. BROTZMAN S. (2005). Rehabilitación ortopédica clínica. Madrid, España. Editorial Elsevier
10. BUCKUT, Klaus. (2007). "Pruebas clínicas para patología ósea, articular y muscular. Exploraciones-signos-síntomas" 3ª ed. Barcelona Ed.Masson;.
11. BUGEDO G, DAGNINO J, MUÑOZ H, TORREGROSA S. (2005). Escala visual análoga. Argentina. Editorial Masson
12. CAILLIET (2005). Disfunciones Músculo esqueléticas, Tratamiento ortopédico y conservador. Madrid. España. Editorial, Marban.
13. CANTERO, BALIBREA; (2009). Traumatología Madrid España: Editorial Marban Libros S.L.
14. CAÑAS, J. (2007) Fisioterapia y Rehabilitación de Rodilla 2ª editorial.
15. CASCIO, B. M. (2005). Return to play after anterior cruciate ligament reconstruction.

16. CLARKSON, H. M. (2006), Proceso evaluativo musculo esquelético: amplitud del movimiento articular y test manual de fuerza muscular. Ed. Paidotribo, Barcelona.
17. CLELAND, JOSHUA (2008). Netter. Exploración clínica en ortopedia: un enfoque para fisioterapeutas basado en la evidencia. Barcelona, España. Editorial Elsevier.
18. CONCHA, CARLOS LUCAS (2007). Reconstrucción del Ligamento Cruzado Anterior vía artroscópica. Hner. Essalud.
19. CUELLAR A. A. (2005) Complicaciones en las fracturas complejas de la meseta tibial y factores asociados. Madrid – España.
20. CYRIAX, JAMES (2005). Lesiones de ligamentos, tendones, cartílagos y músculos. Madrid, España. Editorial Marbán.
21. DAZA, JAVIER. (2007). Evaluación Clínico – Funcional del movimiento corporal humano. Bogotá .Editorial médica: Internacional LTDA. P. 149.
22. DE CARLO M, Armstrong B.(2010) Rehabilitation of the knee following sports injury. Ed. Clin Sports Med.
23. DE PALMA A.F. (2006) Atlas de Tratamiento. Tomo II, 1ra ed. Editorial "El Atenco" S.A. Barcelona España
24. EHMER B. (2005) Fisioterapia en Ortopedia y Traumatología. 2da ed. Aravaca (Madrid): McGRAW-HILL/Interamericana de España
25. EHMER, B. (2005) Fisioterapia en Ortopedia y Traumatología 2ª ed. Elsevier. Barcelona-España.
26. FRONTERA R. WALTER (2008). Medicina Deportiva Clínica, Tratamiento médico y rehabilitación. Madrid, España. Editorial Elsevier.
27. GARCIA, J; HURLE, J. (2005). Anatomía Humana. Madrid España: Editorial Mc Graw-Hill Interamericana.
28. GARY N. GUTEN. Dr. (2007). Lesiones en Deportes de aire libre. Buenos Aires. Editorial El Ateneo,
29. GRUPO OCÉANO, (2005) Diccionario de Medicina Océano Mosby. España Barcelona: Editorial Océano
30. HEROUX, M. E., & TREMBLAY, F. (2005). Weight discrimination after anterior cruciate ligament injury: a pilot study.
31. HOMERO F. BIANCHI. (2007). Ligamento transverso menisco-meniscal de la articulación de la rodilla. Buenos Aires. Argentina.

32. HUANG, M. H. (2007). Preliminary effects of hyaluronic acid on early rehabilitation of patients with isolated anterior cruciate ligament reconstruction.
33. JURADO Bueno, A.(2007) "Manual de pruebas diagnósticas en traumatología y ortopedia" 2ª edición, Ed. Paidotribo.
34. K. L. Moore (2010). et al: Clinically Oriented Anatomy. 6th Ed. Ed. Linpincott, Williams & Wilkins,
35. KVIST, J. (2005). Rehabilitation following anterior cruciate ligament injury: current recommendations for sports participation
36. LARS PETERSON Y PER RENSTRON. (2007). Lesiones Deportivas, su prevención y tratamiento. México. Editorial Jims
37. LIPPERT, HERBERT. (2005). Anatomía Estructura y Morfología del cuerpo Humano Alemania: Editorial MARBAN LIBROS S.L
38. M. Schunke: Prometheus: (2006) Texto y Atlas de Anatomía. Panamericana.
39. MANGINE, R. (2005). "Fisioterapia de la Rodilla". Editorial: Norma. España
40. MARIEB, E. (2005). Essentials of Human Anatomy and Physiology. Ed: Elsevier.
41. MENETREY, J. (2008). "Biological failure" of the anterior cruciate ligament graft. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc
42. MIRALLES, RODRIGO C. (2007) Biomecánica Clínica de las Patologías del Aparato Locomotor Ed. Masson.
43. NORKIN. WHITE (2006) Goniometría. Evaluación de la movilidad articular. Editorial Marbán
44. RENE CAILLET (2006). Anatomía Funcional, Biomecánica. Madrid. España. Editorial, Marban.
45. RESPIZZI DI S; TAVANA R; FRESCHI M, GENESIO L. (2005).Le lesionimuscularinello sportivo. Trainer- Pianetalsef
46. SÁNCHEZ-IBÁÑEZ, JM. (2005). Fisiopatología de la regeneración de los tejidos blandos. En: Vila E; Sureda S eds. Fisioterapia del Aparato Locomotor. Ed Mc Graw Hill.
47. SCHENCK. (2005). Lesiones Múltiples de los Ligamentos de la Rodilla en el Deportista. 1ª editorial.
48. SHAWT, T. (2005). Do early quadriceps exercise affect the outcome of ACL reconstruction?. A randomized controlled trial

49. Singhal M, Patel J, Johnson D. (2009) Medical ligament injuries: 1. Medical collateral ligament injuries in adults. In: DeLeeJC, Drez D Jr., Miller MD., DeLee and Dree's Orthopaedic Sports Medicine. 3rd ed. Philadelphia, Pa: Saunders Elsevier;
50. TAGESSON, S. (2008). A comprehensive rehabilitation program with quadriceps strengthening in closed versus open kinetic chain exercise in patients with anterior cruciate ligament deficiency: a randomized clinical trial evaluating dynamic tibial translation and muscle function.
51. THOMSON, L. C. (2005). Physiotherapistled programmes and interventions for rehabilitation of anterior cruciate ligament, medial collateral ligament and meniscal injuries of the knee in adults (Review), The Cochrane Database of Systematic Review (Vol. 2): The Cochrane Library
52. TORRY, M. R. (2005). Mechanisms of compensating for anterior cruciate ligament deficiency during gait.
53. TREES, A. H., HOWE, T. E., GRANT, (2007). Exercise for treating anterior cruciate ligament injuries in combination with collateral ligament and meniscal damage of the knee in adults.
54. VERGARA HERNÁNDEZ J. (2005) Protocolo de valoración de la patología de la rodilla. Santiago de Chile. Editorial Semergen
55. VILAR, E. (2005). Fisioterapia del Aparato Locomotor. 1ª Ed. Elsevier.
56. WHITE J. (2007) Anatomía, USML Road Map, Editorial: McGraw Hill. Barcelona-España.

### Referencia de Internet

57. Domingo Sánchez. "De cadena cerrada a cadena abierta". En línea febrero/2007. 06/05/2010  
<[http://www.entrenamientoneurofuncional.es/pdfs/de\\_cadena\\_cerrada\\_a\\_abierta.pdf](http://www.entrenamientoneurofuncional.es/pdfs/de_cadena_cerrada_a_abierta.pdf)>
58. Pulsomed S.A. "Lesiones deportivas de rodilla". En línea 25/mayo/2010.  
<[http://www.tuotromedico.com/temas/lesiones\\_rodilla.htm](http://www.tuotromedico.com/temas/lesiones_rodilla.htm)>
59. F. ViribayLorite. "Las lesiones deportivas atendidas en el área de urgencias". En línea 26/mayo/2010.  
<[http://www2009prueba.semes.org/revista/vol17\\_6/2.pdf](http://www2009prueba.semes.org/revista/vol17_6/2.pdf)>
60. FCMK. "Lesiones Deportivas". En línea miércoles 19/mayo/2010.  
<<http://www.fcmkda.com/tesinas/lesiones%20deportivas.htm>>

61. Dr. Nils Calderón Tejerina. "Reconstrucción artroscópica del ligamento cruzado anterior y posterior simultáneo". En línea 1/septiembre/2007. <[http://www.bago.com.bo/sbolot/html/vol17\\_1/vol17-1-reconstruccionartroscopica](http://www.bago.com.bo/sbolot/html/vol17_1/vol17-1-reconstruccionartroscopica)>. Ft. Francisco Javier Morales. "Rehabilitación en lesiones del ligamento cruzado posterior". En línea 26/mayo/2010. <[http://www.sccot.org.co/bancomedios/documentos%20pdf/REHABILITACION\\_Marzo2006.pdf](http://www.sccot.org.co/bancomedios/documentos%20pdf/REHABILITACION_Marzo2006.pdf)>
63. Journal of Human Sport and Exercise. "Entrenamiento de las fuerzas contra resistencias". En línea 26/mayo/2010. <[http://re.flect.net/http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/899/4/JHSE\\_2\\_2\\_3.pdf](http://re.flect.net/http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/899/4/JHSE_2_2_3.pdf)>
64. Infomed. "Fisioterapia del ligamento cruzado posterior". En línea 26/mayo/2010. <[http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-bio/fisioterapia\\_del\\_ligamento\\_cruzado\\_anterior.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-bio/fisioterapia_del_ligamento_cruzado_anterior.pdf)>
65. Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L y colaboradores. (2005) Lower Limb Injuries in Youth Sports"  
<http://www.bago.com/BagoArg/Biblio/traumaweb226.htm>