



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
CARRERA DE TERAPIA FÍSICA Y DEPORTIVA**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
LICENCIADO EN TERAPIA FÍSICA Y DEPORTIVA EN CIENCIAS DE LA SALUD**

**TÍTULO DEL TRABAJO DE TESINA:**

**“EFICACIA DEL VENDAJE NEUROMUSCULAR EN DISTENSIÓN DEL  
LIGAMENTO COLATERAL INTERNO A LOS DEPORTISTAS QUE ACUDEN AL  
CENTRO DE FISIOTERAPIA DE LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE  
CHIMBORAZO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA EN EL PERIODO DE ENERO A  
JUNIO DE 2015”**

**AUTOR:**

**DANNY GERMÁN FUENMAYOR BONIFAZ**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2016**

**Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título:**

“EFICACIA DEL VENDAJE NEUROMUSCULAR EN DISTENSIÓN DEL LIGAMENTO COLATERAL INTERNO A LOS DEPORTISTAS QUE ACUDEN AL CENTRO DE FISIOTERAPIA DE LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE CHIMBORAZO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA EN EL PERIODO DE ENERO A JUNIO DE 2015”

**Presentado por:** Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.

**Y dirigida por:** Dr. Yanco Ocaña.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ciencias de la Salud de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

**Presidente del Tribunal**

**Mgs. Mario Lozano**

**Miembro del Tribunal**

**Dr. Yanco Ocaña**

**Miembro del Tribunal**

**Msc. Carlos Vargas**

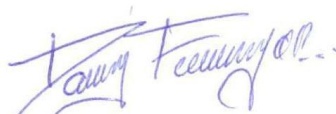
**Firma**

**Firma**

**Firma**

## **AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, corresponde exclusivamente a: Danny Germán Fuenmayor Bonifaz y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo”



Danny Germán Fuenmayor Bonifaz

C.I 060394179-0

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer principalmente a la Universidad Nacional de Chimborazo y a la carrera de Terapia Física, que por medio de sus docentes formaron en mí un ente eficiente lleno de conocimientos para llegar a ser un buen profesional.

Al Magister Mario Lozano quien con su insistencia y al brindarme sus conocimientos, me ayudo a cumplir esta meta.

Al Doctor Yanco Ocaña mi tutor, por ayudarme al desarrollo y elaboración de este trabajo de investigación.

A la Federación Deportiva de Chimborazo por abrirme sus puertas y permitirme realizar mi investigación y culminación del mismo.

Muchas gracias.

Danny Fuenmayor

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar el presente trabajo a mi hija Danna Aylí, a mi esposa Jennifer Aguilar quienes con mucho amor, paciencia y alentadoras palabras han sabido guiarme día a día en el trayecto de este difícil camino.

A mis hermanos, para brindarles un ejemplo a seguir y cumplan sus metas con mucho esfuerzo y dedicación.

A mis padres Germán y Magghy, por brindarme su amor incondicional y confianza así también llenándome de valores, principios y responsabilidades que formaron en mí un mejor ser humano.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE TERAPIA FÍSICA Y DEPORTIVA**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
LICENCIATURA EN TERAPIA FÍSICA Y DEPORTIVA EN CIENCIAS DE LA  
SALUD.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**“EFICACIA DEL VENDAJE NEUROMUSCULAR EN DISTENSIÓN DEL  
LIGAMENTO COLATERAL INTERNO A LOS DEPORTISTAS QUE ACUDEN AL  
CENTRO DE FISIOTERAPIA DE LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE  
CHIMBORAZO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA EN EL PERIODO DE ENERO A  
JUNIO DE 2015”**

**Autor:**

Danny Germán Fuenmayor Bonifaz

**Tutor:**

Doctor Yanco Ocaña

**Riobamba - Ecuador**

2016

## **RESUMEN**

El vendaje neuromuscular es una técnica que a nivel mundial tiene una gran apertura y acogida por aquellos médicos deportólogos y fisioterapeutas que presiden de la utilización de este método, ya que sus resultados para solucionar una infinidad de patologías es muy alentador. En el Ecuador actualmente ha empezado a ocupar un espacio significativo por el personal de salud que conocen de dicha técnica, aunque este no es el tratamiento de primera elección, es por ello que el tema de investigación está enfocado en evaluar la eficacia del alivio del dolor al usar el vendaje neuromuscular en distensión de ligamento colateral interno, de los pacientes que acudieron al centro de fisioterapia de la Federación Deportiva de Chimborazo de la ciudad de Riobamba en el periodo Enero a Junio del 2015.

El estudio de esta técnica se enfocó en la evaluación del dolor mediante una escala al tratar a una población de 30 pacientes de la Federación Deportiva de Chimborazo que es la población, dividiéndola en dos grupos para la aplicación de vendaje neuromuscular y un tratamiento convencional.

El grupo que presento mejores resultados terapéuticos después de cinco días de tratamiento fue aquel al que se le aplico el vendaje neuromuscular como tratamiento coadyuvante ya que se establece que el 87% de la población de este grupo tuvo resultados positivos. Mientras que el grupo con el tratamiento convencional presenta un 20% de pacientes con mejora, por lo que estadísticamente el grupo con resultados óptimos es aquel al que se le aplico el vendaje neuromuscular como tratamiento coadyuvante. Observándose así un beneficio en la mejora de los pacientes y dándoles una excelente expectativa del tratamiento. A diferencia de la aplicación del tratamiento convencional, en el cual hace notar una recuperación más prolongada, obteniendo un desinterés por parte del paciente al tratamiento, logrando imponer su inasistencia, por lo que se considera que el uso del vendaje neuromuscular es una opción óptima para el mejor desarrollo del tratamiento.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CENTRO DE IDIOMAS**

---

**ABSTRACT**

The Kinesio Taping is a technique that globally has a great openness and acceptance by doctors and physiotherapists deportologos those who preside over the use of this method, since its results to solve a numerous of diseases is very encouraging. In Ecuador it has now begun to occupy a significant space for health personnel who know the technique, although this is not the treatment of choice, which is why my research topic is focused on evaluating the effectiveness of pain relief when using neuromuscular bandage medial collateral ligament distention, patients who attended the physiotherapy center of the "Federacion Deportiva de Chimborazo" Riobamba city in the period January to June 2015.

The study of this technique focused on the assessment of pain using a scale to treat a population of 30 individuals dividing into two groups to apply the neuromuscular bandage to a group and other conventional treatment. The group presented better therapeutic results after five days of treatment was that to which you apply the Kinesio Taping as an adjunct treatment and established that 87 % of the population of this group had positive results. While to the conventional treatment group has 20% of patients with improvement, so statistically the group with the best results is the one who will apply the Kinesio Taping as an adjunct treatment and observed a benefit in improving patients and giving an excellent treatment expectation. Unlike the application of conventional treatment, which notes a longer recovery, obtaining a disinterest by the patient to treatment, succeeding in imposing his absence, so it is considered that the use of Kinesio Taping is an ideal choice for the best course of treatment.

Reviewed by

Dra. Marcela Suarez

**ENGLISH TEACHER**

CENTRO DE IDIOMAS



March 10<sup>th</sup>, 2016



## **INTRODUCCIÓN**

La investigación se enfocó en la aplicación del vendaje neuromuscular o kinesiotaping a los deportistas que acudieron al Centro de Fisioterapia de la Federación Deportiva de Chimborazo, presentando una distensión del ligamento colateral interno de la rodilla porque es uno de los factores más significativos de la lesión en los deportistas, siendo estos intervenidos con fisioterapia de forma convencional y se propuso que en el transcurso de la rehabilitación tendrían que usar una protección adecuada de dicho ligamento, por medio de la aplicación del vendaje neuromuscular, que sería la opción más viable y eficaz para tratarse a este tipo de lesiones, beneficiándoles a los deportistas que se integrarían de forma más rápida a sus actividades de entrenamiento.

El kinesiotaping es un medio preventivo para proteger la articulación de la rodilla en deportistas con distensión del ligamento colateral interno, ya que al aplicarles el vendaje neuromuscular se mejora la función muscular, la estabilidad articular y disminuyó el cuadro clínico de dolor.

## **INDICE GENERAL**

PORTADA .....	I
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	III
AGRADECIMIENTO .....	IV
DEDICATORIA.....	V
RESUMEN .....	VII
SUMMARY .....	VIII
INTRODUCCIÓN.....	IX
INDICE DE FOTOS.....	XIII
INDICE DE ILUSTRACIONES .....	XIII
INDICE DE GRÁFICOS .....	XIV
1    CAPITULO I.....	1
1.1    MARCO REFERENCIAL .....	1
1.1.1    EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1.2    PROBLEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.1.3    FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.1.4    PREGUNTAS DIRECTRICES O PROBLEMAS DERIVADOS.....	2
1.2    OBJETIVOS.....	2
1.2.1    OBJETIVO GENERAL .....	2
1.2.2    OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
1.3    JUSTIFICACIÓN.....	3
2    CAPITULO II.....	4
2.1    MARCO TEÓRICO .....	4
2.1.1    ANTECEDENTES INSTITUCIONALES.....	4
2.2    ANATOMÍA DE LA RODILLA .....	6
2.2.1    COMPONENTES ÓSEOS .....	6

2.2.2	COMPONENTES DE PARTES BLANDAS .....	10
2.2.3	INERVACIÓN .....	11
2.2.4	VASCULARIZACIÓN .....	12
2.2.5	MUSCULATURA.....	13
2.3	BIOMECÁNICA DEL TREN INFERIOR .....	16
2.3.1	EJES DE MOVIMIENTO DE LA CADERA.....	17
2.3.2	EJES DE MOVIMIENTOS DE LA RODILLA.....	19
2.3.3	BIOMECÁNICA DEL TOBILLO .....	21
2.4	FISIOLOGÍA DE LA RODILLA.....	23
2.4.1	BIOMECÁNICA DE LA RODILLA.....	23
2.5	ESTABILIDAD ARTICULAR.....	30
2.5.1	DETERMINANTES DE LA ESTABILIDAD.....	30
2.6	DISTENSIÓN DEL LIGAMENTO COLATERAL INTERNO.....	34
2.6.1	SÍNTOMAS Y SIGNOS .....	35
2.6.2	DIAGNÓSTICO.....	35
2.6.3	TRATAMIENTO MÉDICO .....	35
2.6.4	TRATAMIENTO FISIOTERAPÉUTICO .....	36
2.6.5	PRONÓSTICO .....	37
2.7	CONCEPTO DE VENDAJE.....	37
2.8	VENDAJE NEUROMUSCULAR .....	38
2.8.1	PROPIEDADES .....	39
2.8.2	TEORÍA DE LOS COLORES .....	39
2.8.3	TIPOS DE TECNICAS DEL VENDAJE NEUROMUSCULAR .....	40
2.8.4	EFECTOS TERAPÉUTICOS DEL VENDAJE NEUROMUSCULAR .....	40
2.8.5	COLOCACIÓN Y RETIRADA DEL TAPE .....	41

2.8.6	APLICACIÓN DEL VENDAJE NEUROMUSCULAR EN DISTENSIÓN DEL LIGAMENTO COLATERAL INTERNO .....	42
2.9	ESCALA DE VALORACIÓN DE EVA .....	43
2.10	HIPÓTESIS .....	44
2.11	VARIABLES.....	44
2.11.1	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	44
2.11.2	VARIABLE DEPENDIENTE.....	44
2.12	OPERALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	45
2.13	DEFINICIONES DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	47
3	CAPITULO III .....	49
3.1	MARCO METODOLÓGICO .....	49
3.1.1	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	49
3.1.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	49
3.1.3	NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN .....	49
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	50
4	CAPITULO IV .....	51
4.1	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	51
4.1.1	ANÁLISIS INICIAL DE LOS RESULTADOS .....	51
4.1.2	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS APLICANDO TRATAMIENTO CONVENCIONAL .....	56
4.1.3	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS APLICANDO TRATAMIENTO CONVENCIONAL Y VENDAJE NEUROMUSCULAR .....	61
4.2	TABLA VALORATIVA DEL TRATAMIENTO INICIAL Y FINAL CON LA ESCALA DE EVA PARA MEDIR EL DOLOR.....	66
4.3	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	68
5	CAPITULO V .....	68
5.1	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	68

5.1.1	CONCLUSIONES.....	68
5.1.2	RECOMENDACIONES .....	68
6	BIBLIOGRAFÍA .....	70
7	WEBGRAFÍA .....	70
8	ANEXOS.....	71
8.1.1	FOTOGRAFÍAS.....	71
8.1.2	ENCUESTA DE EVALUACIÓN DEL DOLOR .....	73
8.1.3	FICHA DE REGISTRO .....	74

## **INDICE DE FOTOS**

<b>Foto 1.</b>	Vendaje Neuromuscular del ligamento colateral interno .....	38
<b>Foto 2.</b>	Teoría de los colores .....	39
<b>Foto 3.</b>	Colocación y retirada del tape .....	41
<b>Foto 4.</b>	Aplicación del Vendaje neuromuscular en distensión del ligamento colateral .....	42
<b>Foto 5:</b>	Preparación del vendaje neuromuscular .....	71
<b>Foto 6.</b>	Limpieza de la zona de aplicación .....	71
<b>Foto 7.</b>	Aplicación final del vendaje neuromuscular .....	72

## **INDICE DE ILUSTRACIONES**

<b>Ilustración 1.</b>	Componentes óseos.....	6
<b>Ilustración 2.</b>	Tejido óseo y partes blandas .....	9
<b>Ilustración 3.</b>	Componentes de partes blandas .....	10
<b>Ilustración 4.</b>	Musculatura .....	13
<b>Ilustración 5.</b>	Movimientos de la cadera .....	16
<b>Ilustración 6.</b>	Movimientos de la rodilla .....	19

<b>Ilustración 7.</b> Movimientos del tobillo y pie .....	21
<b>Ilustración 8.</b> Puntos de apoyo, fuerza y resistencia .....	22
<b>Ilustración 9.</b> Biomecánica de la rodilla.....	23
<b>Ilustración 10.</b> Distensión del ligamento colateral interno .....	34
<b>Ilustración 11.</b> Escala de EVA .....	43

## **INDICE DE GRÁFICOS**

<b>Gráfico 1.</b> Dolor en el reposo .....	51
<b>Gráfico 2.</b> Dolor al caminar .....	52
<b>Gráfico 3.</b> Dolor al cambio de postura .....	53
<b>Gráfico 4.</b> Dolor al subir gradas .....	54
<b>Gráfico 5.</b> Dolor al realizar actividad física.....	55
<b>Gráfico 6.</b> Dolor en el reposo .....	56
<b>Gráfico 7.</b> Dolor al caminar .....	57
<b>Gráfico 8.</b> Dolor al cambio de postura .....	58
<b>Gráfico 9.</b> Dolor al subir gradas .....	59
<b>Gráfico 10.</b> Dolor al realizar actividad física.....	60
<b>Gráfico 11.</b> Dolor en el reposo .....	61
<b>Gráfico 12.</b> Dolor al caminar .....	62
<b>Gráfico 13.</b> Dolor al cambio de postura.....	63
<b>Gráfico 14.</b> Dolor al subir gradas .....	64
<b>Gráfico 15.</b> Dolor al realizar actividad física.....	65

# **1 CAPITULO I**

## **1.1 MARCO REFERENCIAL**

### **1.1.1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

EFICACIA DEL VENDAJE NEUROMUSCULAR EN DISTENSIÓN DEL LIGAMENTO COLATERAL INTERNO A LOS DEPORTISTAS QUE ACUDEN AL CENTRO DE FISIOTERAPIA DE LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE CHIMBORAZO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA EN EL PERIODO DE ENERO A JUNIO DE 2015.

### **1.1.2 PROBLEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA**

Dentro del ámbito deportivo a nivel nacional se ha notado un incremento de lesiones de rodilla en la población al practicar actividad deportiva, lo cual implica alto riesgo de presentar distensión del ligamento colateral interno durante la práctica de los distintos deportes. En la actualidad la mayoría de lesiones de ligamento colateral interno ocasionan un alto a la actividad física para después ser intervenida de manera emergente o de forma quirúrgica, siendo escasas las acciones preventivas, sin tomar en cuenta que el proceso de rehabilitación de los deportistas debe ser de forma rápida, también existe la tendencia de que el tratamiento post quirúrgico no es llevado correctamente con los ejercicios adecuados para dicha lesión, en nuestra provincia se recomendaría tratar la distensión del ligamento colateral interno de forma convencional con una protección adecuada de dicho ligamento por medio de la aplicación del vendaje neuromuscular, que es la opción más viable y eficaz para tratar este tipo de patología.

En la provincia de Chimborazo el 68% de los deportistas sufren lesiones al practicar actividad deportiva, en su mayoría afecta al ligamento colateral interno porque las medidas necesarias de la infraestructura de las canchas y lugares de entrenamiento no son mantenidas en buenas condiciones para el desarrollo de las actividades deportivas que desempeña cada uno de los integrantes de la selección provincial.

Al centro de rehabilitación física de la Federación Deportiva de Chimborazo acuden deportistas que no tienen un control adecuado al momento de realizar sus técnicas deportivas lo que provoca que existan este tipo de lesiones, debido a que no hacen uso de la biomecánica del cuerpo humano, en especial en los movimientos específicos para las

diferentes disciplinas y con el peso máximo que puede soportar la articulación de la rodilla, muchos de los deportistas que acuden a dicho centro de rehabilitación ya han sufrido lesiones anteriores de ligamentos colaterales, cruzados y meniscos por un mal uso de la biomecánica al realizar los diferentes ejercicios, en la actualidad siguen realizando actividad física sin tener un medio preventivo para proteger la articulación de la rodilla y ocasionando que la lesión existente empeore al participar en las actividades competitivas interinstitucionales.

### **1.1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Es eficaz el vendaje neuromuscular en la distensión del ligamento colateral interno en deportistas que acuden al centro de Fisioterapia de la Federación Deportiva de Chimborazo de la ciudad de Riobamba en el periodo de enero a junio de 2015?

### **1.1.4 PREGUNTAS DIRECTRICES O PROBLEMAS DERIVADOS**

¿Qué es la lesión del ligamento colateral interno?

¿Cómo se aplica el vendaje neuromuscular en la distensión del ligamento colateral interno?

¿Cuál es la metodología y las ventajas del vendaje neuromuscular en la distensión del ligamento colateral interno?

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 OBJETIVO GENERAL**

- Determinar la eficacia del vendaje neuromuscular por distensión del ligamento colateral interno a los deportistas como parte del tratamiento para la disminución del dolor y la reducción del tiempo de recuperación en los pacientes que acuden al centro de Fisioterapia de la Federación Deportiva de Chimborazo de la ciudad de Riobamba en el periodo de enero a junio de 2015.

### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Registrar a los pacientes que tienen distensión del ligamento colateral interno para aplicar vendaje neuromuscular y/o tratamiento convencional.
- Establecer que efecto produce el vendaje neuromuscular en pacientes con distensión de ligamento colateral interno y sus beneficios al aplicar la técnica del vendaje.



- Minimizar el tiempo de recuperación del paciente usando la venda neuromuscular y sugerir la aplicación del tratamiento para mejorar la funcionalidad articular músculo esquelético.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Es importante que se realice la investigación para verificar la eficacia de la aplicación del vendaje neuromuscular que nos permitirá mejorar el cuadro anatómico de la distensión del ligamento colateral interno ya que la técnica antes mencionada es nueva y se está implementado en la provincia, logrando cada vez tomar más fuerza para tratar diferentes lesiones. En el campo de fisioterapia se conoce muy poco de la técnica y sus variantes de aplicación y es por eso que se propone conocer más a fondo esta técnica, sabiendo que el vendaje neuromuscular es preventivo y sirve de apoyo al tratamiento fisioterapéutico convencional en deportistas logrando dar estabilidad articular, mejorar el rango de movimiento y disminuir el dolor, lo cual es indispensable para evitar lesiones de mayor gravedad de la rodilla y que esto conlleve a una cirugía.

El vendaje neuromuscular no solo va a dar soporte y estabilidad a la articulación de la rodilla sino que va a permitir que el deportista tenga más confianza al momento de realizar tanto sus actividades deportivas como sus actividades de la vida cotidiana. En el ámbito deportivo de la provincia, muchos de nuestros deportistas no concientizan que una lesión puede agravarse sino es tratada a tiempo, en este caso la inestabilidad de rodilla puede proporcionar daños a las estructuras anatómicas de la mencionada articulación, no solo ligamentaria y tendinosa sino también osteomuscular y se vería en la obligación de someterse a un tratamiento quirúrgico.

Tomando muy en cuenta que la rehabilitación de un deportista después de una cirugía es prolongada y dolorosa, el evitar llegar a este punto es lo más recomendable y es por eso que se propone la utilización del vendaje neuromuscular, como un instrumento preventivo y de apoyo fisioterapéutico para evitar daños físicos, psicológicos, emocionales y secuelas en el deportista.

## **2 CAPITULO II**

### **2.1 MARCO TEÓRICO**

#### **2.1.1 ANTECEDENTES INSTITUCIONALES**

##### **2.1.1.1 FEDERACION DEPORTIVA DE CHIMBORAZO**

Las Federaciones Deportivas Estudiantiles son entidades deportivas creadas a través del Decreto Ejecutivo N° 186 del 2 de mayo de 1966, publicado en el Registro Oficial N° 39 de fecha mayo 29 de 1966 y por el literal b) del Art.19 de la Ley de Educación Física Deportes y Recreación, dictada mediante Decreto supremo N° 2347 de marzo 31 del mismo año.

La Federación Deportiva Estudiantil de Chimborazo, cuyas siglas son FDECH, es una corporación del derecho privado, constituida y domiciliada en la ciudad de Riobamba, sin fines de lucro y por plazo indefinido con sujeción a la Ley de Educación Física, deportes y Recreación, al Estatuto de la Federación Deportiva Nacional Estudiantil (FEDENAES), Secretaría Nacional del Deporte (SENADER) y de sus disposiciones reglamentarias afines. Su función principal es: planificar, fomentar, organizar, desarrollar, controlar y evaluar el deporte estudiantil de la Provincia de Chimborazo en el nivel medio, y sin involucrarse en ninguna actividad proselitista relacionada con aspectos políticos, religiosos, raciales o atentatoria a los valores éticos y cívicos de nuestra sociedad, y a sus propios objetivos.

La Federación Deportiva estudiantil de Chimborazo estará integrada por todos los planteles de educación de nivel medio dependientes del Ministerio de Educación, los mismos que deberán obtener su afiliación de acuerdo con las disposiciones de los Estatutos y Reglamentos, para su mejor desarrollo y fomento deportivo está dividida en 4 Zonas que son:

- **ZONA RIOBAMBA URBANO.-** Está conformada por los colegios de la ciudad de Riobamba.
- **ZONA RIOBAMBA RURAL.-** Está conformada por los colegios de Riobamba Rural y sus cantones: Guano, Colta, Penipe, Chambo y Guamote.
- **ZONA ALAUSÍ-CHUNCHI.-** Está conformada por los colegios de los Cantones de Alausí y Chunchi.
- **ZONA COSTA.-** Está conformada por los colegios de régimen costa de los Cantones Cumandá y Pallatanga.

La Federación Deportiva de Chimborazo se encuentra ubicada en las calles Av. La Prensa y Carlos Zambrano junto al estadio olímpico de Riobamba,

### **Misión**

Contribuir al desarrollo formativo del Deporte Provincial Escolar y Colegial Estudiantil fortaleciendo la capacidad de las Instituciones Educativas para procesar eficazmente la actividad física, el deporte, generando un entorno favorable para el crecimiento con calidad para el desarrollo humano, a fin de ser un generador del buen vivir.

### **Visión**

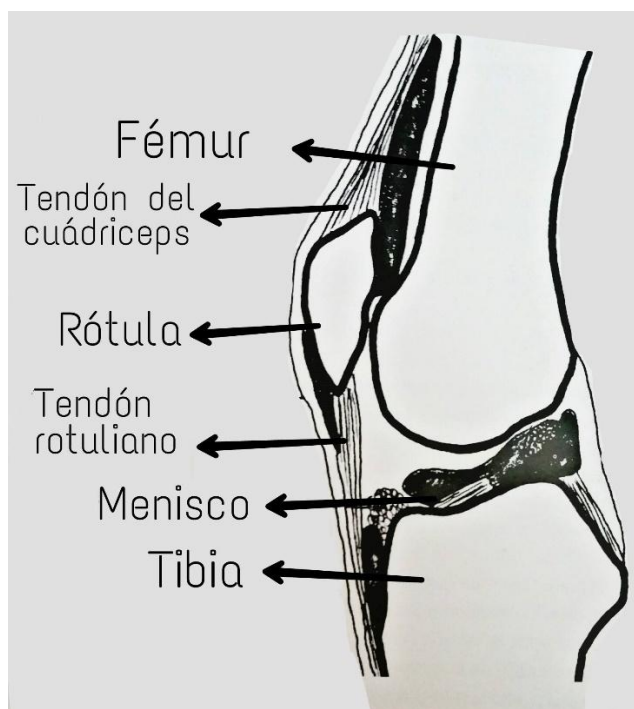
Consolidar el liderazgo del Deporte Provincial Estudiantil transfiriendo permanentemente la masificación y la búsqueda de talentos deportivos para situarnos como una Federación Estudiantil con innovación, tecnología, y habilidad para competir exitosamente a nivel nacional e internacional, destacando además por su dedicación a la formación, capacitación, adelanto de sus colaboradores, respeto integral al medio ambiente y compromiso con el desarrollo deportivo estudiantil.

### **Deportista**

Se considera deportista a toda persona que realice cualquier tipo de actividad física ya sea por salud, profesión o recreación con ningún fin específico. Las actividades deportivas realizadas rutinariamente con un fin lucrativo convierten a un individuo en un deportista profesional.

## 2.2 ANATOMÍA DE LA RODILLA

### 2.2.1 COMPONENTES ÓSEOS



**Ilustración 1.** Componentes óseos

**Fuente:** (Mangine, 2013)

Las partes óseas que están conformando la articulación de la rodilla son el fémur distal, la tibia proximal, la rótula y en un porcentaje de un 20% de la población, la fabela.

El fémur distal se acampana en dos cóndilos de carga separados posteriormente por la muesca intercondílea. En su parte anterior, los cóndilos femorales se unen para formar el surco troclear cóncavo que proporciona una superficie articular a la rótula. Los cóndilos se extienden posteriormente para acomodarse al grado de flexión a nivel de la rodilla. Los cóndilos y el surco de la tróclea están cubiertos de cartílago hialino que ayuda al movimiento y a la carga de peso. En ambos cóndilos existen epicóndilos. El epicóndilo interno es el lugar de inserción del aductor mayor que se inserta por su parte superior en el tubérculo aductor. Esta región también sirve de zona de inserción al ligamento colateral interno.

El epicóndilo externo sirve como origen del ligamento colateral externo, así como de la cabeza externa de los gemelos que emergen de una parte posterosuperior de esta región. La cabeza interna de los gemelos se origina a partir de la superficie correspondiente del cóndilo opuesto. El epicóndilo externo posee una muesca que se extiende bajo el ligamento condíleo externo que sirve como canal para el tendón poplíteo. Las regiones poplíteas se

pueden palpar fácilmente, particularmente cuando la rodilla se encuentra a 90 grados de flexión. El centro de osificación de la región condílea está separada de la diáfisis del fémur y el examen radiológico revela que pasa por el tubérculo aductor. La osificación en esta zona empieza poco antes de los 14 años y acaba aproximadamente a los 16 años en las mujeres y a los 18 en los hombres.

Los cóndilos femorales interno y externo son convexos en los planos frontal y sagital. Además, ambos cóndilos tienen un eje anteroposterior mayor que el eje transversal. El cóndilo interno se acampana posterior y medialmente desde la diáfisis del fémur. El cóndilo femoral externo está más alineado con la diáfisis del fémur que el cóndilo interno. El cóndilo externo es más grueso que el cóndilo interno en dirección transversal. A pesar que el cóndilo femoral interno es más largo en dirección AP, el cóndilo externo tiene mayor altura a lo largo del surco troclear, protegiendo de la subluxación lateral de la rótula. El radio de curvatura de los cóndilos no es uniforme. El radio cambia en conjunción con la cantidad relativa de rodamiento y deslizamiento que se produce durante la flexión.

La tibia proximal está compuesta de dos mesetas tibiales separadas por las eminencias intercondíleas interna y externa o espinas tibiales. Durante la flexión, estas espinas se proyectan en el interior de la muesca intercondílea del fémur, facilitando la rotación tibial a lo largo del eje largo de la tibia. La tuberosidad tibial, localizada a nivel del extremo proximal del borde anterior de la tibia, proporciona la zona de inserción del ligamento rotuliano. Cuando se mira en el plano sagital, la tibia proximal está inclinada posteriormente y las mesetas sobresalen de la diáfisis tibial.

La meseta tibial interna es cóncava tanto en el plano sagital como en el frontal. El área superior total de la meseta tibial interna es mayor que la de la externa para acomodar la campana más ancha y la dimensión antero posterior del cóndilo femoral interno. Esto da a la meseta interna una forma oval, con el eje mayor en dirección antero posterior. La meseta tibial interna no se extiende sobre la diáfisis de la tibia.

La meseta tibial externa difiere de la interna en dos aspectos. Primero, el ángulo posteroexterno sobresale de la diáfisis de la tibia, permitiendo que una faceta se articule con la cabeza del peroné. En segundo lugar, a pesar de que la meseta externa mantiene su concavidad en el plano frontal, es convexa en el plano sagital. Esta diferencia en la

geometría de las mesetas tibiales indica movimientos diferentes entre las superficies articulares de los compartimientos interno y externo, particularmente durante la rotación de la tibia en el fémur.

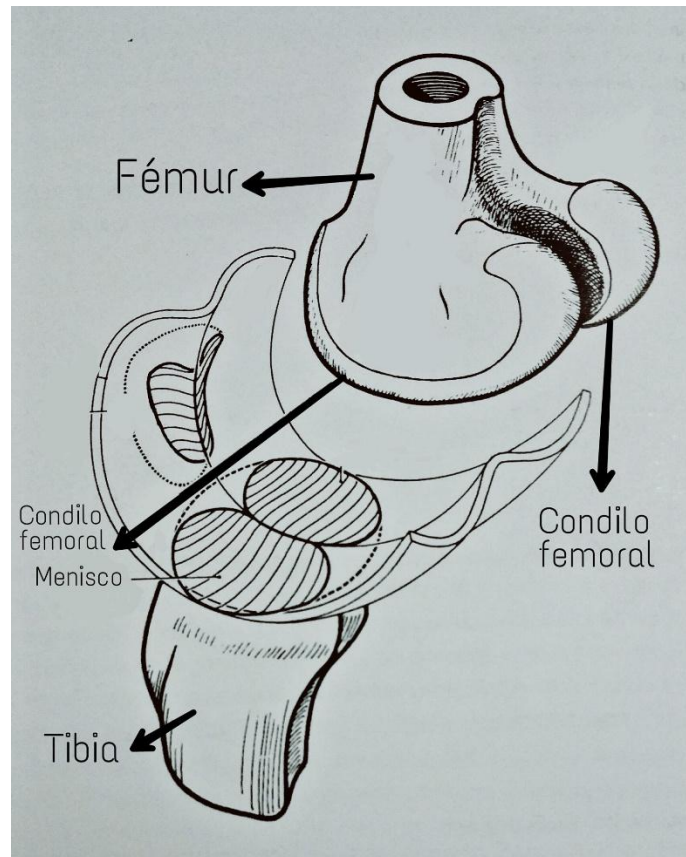
La osificación de la tibia proximal se produce separada de la diáfisis, al igual que ocurre en el fémur. La línea epifisiaria pasa a través de la tuberosidad tibial. La osificación de la tuberosidad suele producirse separadamente de las mesetas, formándose su propio centro de osificación a los doce años.

El fémur distal y la tibia proximal contienen un sistema de trabéculas en el interior de la parte esponjosa del hueso. Estas trabéculas se alinean a lo largo de las líneas de mayor tensión. Las trabéculas de los cóndilos femorales pueden soportar grandes fuerzas de cargas. También existen trabéculas transversas que forman un patrón cúbico en el interior de los cóndilos. El patrón trabecular de las mesetas tibiales es diferente, reflejando distintos tipos de tensiones presentes en esta zona. En las espinas tibiales existe un patrón trabecular vertical, mientras que las trabéculas horizontales y oblicuas refuerzan las mesetas interna y externa respectivamente.

La rótula es el hueso sesamoideo más grande del cuerpo. Los componentes óseos de la articulación femoropatelar son el surco troclear del fémur y las facetas rotulianas. La rótula está incluida en las inserciones tendinosas del músculo cuádriceps que converge para formar el tendón patelar o ligamento rotuliano. La rótula tiene forma triangular con una base ancha proximal y un vértice distal en el plano frontal.

La superficie posterior se articula con el fémur a través de una serie de siete facetas. Por la parte posterior, la superficie de la rótula está cubierta por cartílago articular que puede tener una densidad de hasta 5 mm, el más grueso del cuerpo humano. La cresta central divide la rótula en dos complejos de facetas, interno y externo. Cada complejo posee tres facetas: superior, media e inferior. El complejo interno también posee otra faceta localizada en la parte lejana interna. Esta faceta se denomina faceta de flexión o impar, ya que se articula con el fémur únicamente durante la flexión extrema. Las facetas patelares normales son cóncavas para articularse suavemente con los cóndilos femorales convexos.

(Mangine, 2013)



**Ilustración 2.** Tejido óseo y partes blandas

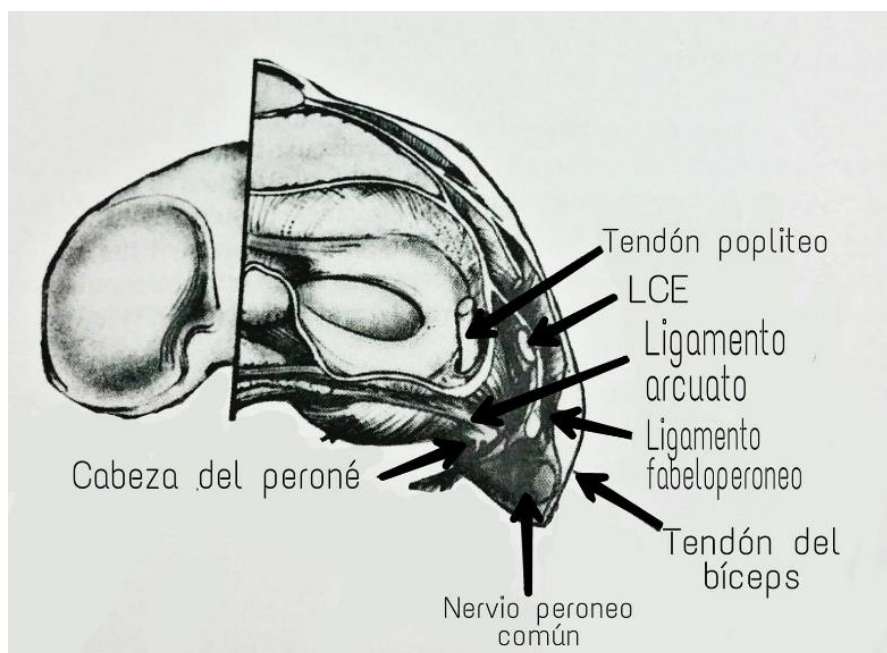
**Fuente:** (Mangine, 2013)

En el nacimiento, la rótula es cartilaginosa y sufre algunos cambios morfológicos durante la osificación, particularmente respecto al desarrollo de la faceta impar. Las trabéculas se alinean en base a las tensiones a las que se somete la rótula. Un grupo de trabéculas se origina a partir de la superficie articular posterior, se proyecta perpendicularmente y luego se irradia superiormente. Un segundo grupo discurre horizontalmente y en paralelo a la superficie anterior. De esta forma, la rótula queda reforzada contra las tensiones inducidas por el contacto articular, así como contra las fuerzas tensiles impuestas por la contracción muscular y las limitaciones de las partes blandas.

Aproximadamente el 20% de la población presentan una fabela. Esta está localizada en el ángulo posterolateral de la rodilla a nivel de la inserción de los ligamentos poplíteo oblicuo y arcuato y el tendón de la cabeza externa de los gemelos. Cuando existe fabela, la cápsula posterolateral está reforzada por la combinación de los ligamentos arcuato y fabeloperóneo.

(Mangine, 2013)

### 2.2.2 COMPONENTES DE PARTES BLANDAS



**Ilustración 3.** Componentes de partes blandas

**Fuente:** (Mangine, 2013)

La rodilla posee dos meniscos compuestos de fibrocartílago. Los meniscos se encuentran en la periferia de las mesetas tibiales, siguiendo las líneas básicas de las mesetas. El menisco interno tiene forma semilunar y es más ancho posteriormente que anteriormente. En la periferia, el menisco está íntimamente unido al ligamento coronal. En la parte anterior, el menisco interno recibe un haz del ligamento del menisco rotuliano. Además el cuerno anterior del menisco es una de las zonas de inserción del ligamento transversal, el cual une los meniscos interno y externo. En la cara interna, el menisco está firmemente unido a la cápsula así como a la porción profunda del ligamento colateral interno.

(Donoso, 2006)

En la parte anterior, el menisco externo recibe un haz del ligamento meniscopatelar y del ligamento transversal. Dado que el menisco externo tiene forma más circular que el interno, el ligamento transversal se inserta en la parte anterior del menisco en lugar de en el borde. Lateralmente, el ligamento está ligeramente unido a la cápsula y no se conecta con el ligamento colateral externo. En la parte posterior, el menisco externo puede recibir fibras de los ligamentos posteroexternos de la cápsula y del ligamento cruzado posterior.



Los meniscos realizan dos funciones mecánicas. En primer lugar, actúan manteniendo el espacio articular sirviendo de amortiguadores del golpe cuando se reciben fuerzas de compresión en la rodilla. En segundo lugar, mejoran la congruencia de la articulación. Dado que las mesetas tibiales son relativamente convexas, la colocación de un menisco en los compartimientos interno y externo proporciona una superficie cóncava para la articulación con los cóndilos femorales. Este aumento de la congruencia mejora la estabilidad de la articulación y disminuye la tensión del contacto en las superficies articulares de la rodilla.

Los meniscos se mueven durante la flexión, la extensión y la rotación de la rodilla. El menisco interno posee más inserciones capsulares y ligamentosas; por lo tanto, su movimiento es menor que el del menisco externo. El menisco interno realiza una excursión antero posterior de 6-7 mm aproximadamente, mientras que el externo se mueve aproximadamente 12 mm. Durante la extensión, los meniscos son empujados hacia fuera. Esto lo realizan los ligamentos meniscopatelares que transmiten la tensión generada por la contracción del grupo de los músculos cuádriceps.

Durante la rotación, los movimientos meniscales son contrarrestados por los movimientos de sus respectivas mesetas tibiales. La rotación externa de la tibia sobre el fémur hace que el menisco interno se mueva hacia atrás, mientras que el menisco externo se desplaza hacia delante. Durante la rotación interna de la tibia ocurre lo contrario. Estos movimientos meniscales se producen debido a la tensión pasiva generada en los meniscos patelares y debido a las limitaciones geométricas de los cóndilos femorales.

(Donoso, 2006)

### **2.2.3 INERVACIÓN**

La articulación de la rodilla está a cargo de diversas ramas de los nervios femoral, obturador, tibial y peróneo común. La rama safena del nervio femoral, junto con las ramas de los músculos vastos interna, crural y vasto externo proporcionan el control motor y la inervación sensitiva a las áreas correspondientes a la articulación. La bolsa suprarrotuliana, el periostio de la rótula, la cápsula anterointerna y anteroexterna, la grasa infrarrotuliana y el periostio de las mesetas tibiales están inervados por las ramas mencionadas del nervio femoral. La cápsula posterior, interna y externa, la grasa infrarrotuliana, la articulación

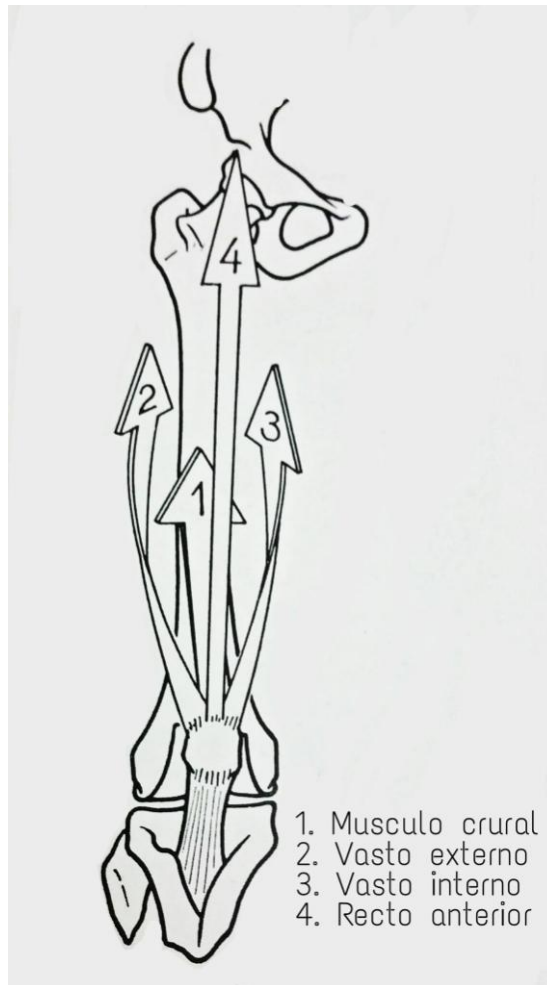
tibioperonea superior y el periostio de la tibia proximal están inervados por una rama del nervio tibial. El nervio obturador inerva los vasos sanguíneos y contribuye a la grasa infrarrotuliana y de la cápsula posterior. Finalmente el nervio peróneo común inerva la cápsula anteroexterna, el periostio tibial y la grasa infrarrotuliana. El peróneo común también ofrece una rama recurrente para el tubérculo tibial, la articulación tibiofemoral superior y la grasa infrarrotuliana es quizá la estructura mejor inervada de la rodilla. Se discute si los meniscos están inervados, existiendo evidencias en ambos sentidos. Los vasos sanguíneos del menisco interno probablemente llevan nervios vasomotores, aunque no se les reconoce otras funciones a estos nervios. Los ligamentos cruzados y los colaterales contienen mecano receptores y receptores del dolor.

Los elementos nerviosos de la cápsula articular y de otras estructuras blandas de la rodilla humana poseen mecano receptores capsulados y no capsulados, así como una gran abundancia de terminaciones nerviosas libres. Los ligamentos cruzados poseen receptores semejantes a los Golgi. La presencia de receptores en los tendones y en los músculos alrededor de la rodilla se demostró hace tiempo. El tejido sinovial y la grasa infrarrotuliana también están ricamente inervados. La función de estos mecano receptores es la de proporcionar información propioceptiva y controlar el estado mecánico de las partes blandas de la rodilla. (Mangine, 2013)

#### **2.2.4 VASCULARIZACIÓN**

La vascularización de la rodilla proviene de la arteria femoral y poplítea. La arteria genicular descendente vasculariza el vasto interno y diversas partes de la articulación de la rodilla y musculatura que la rodea. La rama safena de la arteria genicular descendente irriga la cara interna de la articulación. Las ramas vasculares de la arteria son las arterias geniculares superior, inferior y media. La arteria genicular superior se divide a su vez en vasos geniculares superior interno y externo la arteria genicular inferior se divide para formar las arterias geniculares inferiores interna y externa. Los ligamentos cruzados están vascularizados por las arterias geniculares inferior y superior. Las arterias de la rodilla forman una anastomosis alrededor de la rodilla, con una red profunda y superficial alrededor de la rótula.

## 2.2.5 MUSCULATURA



**Ilustración 4.** Musculatura

**Fuente:** (Mangine, 2013)

La musculatura que rodea la rodilla actúa moviendo la rodilla en toda su amplitud de movimiento, con fuerza y potencia. Los músculos de la rodilla también protegen la rodilla mediante la estabilidad dinámica de la rodilla y manteniendo el sistema de estabilidad estático. Una tercera función de los músculos del muslo y la rodilla es la absorción de las fuerzas de carga de peso generadas durante las actividades atléticas y actividades de la vida diaria (AVD), para reducir tensión a la que se somete a las superficies articulares de carga, meniscos y ligamentos. Las lesiones que reducen la actuación de los músculos comprometen a estas funciones y colocan a la rodilla en una situación de riesgo.

El grupo de los cuádriceps es el único grupo que produce la extensión de la rodilla. El cuádriceps está formado por el recto anterior, que se origina en la espina iliaca antero inferior y generalmente a partir de un surco por encima del acetábulo, el vasto externo que

se origina mediante una amplia inserción en la mitad proximal del fémur, el crural que se origina en la parte anterior y en los dos tercios proximales externos de la diáfisis femoral y el vasto interno. El interno puede dividirse en una porción larga que se origina a partir de la línea intertrocantérea y la parte interna de la línea áspera y una cabeza oblicua que se origina a partir de la línea supracondílea interna en la cara posterior del fémur y el tendón del músculo aductor mayor. Estos dos vientres musculares pueden estar separados por un plano facial. En la mayoría de los casos, estos dos músculos tienen una doble inervación.

El cuádriceps se inserta en la rótula, cubriéndola con una expansión fibrosa. Las partes del tendón de los cuádriceps se unen con la cápsula anterior, ayudando en la formación de los ligamentos meniscorrotulianos. Algunas de las fibras del tendón de los cuádriceps se unen directamente con el ligamento rotuliano saltándose la rótula. El tendón rotuliano se inserta en la tuberosidad tibial.

El articular de la rodilla está asociado al grupo de los cuádriceps y está localizado en la profundidad del músculo crural. El articular de la rodilla se origina a partir de la parte distal y anterior del fémur y se inserta en la cápsula de la rodilla. Su propósito es tirar de la cápsula de la rodilla hacia arriba durante la extensión de la rodilla previniendo los pinzamientos de la cápsula con la rótula.

Para que funcione correctamente la rodilla y particularmente la articulación femorrotuliana, es importante que la musculatura de los cuádriceps funcione a su vez de forma adecuada. Tras las lesiones de la rodilla, el debilitamiento del cuádriceps es un proceso normal, debido posiblemente a la inhibición de los receptores articulares de la cápsula y los ligamentos. En la rehabilitación femorrotuliana debe tenerse cuidado de no causar grandes fuerzas en la rótula durante el ejercicio. Debería ejercitarse el cuádriceps inicialmente con ejercicios isométricos e isotónicos en flexión de 90 a 60 grados. Esta amplitud reduce la tensión sobre la rótula y es óptima para la función de los cuádriceps.

Los músculos flexores de la rodilla son principalmente los poplíteos que están compuestos por el semimembranoso, semitendinoso y las cabezas larga y corta del bíceps crural. La cabeza larga del bíceps y el semitendinoso se originan en la parte superior de la tuberosidad isquiática. El semimembranoso se origina por encima de los otros dos músculos, también en la tuberosidad isquiática y comparte fibras con la cabeza larga del

bíceps y el semitendinoso en su origen. La porción corta del bíceps crural se origina en el borde externo de la línea áspera, a lo largo de su parte media y superior.

El semitendinoso se inserta distalmente mediante un largo tendón formando parte de la pata de ganso en el interior de la cara interna de la parte superior de la tibia, inmediatamente por debajo de la meseta tibial. El tendón pasa sobre el ligamento lateral interno, del que está separado por una bolsa. El semimembranoso posee cinco brazos que se insertan alrededor de la rodilla. La parte principal se inserta por debajo y en la meseta tibial interna. De los cuatro brazos restantes uno se inserta en el menisco interno, el segundo pasa sobre la cápsula posterior formando el ligamento poplíteo oblicuo, el tercero se une al complejo de la pata de ganso y el cuarto refuerza la parte posterointerna de la cápsula, insertándose en el ligamento lateral interno. El último brazo puede o no ejercer tensión en el ligamento lateral interno cuando se contrae el semimembranoso. Las cabezas del bíceps crural forman un tendón común que se inserta en una amplia zona de la parte proximal de la tibia. El tendón forma tres expansiones fibrosas, una profunda, una media y una superficial. La capa superficial se abre el abanico en la parte anteroexterna de la tibia proximal, el ligamento lateral externo y la cabeza del peroné. La capa media se une ligeramente al ligamento lateral y a la tibia. La porción profunda se divide y se une al proceso estiloides de la cabeza del peroné y sigue la expansión del tracto iliotibial hasta el tubérculo de Gerdy.

Además de la flexión de la rodilla, los poplíteos producen la rotación tibial. El bíceps crural provoca la rotación externa de la tibia, y el semimembranoso y el semitendinoso la rotación interna. Debido al ángulo de su inserción y a que los huesos bloquean los movimientos, los poplíteos no pueden rotar la rodilla en extensión completa. A medida que la rodilla entra entre 45 y 90 grados de flexión, aumenta el movimiento rotatorio de los músculos poplíteos.

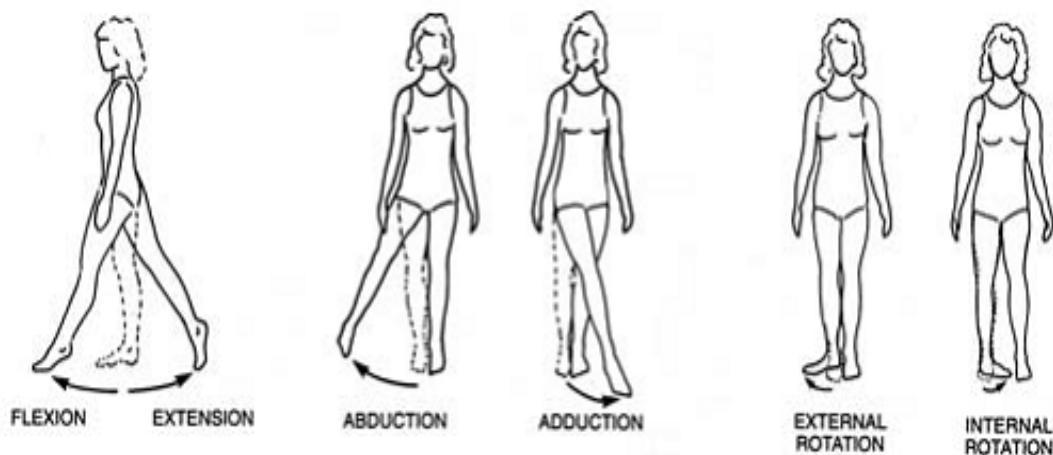
El músculo poplíteo es responsable de la rotación interna de la tibia al inicio de la flexión estando la rodilla en extensión, produciendo la apertura del mecanismo de “tornillo” de la rodilla. El poplíteo emerge y discurre por un surco del cóndilo femoral externo. Algunas de sus fibras aparecen del menisco externo. La inserción distal se realiza en la parte posterointerna de la tibia, por encima del sóleo. La contracción poplíteica se produce antes

de la contracción del grupo de los poplíteos cuando se flexiona la rodilla para rotar la tibia y el menisco externo se desplaza hacia atrás.

Además del semitendinoso, el sartorio y el recto interno se combinan para formar el grupo de la pata de ganso. El recto interno emerge de la parte inferior del pubis, corriendo superficialmente al aductor mayor. El sartorio se origina en el borde inferior de la espina iliaca anterosuperior y corre oblicuamente a lo largo de la cara interna. El recto interno se inserta en la tibia por encima del semitendinoso. El sartorio se inserta delante del recto interno. Juntos, los tres músculos forman una expansión fibrosa que cubre toda la parte anterointerna proximal de la tibia. El grupo de la pata de ganso produce la rotación interna y la flexión de la tibia sobre el fémur.

Finalmente, las cabezas interna y externa de los gemelos cruzan la zona posterior de la articulación de la rodilla, apareciendo desde sus respectivos cóndilos femorales. Los gemelos contribuyen ligeramente a la flexión de la rodilla. Su importancia para la rodilla se limita a las bolsas que existen entre los músculos y la cápsula articular de la rodilla y que pueden ser una causa de dolor posterior de la rodilla. (Mangine, 2013)

### 2.3 BIOMECÁNICA DEL TREN INFERIOR



**Ilustración 5.** Movimientos de la cadera

**Fuente:** (Donoso, 2006)

La articulación coxofemoral es una enartrosis de coaptación muy firme. Posee una menor amplitud de movimientos en relación con la articulación escapulohumeral, pero mejor estabilidad.

### **2.3.1 EJES DE MOVIMIENTO DE LA CADERA**

**Eje transversal:** situado en un plano frontal, se realizan los movimientos de flexión - extensión

**Eje anteroposterior:** situado en un plano sagital, se efectúan los movimientos de abducción - aducción

**Eje vertical:** permite los movimientos de rotación externa-rotación interna.

#### **2.3.1.1 FLEXIÓN**

La flexión de la cadera es el movimiento que lleva la cara anterior del muslo al encuentro del tronco. La flexión de la cadera está íntimamente relacionada con la actitud de la rodilla, así vemos como:

- Flexión activa con la rodilla extendida: 90°
- Flexión activa con la rodilla flexionada : 120°
- Flexión pasiva con la rodilla flexionada: 140°
- Flexión pasiva con la rodilla extendida: menor que los anteriores.

La flexión de la rodilla, al relajar los músculos isquiotibiales, permite una flexión mayor de la cadera.

En la flexión pasiva de ambas caderas juntas con la flexión de las rodillas, la cara anterior de los músculos establece un amplio contacto con el tronco, ya que a la flexión de las coxofemorales se añade la inclinación hacia atrás de la pelvis por enderezamiento de la lordosis lumbar.

#### **2.3.1.2 EXTENSIÓN**

La extensión conduce al miembro inferior por detrás del plano frontal.

La amplitud de la extensión de la cadera es mucho más reducida que la de la flexión ya que se halla limitada por la tensión que desarrolla el ligamento iliofemoral.

Extensión activa. De menor amplitud que la pasiva:

- Con la rodilla extendida: 20°

- Con la rodilla flexionada:  $10^\circ$ , esto es debido a que los músculos isquiotibiales pierden su eficacia como extensores de la cadera por haber empleado una parte importante de su fuerza de contracción en la flexión de la rodilla.
- Extensión pasiva:  $20^\circ$ , tiene lugar al adelantar un pie, inclinando el cuerpo hacia delante mientras el otro permanece inmóvil.

Se pueden conseguir aumentos considerables de amplitud con la práctica de ejercicios apropiados.

### **2.3.1.3 ADUCCIÓN**

La aducción pura no existe. Existen, movimientos de aducción relativa, cuando a partir de una posición de abducción llevamos al miembro inferior hacia dentro.

Existen movimientos de aducción combinadas con extensión de la cadera y movimientos de aducción combinados con flexión de la cadera.

En todos los movimientos de aducción combinada, la amplitud máxima de la aducción es de  $30^\circ$

La posición de sentado con las piernas cruzadas una sobre otra, está formada por una aducción asociada a una flexión y a una rotación externa. En esta posición, la estabilidad de la cadera es mínima.

### **2.3.1.4 ABDUCCIÓN**

La abducción lleva al miembro inferior en dirección hacia fuera y lo aleja del plano de simetría del cuerpo.

La abducción de una cadera va acompañada de una abducción igual y automática de la otra.

Cuando llevamos el movimiento de abducción al máximo, el ángulo que forman los dos miembros inferiores es de  $90^\circ$ , de lo cual se deduce que la amplitud máxima de la abducción de una cadera es de  $45^\circ$ .

En los sujetos adiestrados se puede conseguir una abducción de  $180^\circ$ , pero en este caso está en abducción-flexión.

### **2.3.1.5 ROTACIÓN**

La rotación externa es el movimiento que conduce la punta del pie hacia fulera.



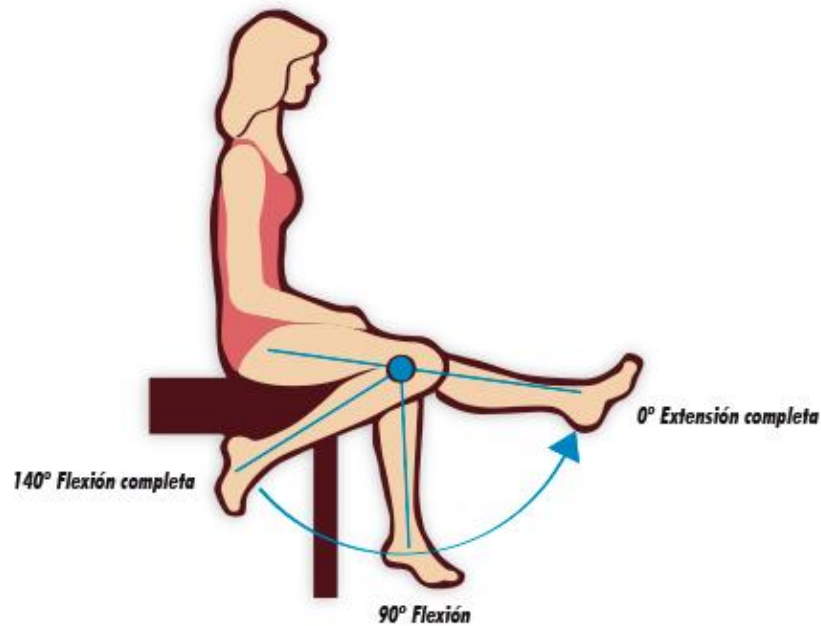
La rotación interna lleva la punta del pie hacia dentro. La posición de referencia, mediante la cual estudiamos la rotación, se obtiene estando el sujeto en decúbito prono y la pierna en flexión de 90° sobre el muslo, en esta posición nos encontramos: Rotación interna 30°, rotación externa 60°.

Con el sujeto sentado al borde de una mesa, con la cadera y rodilla flexionadas en ángulo recto, podremos rotar tanto externamente como internamente, a estos movimientos los denominamos rodadura.

Los practicantes de yoga llegan a forzar la rotación externa hasta tal punto que los ejes de ambas piernas quedan paralelos, superpuestos y horizontales (posición de Loto).

(Donoso, 2006)

### 2.3.2 EJES DE MOVIMIENTOS DE LA RODILLA



**Ilustración 6.** Movimientos de la rodilla

**Fuente:** (Mangine, 2013)

La cinemática de la rodilla es extraordinariamente compleja, hasta tal punto, que su dinámica en el movimiento, se realiza en tres planos a la vez, de hecho, aún no se ha podido diseñar todavía una prótesis que reproduzca exactamente esta cinemática.

El movimiento de flexo-extensión, no es un simple movimiento de gozne alrededor de un eje transversal, en un solo plano. A él se le unen simultáneamente un movimiento da

rotación interna y externa. Los últimos 15° de extensión son sincrónicos a una rotación externa, formando lo que se denomina "auto atornillamiento" de la rodilla, alcanzando la posición de máxima estabilidad (máximo contacto entre las superficies articulares y máxima tensión de los ligamentos).

Además, recordemos que la rodilla presenta en extensión un valgo fisiológico de 10° entre el fémur y la tibia. Pues bien sincrónicamente también, con el movimiento de flexión de la rodilla, se va perdiendo este valgo, que desaparece al estar la pierna en flexión. Por otra parte, se ha hablado clásicamente de los movimientos de rotación y de rodamiento de los cóndilos sobre los platillos (otros autores lo han denominado deslizamiento), dependiendo del momento cinético articular. Pero hoy se han abandonado estos conceptos, al ver que a la rodilla no se la puede definir como moviéndose a través de un eje determinado.

Lo que más se acerca a la realidad son los conceptos de CIM (centro Instantáneo de movimiento), que es el punto en que la velocidad angular es igual a 0, para un determinado movimiento. Si vamos buscando el CIM de pequeños movimientos a todo lo largo de la flexión de la rodilla y luego unimos los puntos, obtendremos la curva poloide, que puede servirnos de guía para definir este movimiento. A pesar de todo sólo nos habla de un plano, y ya se ha indicado que se movía en tres de forma simultánea.

(Mangine, 2013)

### 2.3.3 BIOMECÁNICA DEL TOBILLO



**Ilustración 7.** Movimientos del tobillo y pie

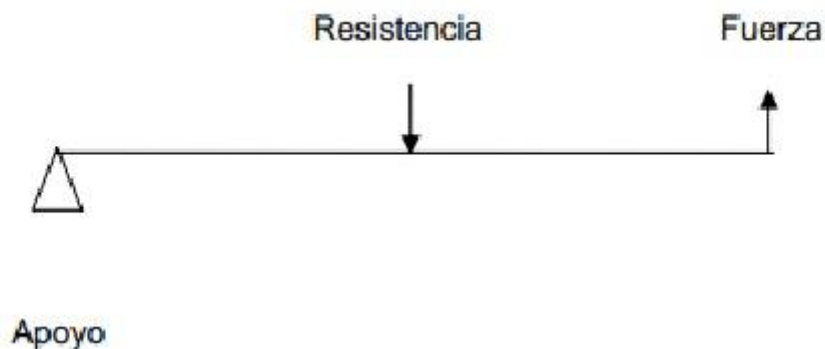
**Fuente:** (Donoso, 2006)

En el tobillo destacan dos articulaciones: la tibioperoneoastragalina, que es la principal y la peroneotibial inferior. Las articulaciones peroneotibiales, tanto superior como inferior, que pertenecen al grupo de las sinartrosis, están unidas por fibras de tejido fibroso dispuestas en oblicuo que hacen que cuando el peroné se aproxima a la tibia éste descienda, y cuando se aleja, ascienda.

La articulación tibioperoneoastragalina es una tróclea reforzada por un sistema capsuloligamentoso y una contención ósea. Tiene un grado principal de libertad: la flexoextensión, que se realiza en el plano sagital; la inversión y la eversión, al igual que la circunducción, se realizan por la participación de las articulaciones subastragalina y calcaneoescafoidea. Es una articulación bastante resistente y muy estable, con una gran congruencia entre la tróclea y la mortaja tibioperonea (que cubre un ángulo de unos  $65^\circ$ ), pero a pesar de ello sólo posee una fina capa de cartílago (de 1,6 mm aproximadamente), debido a esta congruencia y a pesar de ser la articulación que más carga soporta del cuerpo (entre 5 y 7 veces el peso corporal en la fase final de la marcha), no es una articulación muy propensa a la artrosis.

Partiendo de la posición neutra de tobillo (planta del pie formando un ángulo recto con la tibia) se define la flexión dorsal o extensión al movimiento que acerca el dorso del pie a la cara anterior de la tibia que suele ser de unos 15°-30° de flexión dorsal; mientras que la flexión plantar o flexión es el movimiento contrario, de mayor amplitud 30°-50° y en él se produce la descompresión de la articulación y el deslizamiento. El centro de giro de este movimiento se encuentra en el astrágalo. En la flexión plantar se produce un descenso, rotación externa y aproximación del peroné a la tibia (cierre de la mortaja tibioperonea); mientras que en la flexión dorsal se produce lo contrario, ascenso, rotación interna y separación del peroné (los maléolos se separan).

La tibioperoneoastragalina se comporta como una palanca de segundo género durante la marcha, siendo el punto de apoyo, el apoyo en metatarsianos; la resistencia, el peso corporal (transmitido por la tibia al pie a través del tobillo); y la fuerza, el tendón de Aquiles en su inserción en el calcáneo-



**Ilustración 8.** Puntos de apoyo, fuerza y resistencia

**Fuente:** (Donoso, 2006)

La presión intraarticular a la que se ve sometida la tibioperonea durante la marcha es la siguiente:

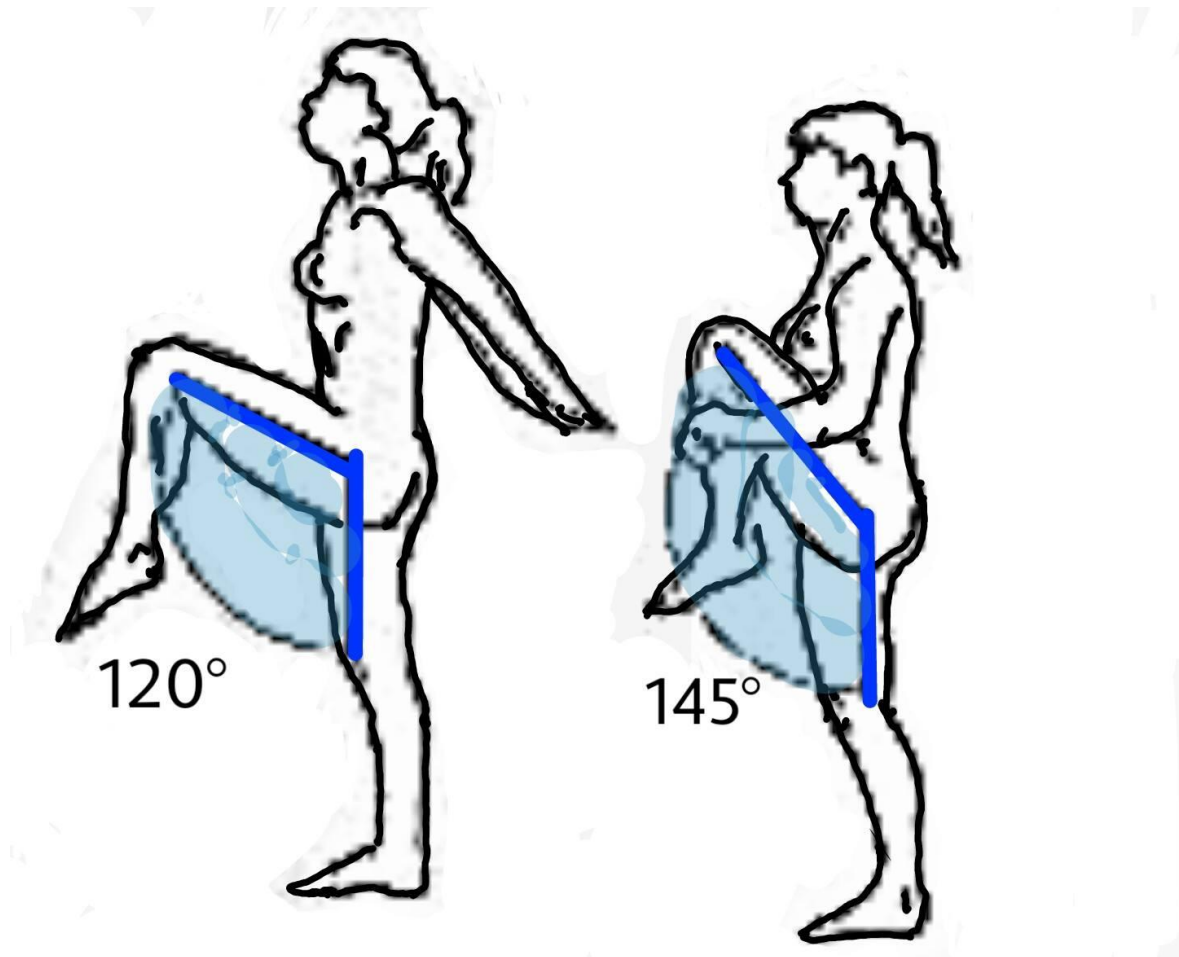
- Fase de apoyo de talón: 2 veces el peso corporal.
- Fase de apoyo plantar: igual al peso corporal.
- Fase de despegue o impulso: 3 veces el peso corporal (ya que está sometido a fuerza de torsión, presión del suelo y acción muscular).

Es una articulación con una gran relevancia en el ciclo de la marcha, donde a pesar de los 80° de movilidad de la tibioastragalina, sólo son necesarios 10° de flexión plantar y 20° de flexión dorsal. Durante la carrera se precisa un aumento del rango de flexión dorsal y para subir y bajar escaleras se necesita un aumento de ambos. Cuando se realiza una artrodesis de tobillo y también en determinados casos de artrosis, se va a ver eliminado el segundo rodillo del ciclo de la marcha, teniendo como consecuencia una ineficaz transferencia de peso corporal desde el retropie hacia el antepie, realizándose por tanto con un mayor gasto energético.

(Donoso, 2006)

## 2.4 FISIOLÓGÍA DE LA RODILLA

### 2.4.1 BIOMECÁNICA DE LA RODILLA



**Ilustración 9.** Biomecánica de la rodilla

**Fuente:** (Mangine, 2013)

Las dos articulaciones de la rodilla actúan en conjunto la una con la otra para producir movimientos suaves y poderosos. La capacidad de la rodilla para soportar la tensión generada durante la actividad es un factor determinante en su actuación. La articulación tibiofemoral se apoya en los meniscos, músculos y ligamentos para mantener su integridad biomecánica y anatómica. La mecánica de la articulación femorrotuliana depende de las propiedades del cartílago articular, así como de su dinámica y componentes estáticos.

Toda discusión de la mecánica de la articulación de la rodilla debe incluir una descripción de la geometría y osteocinemática de la tibia y el fémur. La forma de los cóndilos femorales y las mesetas tibiales alerta la manera en que la tibia y el fémur se articulan. La rodilla está formada por dos articulaciones condíleas que representan las articulaciones tibiofemorales interna y externa y una articulación sellar entre la rótula y el surco troclear del fémur. Las articulaciones tibiofemoral y femorrotuliana están incluidas en una única cavidad sinovial. Los movimientos cinemáticos de la rodilla son la flexión, la extensión y la rotación de la tibia. El movimiento artrocinemático de la rodilla describe los movimientos de las superficies articulares con respecto a la otra a medida que la rodilla se mueve en las distintas posiciones.

La rodilla posee 6 grados de libertad alrededor de tres ejes. Los ejes anatómicos son el vertical (o longitudinal), el transverso y el anteroposterior. Todos los movimientos articulares pueden describirse en este sistema de tres ejes. Cada eje permite una rotación y una traslación. La flexo extensión es la rotación alrededor del eje transversal; la traslación tibial interoexterna comparte el mismo eje. La traslación anterior y posterior de la tibia o cajón se produce a lo largo del eje anteroposterior; la rotación a lo largo de este eje se denomina abducción y aducción de la tibia. La estabilidad varo-valgo es una medida de la rotación alrededor de este eje. (Donoso, 2006)

La rotación interna y externa de la tibia se produce alrededor del eje longitudinal. La compresión y la tracción de la articulación ocurren a lo largo del mismo eje.

No todos los movimientos tibiofemorales posibles se producen de forma voluntaria. Ciertos movimientos van unidos a otros. El resultado de esta unión es aquel movimiento de la rodilla no se produce en los planos cardinales; a su vez, el eje de rotación es oblicuo.

Además, dado que las superficies óseas son irregulares, el eje del movimiento no pasa a través de puntos fijos de la rodilla. El movimiento entre las superficies articulares se

controla mediante la geometría articular y las limitaciones ligamentosas. Los movimientos libres de las articulaciones femorotibial y femororrotuliana son interdependientes ya que la limitación del movimiento de una articulación provoca la limitación en la otra.

La extensión de la rodilla está asociada al deslizamiento superior de la rótula, la traslación anterior de la tibia y la rotación externa de la rodilla. Esta rotación se denomina mecanismo en tornillo o rotación automática. El mecanismo en tornillo se debe principalmente a los movimientos desiguales de los compartimentos interno y externo.

Tal como ya se ha dicho, los dos cóndilos y las mesetas presentan sutiles diferencias en su geometría. El cóndilo femoral interno tiende a girar durante la extensión, mientras que el cóndilo externo presenta un mayor grado de rotación y deslizamiento. Esto provoca la rotación interna femoral o la rotación externa relativa de la tibia. La rotación automática está ayudada por la tensión desarrollada en los ligamentos cruzados.

La traslación anterior de la tibia se superpone a esta rotación. El cajón anterior representa el deslizamiento de la tibia sobre el fémur a medida que rota alrededor de su eje gracias a la tensión desarrollada por los cuádriceps. La forma de las superficies articulares juega un papel en esta traslación. Cuando una superficie cóncava (la tibia) se mueve sobre una superficie convexa (el fémur), se produce el deslizamiento en la misma dirección que la rotación. Por lo tanto, la extensión de la rodilla se acompaña siempre de la traslación anterior de la tibia en ausencia de patología ligamentosa o articular. El deslizamiento superior de la rótula es también un movimiento asociado a la extensión de la rodilla debido a la tensión que desarrolla los cuádriceps en la rótula. Cuando el deslizamiento de la rótula está limitado, por inhibición muscular o por limitación mecánica (por ejemplo, adherencias infrarrotulianas), se produce un fallo en la extensión de la rodilla.

(Ehmer, 2005)

Durante la flexión se producen los movimientos opuestos entre el fémur y la tibia y el fémur y la rótula. La flexión se asocia a rotación interna de la tibia, traslación posterior de la tibia y deslizamiento inferior de la rótula. Durante la flexión, el músculo poplíteo inicia la rotación de la tibia y se mantiene mientras lo permita la geometría de las superficies articulares. La traslación posterior sigue la misma regla de las superficies cóncava-convexas y que la traslación anterior, con la excepción de que la rotación y la traslación se realizan en direcciones distintas. El deslizamiento inferior de la rótula es el resultado de la

tensión pasiva desarrollada en el tendón rotuliano y los ligamentos meniscorrotulianos al ser tirados hacia atrás. Si existen adherencias en la bolsa suprapatelar que limiten el deslizamiento inferior, la flexión de la rodilla se verá limitada.

La rótula también posee otros movimientos asociados al deslizamiento superior e inferior, provocadas por los cuádriceps y el tendón rotuliano. La trayectoria normal de la rótula incluye la desviación externa, la inclinación externa y la rotación externa mientras la rodilla se extiende desde una posición de flexión. Los movimientos externos anormales pueden estar producidos por diversos factores que provocarán dolor femorrotuliano.

La rotación tibial activa difiere de la rotación automática en que está provocada por el esfuerzo muscular en vez de por elementos pasivos. Durante la rotación voluntaria, el eje de rotación pasa a través del compartimento interno, no por el centro de la tibia, porque se produce más rotación y menos traslación entre el cóndilo interno y la meseta en comparación con el compartimento externo. Durante la rotación externa de la tibia la meseta tibial externa se desliza hacia atrás. En la rotación interna se produce la osteocinética opuesta. Si los ligamentos cruzados están lesionados, el eje de la rotación se desplaza al interior del compartimento interno y puede quedar localizado fuera de la articulación. Esto provoca movimientos anormales y excesivos entre las superficies articulares, con secuelas bien conocidas.

Los músculos, los ligamentos y otras limitaciones de partes blandas limitan la amplitud de movimiento de la rodilla. La flexión activa se distribuye desde 125 a 140 grados, dependiendo de la cantidad de flexión de la cadera. La flexión pasiva puede añadir otros 20 grados de movimiento y estar limitada por el contacto entre la parte posterior del muslo y la musculatura de la pantorrilla. La rotación tibial activa alcanza un máximo de 20 a 25 grados de rotación interna y 400 grados de rotación externa. La rotación tibial voluntaria no es posible con la rodilla extendida debido a la posición de las espinas tibiales en el interior de los cóndilos femorales y al ángulo de inserción de los músculos poplíteos. Estos rotan la tibia internamente con la rodilla extendida, pero este movimiento debe asociarse a flexión. La rotación alcanza un máximo de 45 a 90 grados de flexión de la rodilla. La rotación interna está limitada por la tensión producida por el entrecruzado de los ligamentos cruzados, mientras que la rotación externa está producida por los colaterales. Los componentes capsulares también contribuyen en la limitación de la rotación. La



rotación automática implica 15 grados aproximadamente de rotación externa durante los últimos 20 grados de extensión. La posición extendida total se denomina 0 grados, pero no es anormal hasta 5 grados de genu recurvatum o de hiperextensión.

Dado que el movimiento se produce en tres dimensiones los ligamentos de la rodilla deben actuar protegiéndola en los tres planos. Los ligamentos principales de la rodilla, los cruzados y los colaterales producen la fuerza limitante principal ligamentosa en un solo plano, pero, cuando es posible, actúan únicamente como limitación secundaria en los demás. Para determinar las limitaciones primarias y secundarias del movimiento articular en un plano, se calcula la fuerza limitante del ligamento. Este método implica la determinación de la fuerza necesaria para abrir una articulación hasta cierto punto en un solo plano. Se corta el ligamento y se vuelve a medir la fuerza. La diferencia entre ambas fuerzas representa la fuerza de limitación que poseía la estructura cortada para la apertura de la articulación. Con este método se han determinado las limitaciones primarias y secundarias de la apertura mediolateral y anteposterior.

La principal limitación del cajón anterior es el ligamento cruzado anterior del que depende el 85% aproximadamente de la fuerza de limitación ligamentosa del cajón anterior a 30 y 90 grados de flexión. Otras estructuras que contribuyen son los ligamentos colaterales externo e interno y la cápsula externa e interna. La principal limitación al cajón posterior es el ligamento cruzado posterior con la cápsula interna posterior, la cápsula externa posterior y los ligamentos colaterales que la apoyan.

El ligamento colateral interno es la principal limitación de la apertura interna (o abducción) de la rodilla a 5 y 25 grados de flexión. Los cruzados, la cápsula interna y la cápsula posterointerna producen limitaciones secundarias. La contribución relativa de la limitación principal se sitúa a 25 grados debido a la menor tensión en las estructuras capsulares y los cruzados. El ligamento colateral externo es la principal limitación a la apertura externa, o aducción, con limitaciones secundarias en los cruzados, cápsula externa y tendones del tracto iliotibial y poplíteos. Igualmente la contribución relativa de la limitación primaria aumenta a medida que las estructuras secundarias se relajan en la flexión.

Los músculos del muslo también aportan estabilidad a la rodilla, aguantándola en situaciones dinámicas. Es difícil valorar de forma precisa el papel de la musculatura en la

estabilidad articular. Ciertamente, la musculatura debe considerarse un factor importante de la biomecánica de la estabilidad de la articulación.

Shoemaker y Markfold hallaron que los rotadores internos de la rodilla podían generar una torsión igual a la fuerza necesaria para romper los ligamentos bajo condiciones de laboratorio. Así, los rotadores podrían resistir de forma activa la rotura de los ligamentos si fuesen capaces de generar suficiente torsión en respuesta a la tensión a que se somete la rodilla. Noyes y colaboradores denominaron estabilidad funcional a la capacidad de los componentes neuromusculares de la articulación de la rodilla de soportar las limitaciones ligamentosas al bostezo articular. Cuando los músculos y los ligamentos equilibran las fuerzas externas a las que se somete la rodilla, la articulación es estable. Cuando se produce un desequilibrio, la lesión de la articulación provoca la lesión de los ligamentos, meniscos, tendones, etc. (Ehmer, 2005)

La función mecánica de la rótula es aumentar la eficacia de los grupos musculares de los cuádriceps, así como proporcionar protección ósea anterior al fémur. La función normal de la articulación femorrotuliana se basa en dos factores, el primero la capacidad de la rótula para resistir la carga mecánica, y segundo la estabilización de la rótula en el interior del surco troclear. La estabilización de la articulación femorrotuliana, así como de la articulación tibiofemoral, se basa en la geometría ósea, las limitaciones ligamentosas y la estabilización activa por parte de los músculos. El cóndilo femoral externo estabiliza la articulación durante los últimos 30 grados de extensión de la rodilla. Esto es importante debido a la fuerza del valgo externo que se provoca en la rótula al contraerse el cuádriceps. El vasto interno oblicuo y las débiles limitaciones capsulares internas también protegen contra la subluxación externa de la rótula. La displasia del cóndilo femoral externo o de la rótula o la debilidad del vasto interno oblicuo y de las limitaciones internas pueden provocar la inestabilidad de la rótula o un patrón de movimientos anormal.

La rótula debe soportar grandes cargas de compresión y tensión producidas por la contracción de los cuádriceps, especialmente en condiciones de soporte de peso. Durante las actividades cotidianas, la articulación femorrotuliana puede quedar sometidas a cargas de compresión hasta diez veces el peso del cuerpo. La compresión de las superficies articulares se produce cuando la rótula entra en contacto con el surco troclear. La rótula inicialmente está en contacto con el surco a 10 grados de flexión. Las facetas

rotulianas inferiores se articulan con las facetas superiores de la tróclea. El área de contacto aumenta a medida que se flexiona la rodilla hasta 90 grados.

La progresión de la articulación de las facetas rotulianas es de inferior a superior. Este patrón es opuesto cuando se consideran las facetas trocleares. A medida que la flexión excede de los 125 grados sólo se articula la faceta impar con el cóndilo femoral interno. Cuando esto ocurre, existen grandes fuerzas sobre una pequeña área articular, creándose grandes tensiones de contacto. Existe una revisión de las propiedades del cartílago articular.

La parte de la rótula que no se articula con el fémur está sujeta a las fuerzas tensiles en el hueso. Minns y colaboradores sugieren que las fuerzas tensiles pueden contribuir en las lesiones del cartílago articular alterando el hueso subcondral. Esto afectaría a la capacidad del cartílago articular para soportar las fuerzas de carga de peso. Los factores que crean fuerzas tensiles anormales son el aumento del ángulo Q la subluxación externa y la relación entre la longitud de la rótula y la longitud del tendón rotuliano o rótula alta / baja.

La rótula no sirve únicamente como polea anatómica. Si así fuera, la tensión existente en el tendón rotuliano sería igual a la tensión desarrollada por los cuádriceps. Por el contrario, la relación de fuerzas cambia el ángulo de flexión de la rodilla. Las fuerzas son iguales solo a 45 grados aproximadamente, en el caso de ejercicios de extensión terminal, la fuerza desarrollada en el tendón rotuliano es superior a la del cuádriceps debido a la ventaja mecánica de éste. Este ejercicio, por lo tanto, puede provocar irritación local del tendón rotuliano. Es necesario evitar los ejercicios en este margen durante ciertas fases de la rehabilitación femorrotuliana.

Los factores nerviosos y el control neuromuscular representan los factores menos conocidos de la estabilidad y ejecución de la articulación de la rodilla. La cápsula articular, los ligamentos, los tendones, músculos y posiblemente los meniscos están inervados. Parece ser que el sistema neuromuscular contribuye en la estabilidad dinámica de la articulación y que produce la inhibición del músculo en presencia de patología articular. El reflejo de inhibición del cuádriceps tras derrame articular es un problema importante en la rehabilitación de la rodilla. El grado de derrame articular necesario para alterar el control reflejo de la rodilla es bajo ya que se produce solo con 20 o 30 ml de líquido.

(Mangine, 2013)

## **2.5 ESTABILIDAD ARTICULAR**

La estabilidad de las articulaciones depende de la posición de los huesos en la articulación, por medio del cual un hueso se ajusta dentro o alrededor del otro. Por ejemplo, el codo o el hombro. Otra fuente de estabilidad proviene de una disposición ligamentosa fuerte, por el cual los ligamentos rodeando la articulación son suficientes en número y calidad para poder ser capaces de resistir fuerzas dislocantes. Por ejemplo, los ligamentos de la articulación de la rodilla.

Finalmente, los músculos esqueléticos que rodean la articulación representan un determinante sumamente importante para la estabilidad de su articulación. Esto es evidente en aquellas articulaciones donde se presentan uniones óseas débiles. Un ejemplo de esta situación es la articulación glenohumeral (el hombro).

(<http://www.saludmed.com/CsEjerci/Cinesiol/Articula.html>, s.f.)

### **2.5.1 DETERMINANTES DE LA ESTABILIDAD**

La estabilidad de una articulación depende directamente de dos factores, a saber, su integridad de las estructuras que asisten en la estabilidad articular y la presión atmosférica. De mayor importancia es el grado/nivel de fuerza e integridad de las estructuras responsables para la estabilidad. Estas son, a saber: los ligamentos, la fuerza muscular, el tejido conectivo fibroso (fascia/aponeurosis) que cubre a los músculos, la piel y la forma/configuración de la estructura ósea (tipo de articulación).

La rodilla es la articulación de mayor magnitud y complejidad del cuerpo humano, probablemente evoluciono de tres articulaciones distintas:

- Entre los cóndilos internos del fémur y la tibia
- Entre los cóndilos externos del fémur y la tibia
- Entre el fémur y la rótula

La articulación tibiofemoral es de tipo condílea y la femoropatelar del tipo sillar o encaje recíproco y constituye un caso sorprendente que debe conciliar dos imperativos contradictorios: Poseer una gran estabilidad en extensión completa donde soporta presiones importantes debido al peso del cuerpo y a la longitud de los brazos de palanca.

Alcanzar una gran movilidad a partir de cierto ángulo de flexión, movilidad que es necesaria en la carrera y para la orientación del pie en relación con las irregularidades del piso. La rodilla resuelve estas contradicciones a merced de dispositivos mecánicos ingeniosos; sin embargo, la debilidad del acoplamiento de las superficies la hace una articulación susceptible. La mecánica de la articulación femorrotuliana depende de las propiedades del cartílago articular así como de su dinámica y componentes estáticos.

Ya que la configuración ósea de la rodilla contribuye poco a la estabilidad e integridad de la misma, se requiere de los meniscos, de los músculos y los ligamentos con el objeto de preservar la fuerza y elasticidad de la articulación. Los meniscos distribuyen la presión entre el fémur y la tibia, aumentan la elasticidad y ayudan a la lubricación, mientras que los ligamentos (cruzados, laterales y capsula) engloban la estructura de la articulación.

(Donoso, 2006)

### **2.5.1.1 LIGAMENTOS**

La rodilla está sustentada por varios ligamentos que le dan estabilidad y evitan movimientos excesivos. Los ligamentos que están en el interior de la cápsula articular se llaman intraarticulares o intracapsulares, entre los que se encuentra el ligamento cruzado anterior y el ligamento cruzado posterior. Por otra parte los ligamentos que están por fuera de la cápsula articular se llaman extraarticulares o extracapsulares como el ligamento lateral interno y el ligamento lateral externo.

#### **Intraarticulares**

- Ligamento cruzado anterior (LCA).
- Ligamento cruzado posterior (LCP).
- Ligamento yugal o ligamento transverso. Une los meniscos por su lado anterior.
- Ligamento meniscofemoral anterior o Ligamento de Humphrey. Del menisco externo al cóndilo interno del fémur.
- Ligamento meniscofemoral posterior o Ligamento de Wrisberg. Del menisco externo al cóndilo interno del fémur, por detrás del meniscofemoral anterior.

#### **Extraarticulares**

- Cara anterior

- Ligamento rotuliano que une la rótula a la tibia.
- Cara posterior
  - Ligamento poplíteo oblicuo. Une el cóndilo externo del fémur con el margen de la cabeza de la tibia en la rodilla.
  - Ligamento poplíteo arqueado o tendón recurrente. Une el tendón del músculo semimembranoso al cóndilo externo del fémur.
- Cara interna
  - Ligamento rotuliano interno. Une el borde de la rótula al cóndilo interno del fémur.
  - Ligamento menisco rotuliano interno. Une la rótula al menisco interno.
  - Ligamento colateral interno o ligamento colateral tibial.

### **2.5.1.2 MUSCULATURA**

- Músculos flexores. Se sitúan en la parte posterior del muslo.
  - Bíceps femoral.
  - Músculo semimembranoso.
  - Músculo semitendinoso.
- Músculos Extensores: Están situados en la parte anterior del muslo
  - Vasto interno
  - Vasto externo
  - Recto anterior
  - Crural

En la rodilla se diferencian estabilizadores activos y pasivos. Los estabilizadores pasivos son los platillos tibiales, los cóndilos femorales, el aparato capsulo ligamentoso y los meniscos. La musculatura corresponde a los estabilizadores activos (dinámicos). (<http://es.wikipedia.org/wiki/Rodilla>)

### **2.5.1.3 ESTABILIZADORES INTERNOS DE LA RODILLA**

#### **Estabilizadores estáticos**

- Estructura ósea del cóndilo femoral interno
- Estructura ósea del platillo tibial interno Menisco interno
- Ligamentos cruzados anterior y posterior
- Porción principal del ligamento lateral interno
- Porción accesoria del ligamento lateral interno

- Porción dorso lateral interna de la cápsula articular

### **Estabilizadores dinámicos**

- Músculo vasto interno
- Músculos de la pata de ganso
- Músculo sartorio
- Músculo recto interno
- Músculo semitendinoso
- Músculo semimembranoso
- Gemelo interno

#### **2.5.1.4 ESTABILIZADORES EXTERNOS DE LA RODILLA**

### **Estabilizadores estáticos**

- Estructura ósea del cóndilo femoral externo
- Estructura ósea del platillo tibial externo
- Ligamentos cruzados anterior y posterior
- Tracto iliotibial (también dinámico)
- Ligamento lateral externo
- Porción dorso lateral de la capsula articular
- Ligamento poplíteo

### **Estabilizadores dinámicos**

- Músculo bíceps crural
- Músculo poplíteo
- Músculo vasto externo
- Gemelo externo.

## 2.6 DISTENSIÓN DEL LIGAMENTO COLATERAL INTERNO



**Ilustración 10.** Distensión del ligamento colateral interno

**Fuente:** (Mangine, 2013)

La distensión del ligamento lateral medial o ligamento colateral interno, suele suceder por un exceso de la amplitud de elongación de esta banda rígida, que permite mantener unidos a los huesos del muslo y de la pierna para así dar estabilidad a la articulación de la rodilla.

Cerca del 40% de todas las lesiones graves de la rodilla está comprometido el ligamento colateral medial (LCM), con lo cual esta estructura es la que se lesiona con mayor frecuencia en la rodilla. El mecanismo de lesión más habitual es la caída de un contrincante sobre la rodilla levemente flexionada del paciente, forzándola a adoptar una posición en valgo. Los esguinces del ligamento colateral medial suele producirse en forma aislada y la lesión típica se limita a los extremos proximal o distal del ligamento.

Las lesiones del ligamento colateral lateral son menos frecuentes, pero suelen ser más complicadas porque la cara lateral de la rodilla está compuesta de una serie de ligamentos y tendones.

La lesión de la cara lateral de la rodilla puede comprometer el tracto iliotibial, el ligamento colateral lateral, el aparato del bíceps, el aparato poplíteo o el tendón del gastrocnemio lateral mientras que la lesión de la cara medial de la rodilla solo compromete el ligamento colateral medial. Las lesiones del ligamento lateral suele deberse a traumatismos externos sobre el lado medial o por hiperextensión. Las lesiones del ligamento lateral suelen



clasificarse en grados I, II y III de acuerdo con la apertura del espacio articular durante las pruebas de esfuerzo comparada con la de la rodilla medial (0 a 5mm = grado I; 6 a 10mm, = grado II; y >10mm = grado III). Los grados II y III suelen representar lesiones combinadas que pueden comprometer los ligamentos cruzados y los meniscos. (Mangine, 2013)

### **2.6.1 SÍNTOMAS Y SIGNOS**

El paciente experimenta dolor intenso en la cara medial o lateral de la rodilla. La lesión más frecuente es la del ligamento medial. Las lesiones del ligamento colateral no producen edema en la articulación, pero la fase aguda típica se caracteriza por limitación de la flexión y la extensión de la rodilla. Después de una lesión de ligamento lateral suele observarse hemartrosis.

### **2.6.2 DIAGNÓSTICO**

La prueba de tensión en valgo suele ser positiva (con mayor frecuencia es de grado I) si el paciente presenta lesión de ligamento colateral medial. Una prueba positiva en varo sugiere lesión lateral importante. El médico debe comparar el resultado de la prueba con el del lado sano y luego debe palpar el ligamento colateral lateral. Si este no puede palparse es probable que el paciente haya experimentado una lesión importante que compromete el tendón del poplíteo, el bíceps y otras estructuras en la cara lateral de la rodilla. Si hay lesión importante con defecto de alineación significativo en varo, la prueba de curvatura hacia abajo suele ser positiva. El desgarro completo del ligamento colateral lateral suele producir menos dolor que el esquince leve. El médico siempre debe solicitar radiografía sistemática para descartar una fractura.

### **2.6.3 TRATAMIENTO MÉDICO**

El tratamiento agudo de las lesiones de grado uno consisten en el principio PRICE (reposo, hielo, compresión y elevación). Muchos pacientes se benefician con órtesis especiales que contienen hielo y comprimen la articulación. Los antiinflamatorios no esteroides (AINES) reducen el dolor y el edema y son útiles durante 3 a 5 días. Luego comienza el proceso de rehabilitación activa que pone énfasis en recuperación de la fuerza, la amplitud de movimiento y la función neuromuscular. Las lesiones de grado II y III de la cara medial se tratan durante 6 semanas con una órtesis que permite la amplitud de movimiento completa.

El cirujano ortopedista debe evaluar las lesiones de mayor grado (II y III) de la cara lateral, a menudo con resonancia magnética (RM). Las lesiones laterales de grado III suelen necesitar corrección quirúrgica. La razón fundamental de este tratamiento es que las lesiones mayores (grados II y III) de los ligamentos de las caras lateral y medial de la rodilla combinadas con las lesiones de los ligamentos cruzados dejan una rodilla muy inestable si no se repara el ligamento cruzado anterior (estabilizador central de la articulación). En ciertos casos en ligamento cruzado anterior se reconstruye y el ligamento colateral se controla con un dispositivo ortopédico. En otros casos se puede reparar la cara lateral junto con el ligamento cruzado anterior. Las lesiones de los ligamentos colaterales nunca deben tratarse con cirugía por considerarlas generadoras de dolor en la rodilla si además hay un desgarro de ligamento cruzado anterior.

#### **2.6.4 TRATAMIENTO FISIOTERAPÉUTICO**

Los ejercicios de rehabilitación pueden comenzar tan pronto como el dolor lo permita en general después de dos a cuatro días. El paciente debe evitar los ejercicios que aplica tensión en valgo. La aplicación de agentes físicos ionizantes y no ionizantes es indispensable para mejorar el cuadro patológico. El uso de la crioterapia en la etapa aguda, así como la aplicación de magnetoterapia para ayudar a la producción de tejido conjuntivo, electro gimnasia pasiva para evitar la atrofia muscular por la falta de uso, ultrasonido terapéutico para a eliminar el edema y la aplicación de la termoterapia en una etapa subaguda o crónica.

El protocolo de tratamiento estaría referido de la siguiente manera:

- Magnetoterapia por 20 minutos
- Electrogimnasia pasiva de los cuádriceps por 15 minutos
- Crioterapia por 5 minutos ( etapa aguda )
- Compresa química caliente por 10 minutos ( etapa subaguda y crónica)
- Ultrasonido terapéutico por 4 minutos ( si el paciente no está en etapa de crecimiento )
- Vendaje neuromuscular
- Ejercicios de propiocepción ( 3 series de 10 a 15 repeticiones )

### **2.6.5 PRONÓSTICO**

Las lesiones del ligamento colateral del grado I y II suele normalizarse en 6 a 12 semanas. El pronóstico de las lesiones del grado III depende de las lesiones asociadas y, en consecuencia, estas suelen tardar más tiempo en cicatrizar. Excepto las lesiones importantes de los ligamentos laterales, el deportista suele reanudar la actividad deportiva sin problemas. (BAHR, 2007)

### **2.7 CONCEPTO DE VENDAJE**

Como procedimiento o técnica, consiste en envolver una parte del cuerpo que está lesionada por diversos motivos. Actualmente su uso más frecuente es para cubrir las lesiones cutáneas e inmovilizar las lesiones osteoarticulares. Pero es utilizado en general en el tratamiento de heridas, hemorragias, contusiones, esguinces, luxaciones y fracturas.

Es una técnica específica que permite mantener cierta funcionalidad de la zona lesionada sin perjuicio de la misma. Aplicado como una técnica terapéutica, pretende limitar selectiva y mecánicamente la movilidad de una articulación en el sentido del movimiento que afecta a las estructuras lesionadas de los tejidos peri articulares. Los vendajes o la acción de vendar consisten en la aplicación de una venda sobre una parte del cuerpo con fines preventivos o terapéuticos y tienen como propósito:

- **COMPRESIÓN:** Para detener hemorragias, fomentar la absorción de líquidos tisulares y prevenir la pérdida de líquidos tisulares.
- **CONTENSIÓN:** Para limitar los movimientos de extremidades o articulaciones en casos de luxación , esguince o fractura , sujetar material de curación y proporcionar calor y protección
- **CORRECCIÓN:** Para inmovilizar una parte del cuerpo y corregir deformidades.

(Hernaván Salinas, 20013)

## 2.8 VENDAJE NEUROMUSCULAR



**Foto 1.** Vendaje Neuromuscular del ligamento colateral interno

**Elaborado por:** Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.

El Kinesiotaping es una técnica que fue desarrollada por un médico quiropráctico japonés, llamado Kenzo Kase en el año 1973. Es un tipo de vendaje neuromuscular, que consiste en vendar sobre o alrededor de los músculos y tejidos blandos lesionados o dolorosos con el fin de asistir y disminuir las tensiones que actúan sobre estas estructuras.

Está constituida por una estructura trenzada de hilos de algodón, que incorpora una capa de pegamento. Esta capa de pegamento es antialérgica, e imita la huella dactilar para favorecer la transpiración y la elevación de la piel. Las propiedades elásticas de la cinta duran entre 3-5 días. El pegamento del Taping se adhiere mejor a medida que se calienta, por ello el vendaje debe ser frotado ligeramente al ser aplicado sobre la piel. (KUMBRINK, 2007)

### 2.8.1 PROPIEDADES

El Kinesiotaping es distensible hasta un 140-160%, igualando así la elasticidad de la piel. Se comporta como si fuera una "segunda piel", ya que posee características parecidas a las de la piel. El material viene adherido al papel con un 5-20% de pre estiramiento según las marcas, lo que hay que tener en cuenta durante las aplicaciones. Este pre-estiramiento se produce por causas mecánicas en el proceso de fabricación, al tener que juntar el rollo de vendaje (elástico) con el rollo de papel (rígido). Por tanto, es fácil llegar a la conclusión de que cuánto menor grado de pre estiramiento lleve la venda, más cantidad de vendaje tendremos en los mismos metros de vendaje neuromuscular.

Es resistente al agua y permite un secado rápido, por tanto, el aseo diario.

(KUMBRINK, 2007)

### 2.8.2 TEORÍA DE LOS COLORES

El tape que se utiliza en el K-Taping está disponible en cuatro colores diferentes: azul, rojo, beige y negro. Los colores se eligen de acuerdo a las sensaciones deseadas y como soporte de la terapia. Aquí hay que recordar que en primer lugar es determinante una correcta técnica de aplicación y que el color se añade como un aspecto positivo. El color rojo se considera activador y estimulante, en casos de falta de energía y donde quiero aumentar el tono muscular; el azul, por el contrario, como relajante y para reducir el tono muscular, y el beige es neutral. El tape negro se añadió mucho después para apoyar a las diferentes técnicas de aplicación de tape. (Hernaván Salinas, 2013)



Foto 2. Teoría de los colores

Elaborado por: Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.

## **2.8.3 TIPOS DE TECNICAS DEL VENDAJE NEUROMUSCULAR**

### **2.8.3.1 Técnica sin estiramiento**

En este caso, estiramos la piel del área afectada previo a la aplicación de las tiras. Se realiza estirando los músculos y las articulaciones del área afectada. Después de la aplicación, las tiras de esparadrapo formarán circunvoluciones una vez la piel y los músculos estirados previamente vuelvan a su posición inicial. Cuando elevamos la piel por medio de esta técnica, se produce una mejoría notable del flujo sanguíneo y de la circulación linfática en el área afectada.

### **2.8.3.2 Técnica con estiramiento**

Se aplica si las articulaciones o ligamentos están lesionados. Las articulaciones o ligamentos lesionados son incapaces de funcionar correctamente y dependen del estiramiento de las tiras para una corrección mecánica. El mayor o menor estiramiento dependerá de la lesión. (Hernaván Salinas, 20013)

## **2.8.4 EFECTOS TERAPÉUTICOS DEL VENDAJE NEUROMUSCULAR**

**Apoyo a la función articular:** Gracias a su influencia sobre el tono muscular se corrigen los desequilibrios y se consigue un equilibrio en los grupos musculares. A través de la estimulación de la propiocepción se alcanza una mejor sensación del movimiento.

**Alivio del dolor:** La tira de tape forma circunvoluciones en la piel que aumentan el espacio intersticial. El resultado es que la disminución de la presión hace que se dejen de estimular los receptores del dolor y se dejan de enviar estímulos nociceptivos por medio del sistema nervioso, con lo que desaparece el dolor.

**Mejoría de la función muscular:** En los casos de sobrecarga del aparato muscular se pueden producir roturas del tejido conectivo muscular.

**Eliminación de las dificultades circulatorias:** La aplicación de K-Taping puede levantar la piel en la zona. Aumentar el espacio y con ello alcanzar una reducción de la presión y una mejoría de la circulación linfática.

### **Indicaciones:**

- Alivio del dolor.
- Disminución de la inflamación.
- Disminución de hematomas
- Protección articular.
- Mejorar la propiocepción.
- Corregir la postura
- Estimulación de músculos hipotónicos.

### **Contraindicaciones:**

- Heridas
- Alergias
- Piel frágil o irritada
- Quemaduras solares.
- Enfermedades de la piel
- Traumas severos
- Trombosis.
- Cáncer

([kinesiology-tape-vendaje-neuromuscular.html](http://kinesiology-tape-vendaje-neuromuscular.html), s.f.)

### **2.8.5 COLOCACIÓN Y RETIRADA DEL TAPE**



**Foto 3.** Colocación y retirada del tape

**Elaborado por:** Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.

Dependiendo del tipo de colocación, el tape se adhiere sin estiramiento o con diferentes grados de estiramiento (tensión). Antes de colocar el tape y retirar la lámina de soporte, se cortan las tiras de tape con la longitud deseada, aparte de tapes en forma de I, también se preparan otros en forma de Y y en forma de X. Los extremos de las tiras del tape deben ser redondeados, de esta forma se evita que los extremos que no están sometidos a tensión se desprendan y se produzca el enrollamiento de los extremos del tape.

Para activar las propiedades adherentes del tape termo sensible, el terapeuta deberá frotar varias veces la aplicación terminada con la palma de la mano. La zona corporal se encontrará entonces aun estirada. En aquellas zonas que se humedecen con rapidez (manos, pies). Se puede adherir por separado un anclaje por separado un anclaje en los extremos de las tiras de tape.

El K-Taping debería aplicarse unos 20 a 30 minutos antes de iniciar la actividad deportiva. Se puede llevar durante varios días, aunque si la aplicación es de larga duración se recomienda cambiarlo cada 3-4 días.

#### **2.8.6 APLICACIÓN DEL VENDAJE NEUROMUSCULAR EN DISTENSIÓN DEL LIGAMENTO COLATERAL INTERNO**



**Foto 4.** Aplicación del Vendaje neuromuscular en distensión del ligamento colateral

**Elaborado por:** Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.



Se solicita al paciente que en posición de decúbito supino flexione la rodilla a 90°, procedemos a tomar nuestro vendaje “kinesiotape” y lo abrimos por su parte media, fijamos la parte antes mencionada del vendaje al ponto medio del ligamento con tensión máxima, pedimos que realice flexión total articular y procedemos a realizar el anclaje a ambos lados sin tensión.

## 2.9 ESCALA DE VALORACIÓN DE EVA



**Ilustración 11.** Escala de EVA

**Fuente:** (Ehmer, 2005)

La EVA (Escala visual analógica) es hoy de uso universal. Es un método relativamente simple, que ocupa poco tiempo, aun cuando requiere de un cierto grado de comprensión y de colaboración por parte del paciente. Tiene buena correlación con las escalas descriptivas, buena sensibilidad y confiabilidad, es decir, es fácilmente reproducible.

Es una prueba muy sencilla en la que el paciente en una escala del 1 al 10 marca la intensidad del síntoma que se le propone. Los estudios realizados demuestran que el valor de la escala refleja de forma fiable la intensidad del dolor y su evolución. Por tanto, sirve para comparar la intensidad de dolor a lo largo del tiempo en una persona, pero no sirve para comparar la intensidad de dolor entre distintas personas.

## **2.10 HIPÓTESIS**

La aplicación del vendaje neuromuscular es útil como tratamiento complementario en distensión de ligamento colateral interno, permitiendo un desempeño óptimo del ejercicio en los deportistas que acuden al centro de Fisioterapia de la Federación Deportiva de Chimborazo de la ciudad de Riobamba en el periodo de enero a junio de 2015.

## **2.11 VARIABLES**

### **2.11.1 VARIABLE INDEPENDIENTE**

Vendaje neuromuscular

### **2.11.2 VARIABLE DEPENDIENTE**

Distensión del ligamento colateral interno de rodilla

## 2.12 OPERALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIONES CONCEPTUALES	CATEGORIAS	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Vendaje Neuromuscular	Es un tipo de vendaje funcional de ayuda osteomusculoesquelética	Vendaje funcional osteomusculoesquelética	Permite la movilidad articular, muscular y ligamentaria. Estabilización de la articulación. Protege la estructura anatómica de la rodilla	Ficha de registro Encuesta	Preguntas Matriz Cuestionario

Elaborado por: Danny Germán Fuenmayor Bonifaz

<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>DEFINICIONES CONCEPTUALES</b>	<b>CATEGORIAS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>TÉCNICAS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
Distensión del ligamento colateral interno	Elongación excesiva de la banda resistente que mantiene estable a la articulación de la rodilla por su parte lateral interna.	Elongación excesiva de la banda resistente de la rodilla	Dolor Impotencia funcional Limitación articular inestabilidad articular de la rodilla	Test Eva Encuesta	Matriz Cuestionario

Elaborado

por:

Danny

Germán

Fuenmayor

Bonifaz

## 2.13 DEFINICIONES DE TÉRMINOS BÁSICOS

**Actividad Física:** Cualquier forma de movimiento corporal que tiene una demanda metabólica significativa.

(Kent, Diccionario oxford de Medicina y Ciencias del Deporte, 2003)

**Alergia:** afección anormal de la piel o mucosas como resultado de una respuesta inmune excesiva y una elevada sensibilidad a una sustancia.

(Kent, Diccionario oxford de Medicina y Ciencias del Deporte, 2003)

**Articulación:** punto de encuentro de dos huesos. Son estructuras anatómicas que constituyen una unidad funcional biología y biomecánica.

(Kent, Diccionario oxford de Medicina y Ciencias del Deporte, 2003)

**Distensión:** estiramiento exagerado de un factor de estabilidad articular o muscular.

(Kent, Diccionario oxford de Medicina y Ciencias del Deporte, 2003)

**Inflamación:** respuesta defensiva inespecífica de los tejidos a una lesión física o química.

(Kent, Diccionario oxford de Medicina y Ciencias del Deporte, 2003)

**Inserción:** punto de anclaje de un músculo en un hueso u otra estructura que suele moverse durante la acción isotónica del músculo.

(Kent, Diccionario oxford de Medicina y Ciencias del Deporte, 2003)

**Intraarticular:** perteneciente o relativo al interior de una articulación.

(Kent, Diccionario oxford de Medicina y Ciencias del Deporte, 2003)

**Intracapsular:** perteneciente o relativo al interior de una cápsula articular.

(Kent, Diccionario oxford de Medicina y Ciencias del Deporte, 2003)

**Lateral:** en anatomía, se aplica a estructuras distales de la línea media o en la superficie externa del cuerpo.

(Kent, Diccionario oxford de Medicina y Ciencias del Deporte, 2003)

**Ligamento:** banda de tejido fibroso resistente que mantiene unidos dos huesos.

(Kent, Diccionario oxford de Medicina y Ciencias del Deporte, 2003)

**Líquido sinovial:** líquido viscoso y transparente, ligeramente amarillo, contenido dentro de una membrana que encierra una articulación móvil.

(Kent, Diccionario oxford de Medicina y Ciencias del Deporte, 2003)

**Luxación:** separación completa de los huesos articulados debido a que la articulación se ve forzada más allá de su amplitud.

(Kent, Diccionario oxford de Medicina y Ciencias del Deporte, 2003)

**Postura:** posición o actitud del cuerpo en conjunto.

(Kent, Diccionario oxford de Medicina y Ciencias del Deporte, 2003)

**Rotuliano:** perteneciente o relativo a la cara anterior de la rodilla.

(Kent, Diccionario oxford de Medicina y Ciencias del Deporte, 2003)

**Sinovitis:** inflamación de la membrana sinovial de una articulación.

(Kent, Diccionario oxford de Medicina y Ciencias del Deporte, 2003)

**Tendinitis:** inflamación de un tendón por lo general por uso excesivo.

(Kent, Diccionario oxford de Medicina y Ciencias del Deporte, 2003)

**Tendón:** Banda de tejido blanco que une un músculo con el hueso.

(Kent, Diccionario oxford de Medicina y Ciencias del Deporte, 2003)

**Vendaje:** Tira o banda de tela con la cual puede taparse una parte lesionada o enferma.

(Kent, Diccionario oxford de Medicina y Ciencias del Deporte, 2003)

### 3 CAPITULO III

#### 3.1 MARCO METODOLÓGICO

##### 3.1.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Este tema de investigación tiene un enfoque cualitativo y cuantitativo, puesto que persigue las características que tiene la patología, su sintomatología y así determinar la técnica adecuada para mejorar el estado físico, trabajando con el paciente en perspectiva del diagnóstico, prevención y tratamiento implicando así la recopilación de la información en un solo corte de tiempo que es de enero a junio del 2015.

##### 3.1.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

**Investigación de Campo:** Se realiza en el Centro de Fisioterapia de la Federación Deportiva de Chimborazo donde se ve que existe un gran número de pacientes con distensión de ligamento colateral interno y es necesario mejorar el tratamiento establecido.

**Investigación Documental:** Es documental ya que la información fue recopilado de las historias clínicas, de las fichas de evaluación que se encuentran en la Federación y para la elaboración del marco teórico se usó bibliografía proviene de libros, páginas de internet y revistas donde se analiza la utilización de la técnica.

##### 3.1.3 NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

**Exploratoria:** Se busca la causa primordial para que se presente esta patología en los deportistas y poder aplicar la técnica del tratamiento convencional y de vendaje reduciendo el dolor y el tiempo de recuperación.

**Descriptiva:** Se describe la utilización de todos los pasos de la técnica convencional y de los vendajes relacionados con la tensión, estiramiento y anclaje de la banda para mejorar la patología.

**Aplicativa:** Todo el tratamiento sistemático sirve para mejorar el dolor del ligamento colateral interno, mejorar la estabilidad articular, funcionabilidad de los músculos y así se reduzca la sintomatología de la patología.

### 3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Esta investigación se realizó en el Centro de Fisioterapia de la Federación Deportiva de Chimborazo con una población de 30 pacientes con distensión de ligamento colateral interno durante el periodo de enero a junio del 2015.

<b>POBLACION</b>	<b>CANTIDAD</b>
Vendaje Neuromuscular más tratamiento convencional	15
Tratamiento convencional	15
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>

**Elaborado por:** Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.



## 4 CAPITULO IV

### 4.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1.1 ANÁLISIS INICIAL DE LOS RESULTADOS

**Técnica:** Encuesta

**Instrumento:** Cuestionario

**Período:** Antes del tratamiento

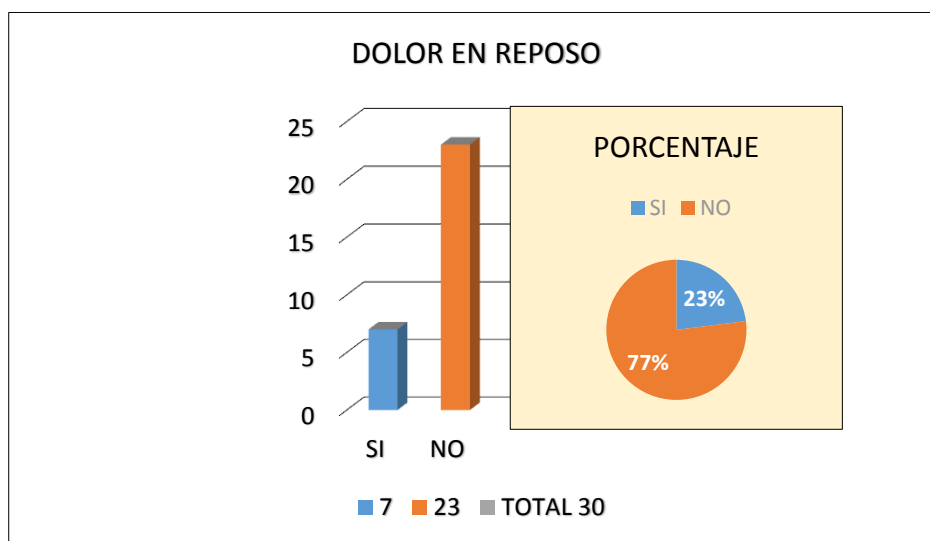
**Muestra:** Se realiza a 30 deportistas con distensión del ligamento colateral interno

1. Pregunta N°1

**Tabla N° 1.** Tabulación de la Pregunta N°1

¿Siente dolor al encontrarse en reposo?	
SI	7
NO	23
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>

**Elaborado por:** Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.



**Gráfico 1.** Dolor en el reposo

**Elaborado por:** Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.

#### **Análisis**

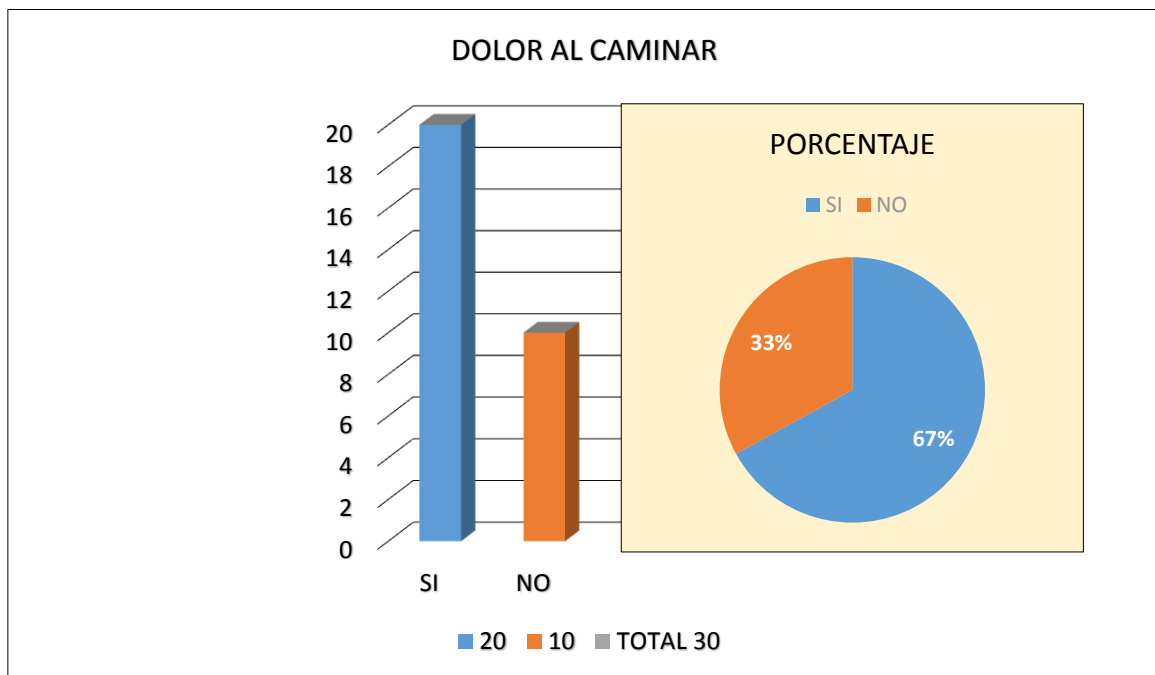
Un porcentaje de 23% que son 7 deportistas presentan dolor en el momento de reposo por motivo de la lesión del ligamento colateral interno ya que han desarrollado actividad física inadecuada.

## 2. Pregunta N°2

**Tabla N° 2.** Tabulación de la Pregunta N°2

<b>¿Siente dolor al momento de caminar?</b>	
<b>SI</b>	20
<b>NO</b>	10
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>

**Elaborado por:** Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.



**Gráfico 2.** Dolor al caminar

**Elaborado por:** Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.

## **Análisis**

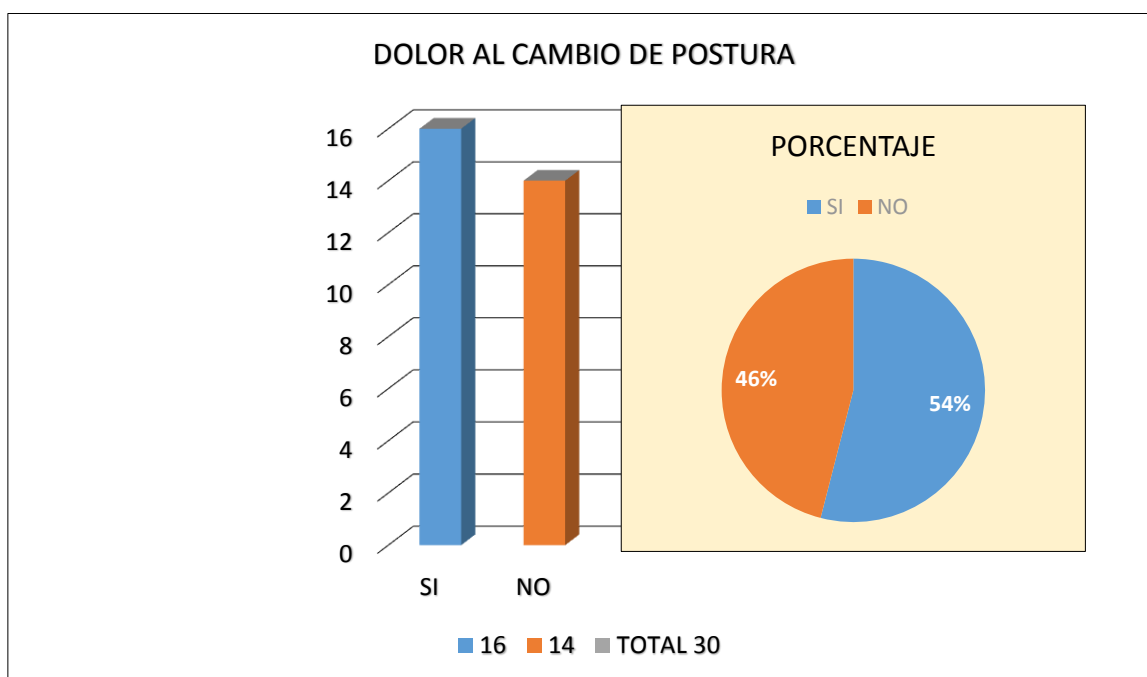
Los 20 deportistas que sienten dolor es representada por un 67% ya que la actividad que ellos desarrollan merecen esfuerzo físico el cual altera la tensión articular ligamentaria.

### 3. Pregunta N°3

**Tabla N° 3.** Tabulación de la Pregunta N°3

<b>¿Siente dolor al cambiar de postura de sedente a bípedo?</b>	
<b>SI</b>	16
<b>NO</b>	14
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>

**Elaborado por:** Danny Germán Fuenmayor Bonifaz



**Gráfico 3.** Dolor al cambio de postura

**Elaborado por:** Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.

### **Análisis**

Al cambio de postura de sedente a bípedo afecta a 16 deportistas que se representa con un 54% porque existe presión articular, tensión muscular y movimiento haciendo que el cuerpo presente resistencia contra la gravedad.

4. Pregunta N°4

Tabla N° 4. Tabulación de la Pregunta N°4

¿Siente dolor al momento de subir gradas?	
SI	28
NO	2
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>

Elaborado por: Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.

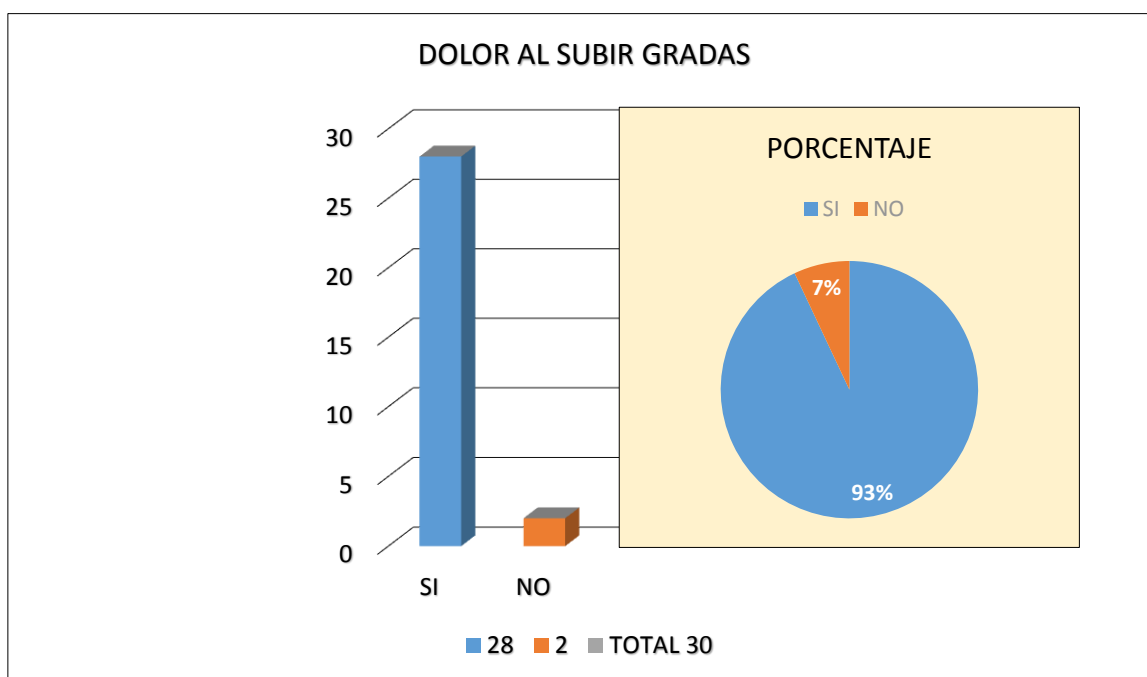


Gráfico 4. Dolor al subir gradas

Elaborado por: Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.

**Análisis**

Al realizar la actividad de subir gradas los pacientes tienen dolor crónico en un 93% que es la representación porcentual de 26 de ellos, afectando la marcha, el equilibrio y la estabilidad de la articulación de la rodilla dando como resultado la sobrecarga en el miembro afectado.

5. Pregunta N°5

Tabla N° 5. Tabulación de la Pregunta N°5

¿Siente dolor al momento de realizar actividad física?	
SI	30
NO	0
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>

Elaborado por: Danny Germán Fuenmayor Bonifaz

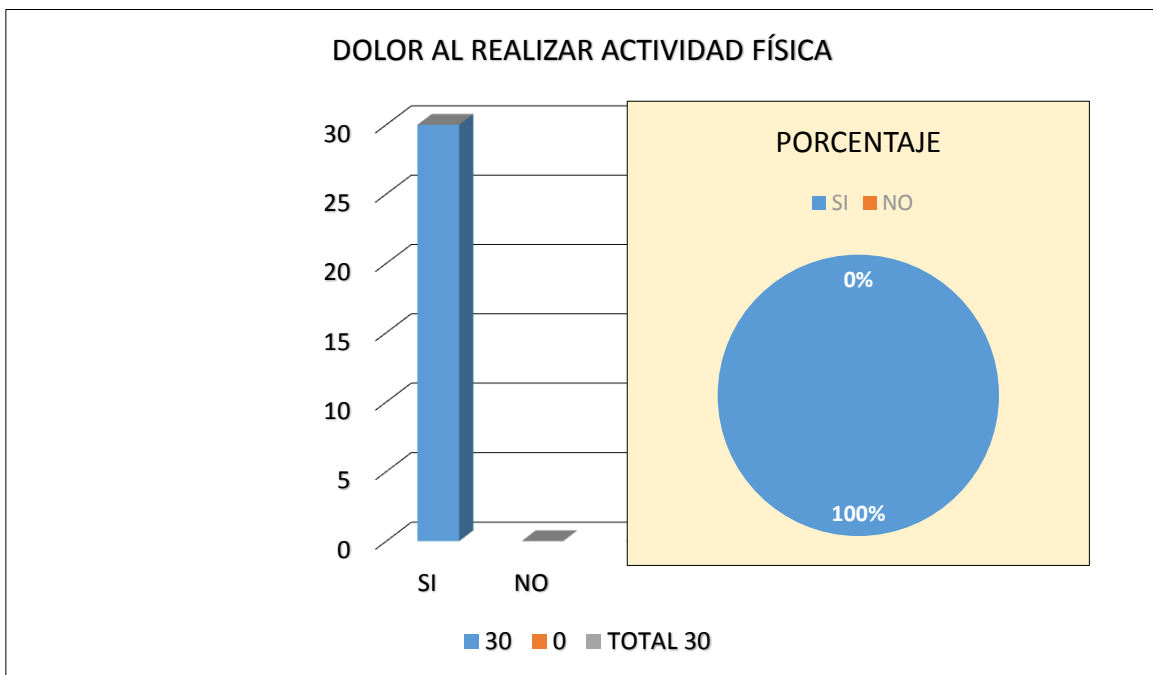


Gráfico 5. Dolor al realizar actividad física

Elaborado por: Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.

**Análisis**

Los pacientes en su totalidad que es un 100% al realizar actividad física siente dolor osteomusculoesquelético creando una inestabilidad de la rodilla por la distensión del ligamento.

#### 4.1.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS APLICANDO TRATAMIENTO CONVENCIONAL

**Técnica:** Encuesta

**Instrumento:** Cuestionario

**Período:** Después de 5 días de iniciar el tratamiento.

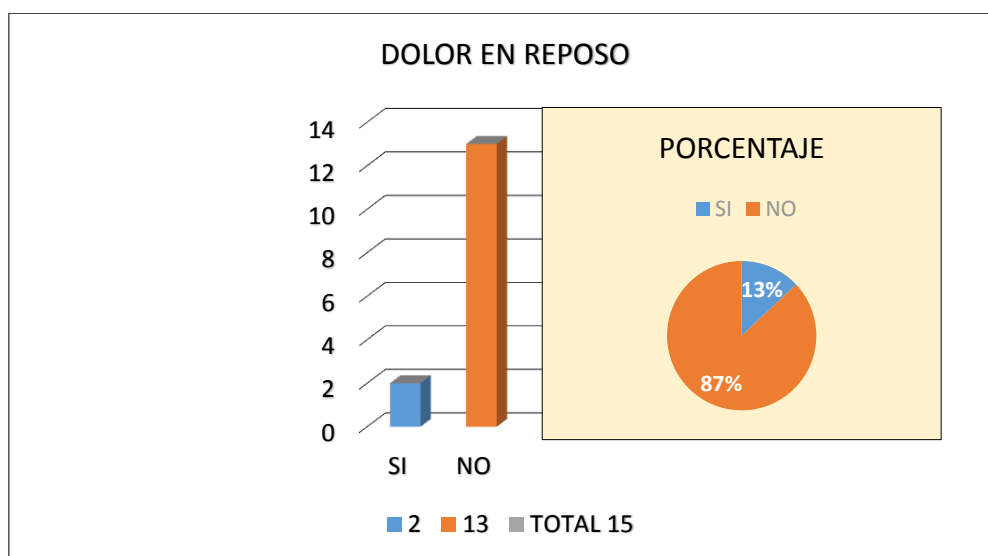
**Muestra:** Se realiza a 15 deportistas con distensión de ligamento colateral interno aplicando tratamiento convencional.

##### 1. Pregunta N°1

**Tabla N° 6.** Tabulación de la Pregunta N°1

¿Siente dolor al encontrarse en reposo?	
SI	2
NO	13
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>

**Elaborado por:** Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.



**Gráfico 6.** Dolor en el reposo

**Elaborado por:** Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.

#### **Análisis**

Al aplicar el tratamiento fisioterapéutico convencional se redujo el dolor a 13 pacientes que es representado por un 87% ya que se aplicó la técnica con un protocolo de trabajo adecuado.

2. Pregunta N°2

Tabla N° 7. Tabulación de la Pregunta N°2

¿Siente dolor al momento de caminar?	
SI	3
NO	12
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>

Elaborado por: Danny Germán Fuenmayor Bonifaz

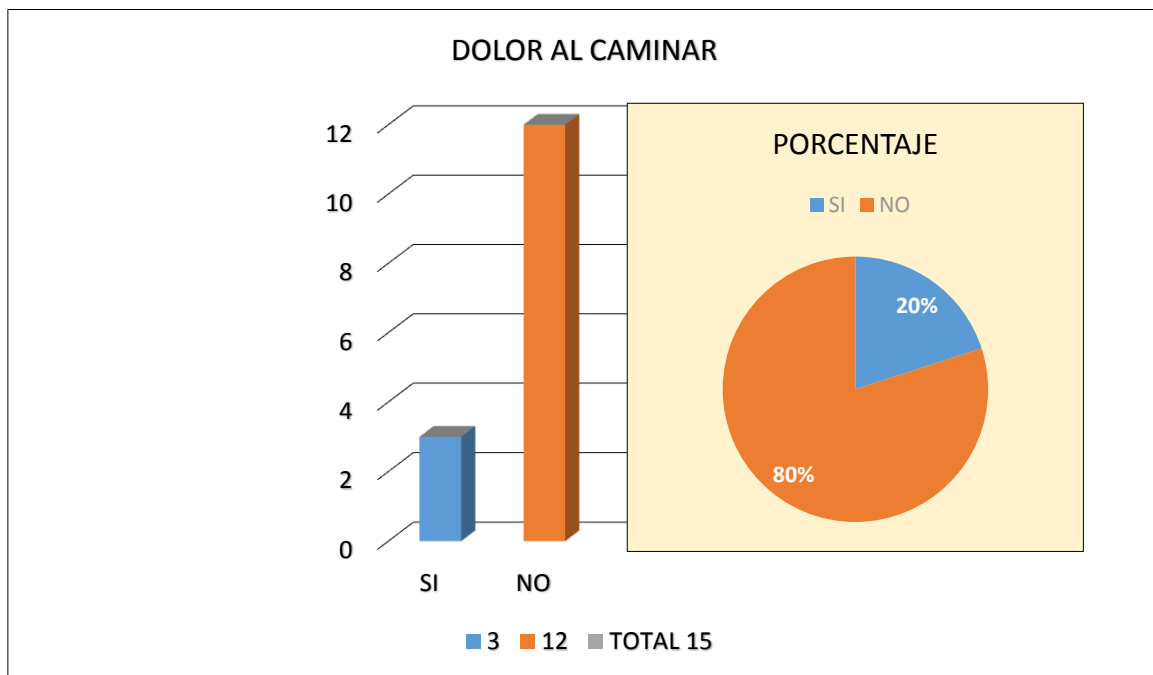


Gráfico 7. Dolor al caminar

Elaborado por: Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.

**Análisis**

Al caminar 12 pacientes que es un 80% han mejorado el estado de dolor por la aplicación de los agentes físicos ionizantes y no ionizantes reduciendo la sintomatología de la lesión de ligamentos.

3. Pregunta N°3

Tabla N° 8. Tabulación a la Pregunta N°3

¿Siente dolor al cambiar de postura de sedente a bípedo?	
SI	6
NO	9
TOTAL	15

Elaborado por: Danny Germán Fuenmayor Bonifaz

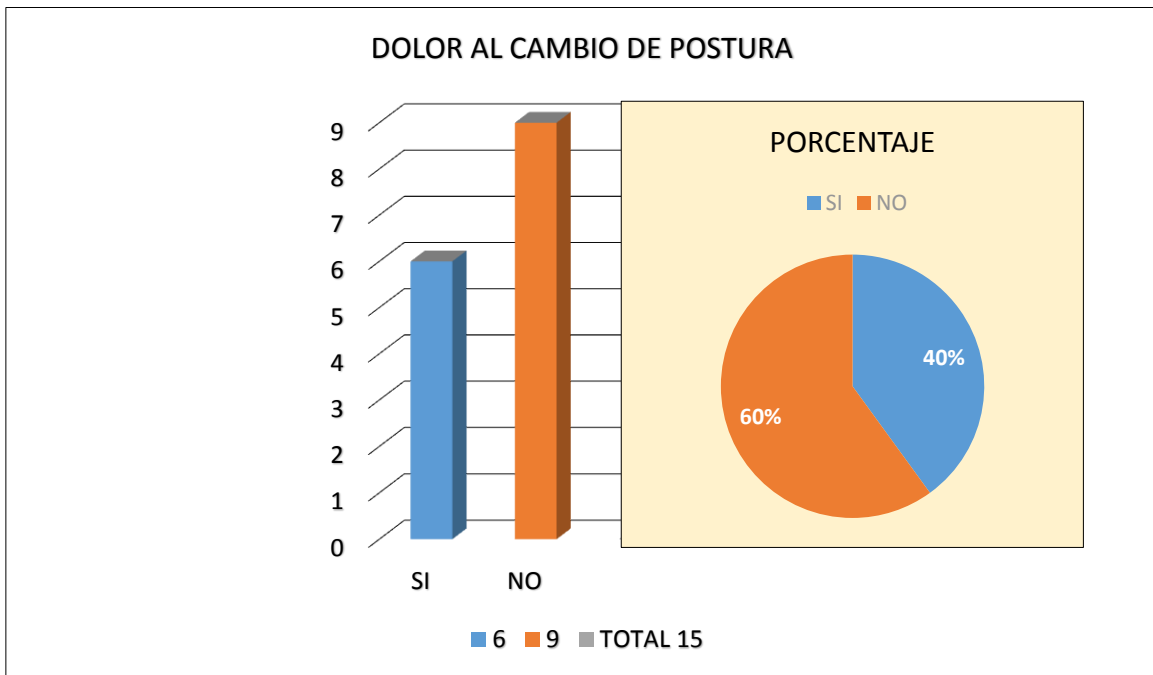


Gráfico 8. Dolor al cambio de postura

Elaborado por: Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.

**Análisis**

Los pacientes presentan la disminución del dolor son 9 representando un 60% al cambio de postura porque existe la mejoría en el estadio patológico.

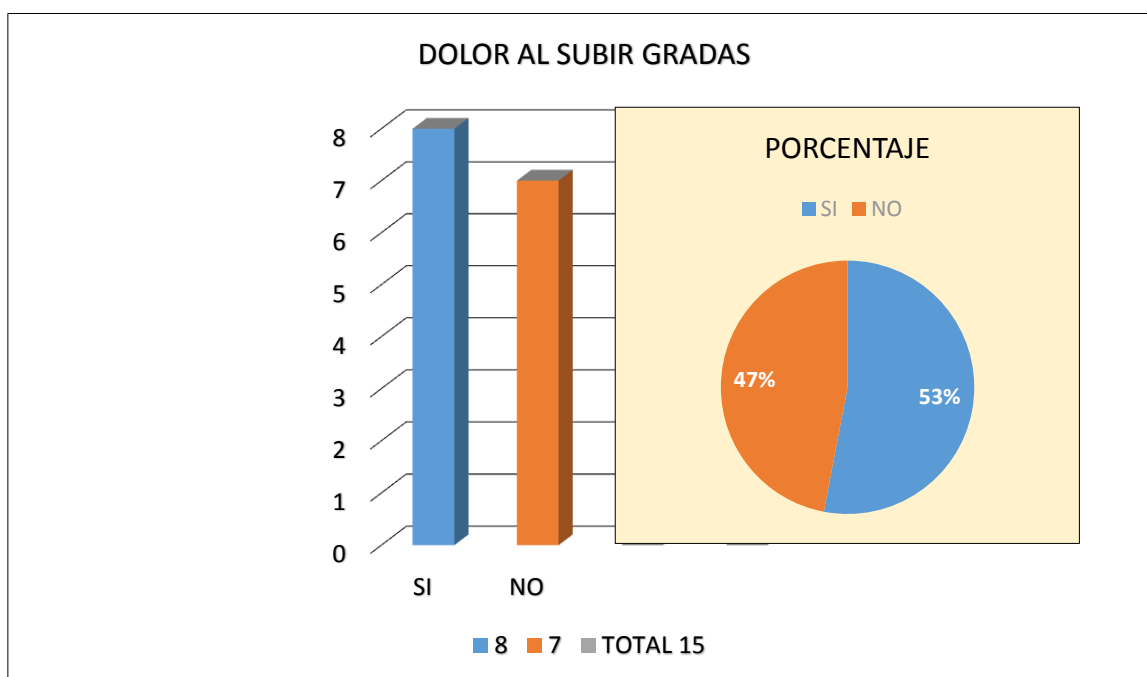


#### 4. Pregunta N°4

**Tabla N° 9.** Tabulación de la Pregunta N°4

<b>¿Siente dolor al momento de subir gradas?</b>	
<b>SI</b>	8
<b>NO</b>	7
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>

**Elaborado por:** Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.



**Gráfico 9.** Dolor al subir gradas

**Elaborado por:** Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.

#### **Análisis**

Los 8 deportistas representados por un 53% presentan dolor al subir gradas después de haber realizado el tratamiento convencional debido a que existe una sobrecarga de apoyo en el segmento corporal lesionado.

5. Pregunta N°5

Tabla N° 10. Tabulación de la Pregunta N°5

¿Siente dolor al momento de realizar actividad física?	
SI	12
NO	3
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>

Elaborado por: Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.

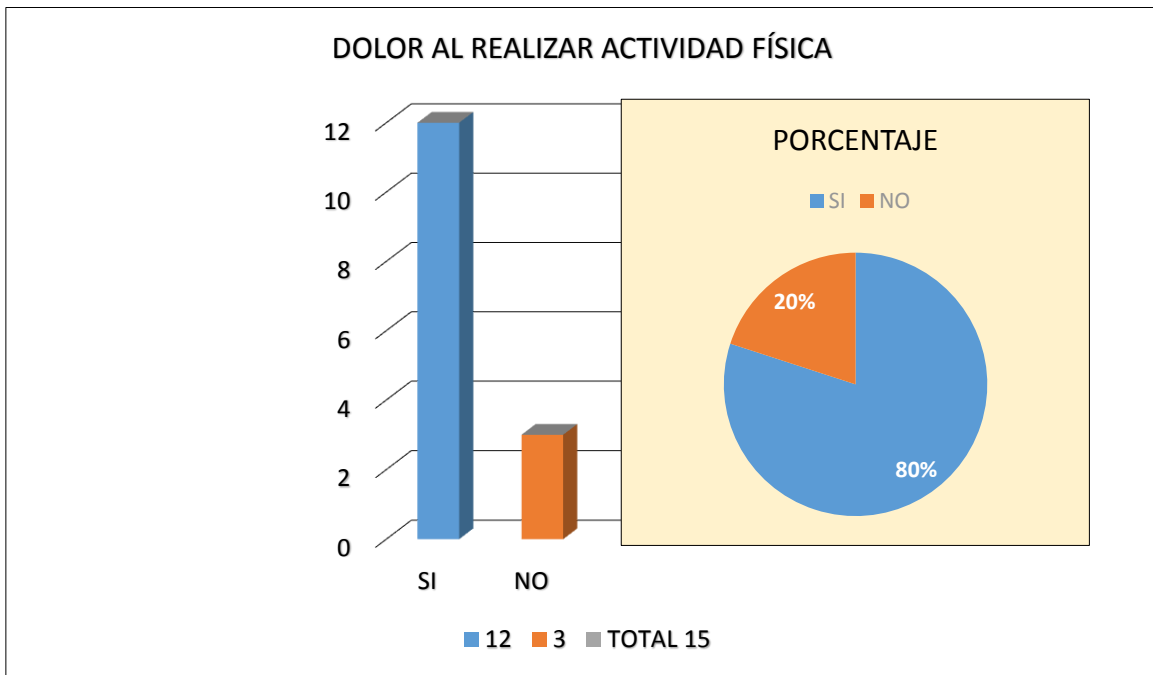


Gráfico 10. Dolor al realizar actividad física

Elaborado por: Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.

**Análisis**

Un total de 12 pacientes que es representado por un 80% de los deportistas tratados con la fisioterapia convencional sienten dolor al realizar actividad deportiva ya que la lesión del ligamento no se encuentra totalmente recuperada.

### 4.1.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS APLICANDO TRATAMIENTO CONVENCIONAL Y VENDAJE NEUROMUSCULAR

**Técnica:** Encuesta

**Instrumento:** Cuestionario

**Período:** Después de 5 días de iniciar el tratamiento.

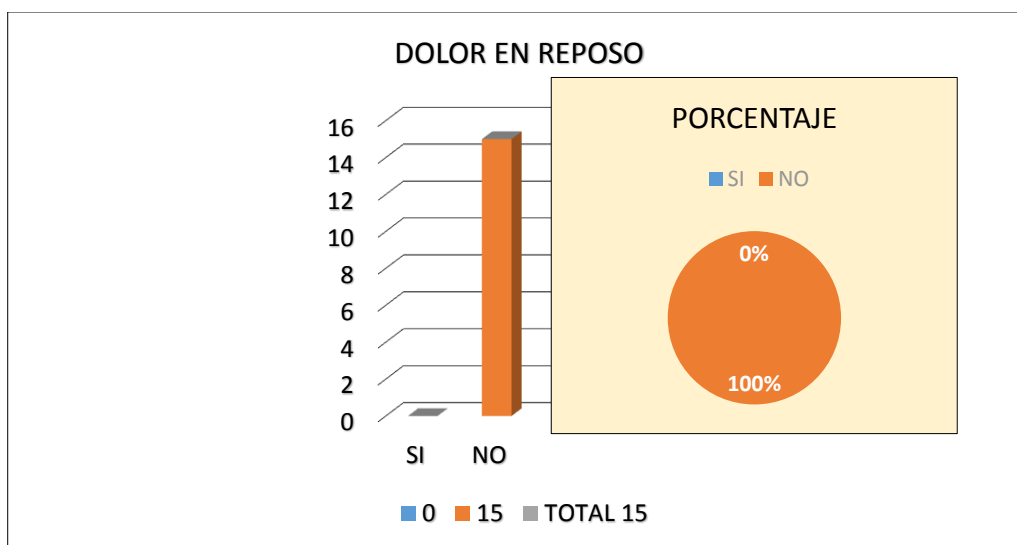
**Muestra:** Se realiza a 15 deportistas con distensión de ligamento colateral interno aplicando tratamiento convencional y vendaje neuromuscular.

1. Pregunta N°1

**Tabla N° 11.** Tabulación de la Pregunta N°1

¿Siente dolor al encontrarse en reposo?	
SI	0
NO	15
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>

**Elaborado por:** Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.



**Gráfico 11.** Dolor en el reposo

**Elaborado por:** Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.

#### Análisis

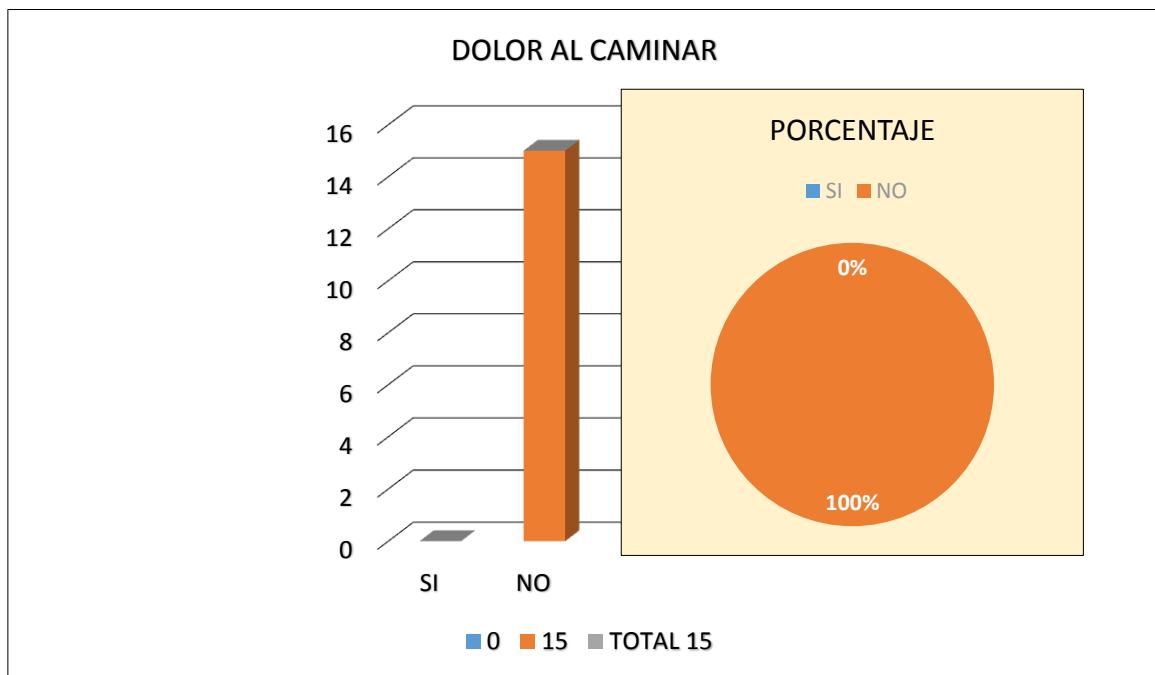
El total de los pacientes que es un 100% no se presenta dolor después de la aplicación del vendaje neuromuscular y el tratamiento convencional logrando resultado beneficioso para los deportistas y mejorar su funcionabilidad.

## 2. Pregunta N°2

**Tabla N° 12.** Tabulación de la Pregunta N°2

<b>¿Siente dolor al momento de caminar?</b>	
<b>SI</b>	0
<b>NO</b>	15
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>

**Elaborado por:** Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.



**Gráfico 12.** Dolor al caminar

**Elaborado por:** Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.

### **Análisis**

Al momento de caminar el 100% de los deportistas atendidos con la rehabilitación convencional más el vendaje neuromuscular no sienten ninguna clase de dolor porque ha recuperado la estabilidad y la funcionalidad.

3. Pregunta N°3

Tabla N° 13. Tabulación de la Pregunta N°3

¿Siente dolor al cambiar de postura de sedente a bípedo?	
SI	0
NO	15
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>

Elaborado por: Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.

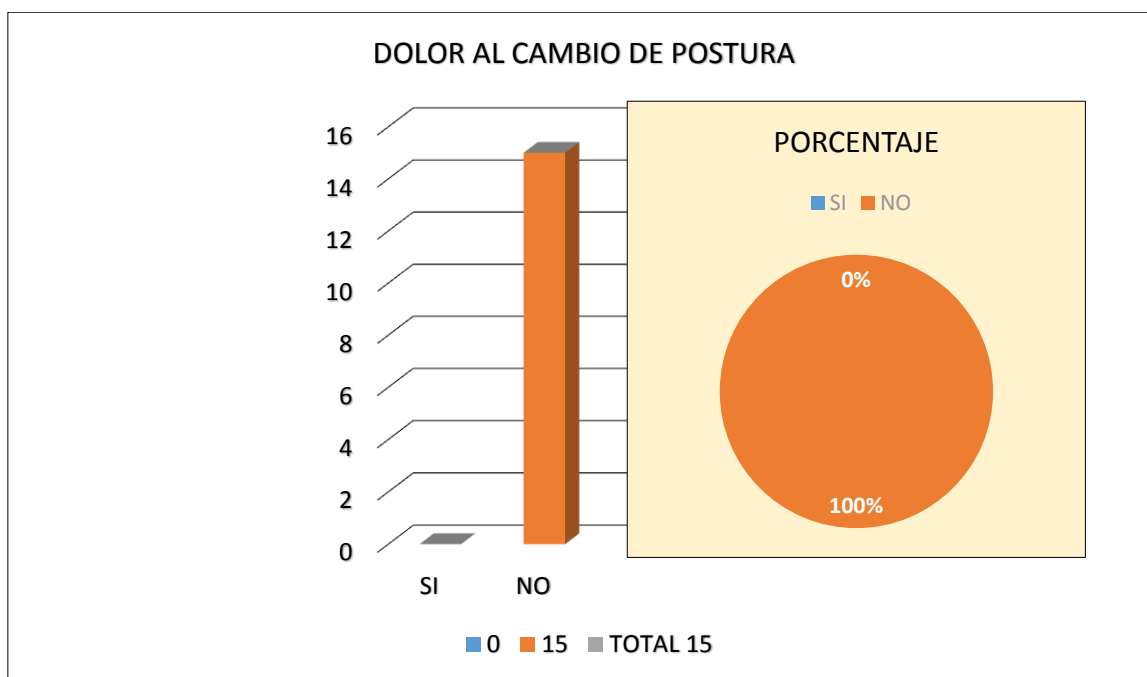


Gráfico 13. Dolor al cambio de postura

Elaborado por: Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.

**Análisis**

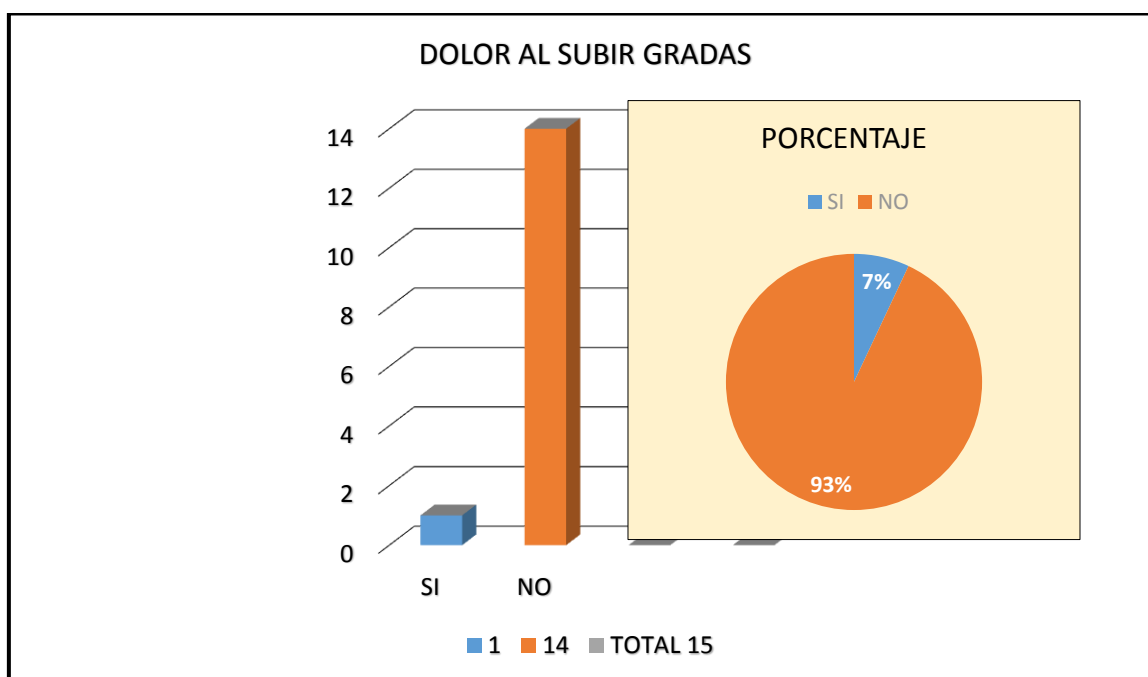
Al momento de realizar el cambio de postura de sedente a bípedo ninguno de los 15 pacientes sintió dolor alguno al realizar esta actividad porque el vendaje neuromuscular mejora el apoyo articular.

#### 4. Pregunta N°4

**Tabla N° 14.** Tabulación de la Pregunta N°4

<b>¿Siente dolor al momento de subir gradas?</b>	
<b>SI</b>	1
<b>NO</b>	14
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>

**Elaborado por:** Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.



**Gráfico 14.** Dolor al subir gradas

**Elaborado por:** Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.

#### **Análisis**

Los pacientes atendidos con un tratamiento convencional y el vendaje neuromuscular que sienten dolor al subir gradas es solo de un 7% que es la representación porcentual de un deportista, por el motivo de que el ligamento colateral aún no se repara por la gravedad de la lesión.

5. Pregunta N°5

Tabla N° 15. Tabulación de la Pregunta N°5

¿Siente dolor al momento de realizar actividad física?	
SI	2
NO	13
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>

Elaborado por: Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.

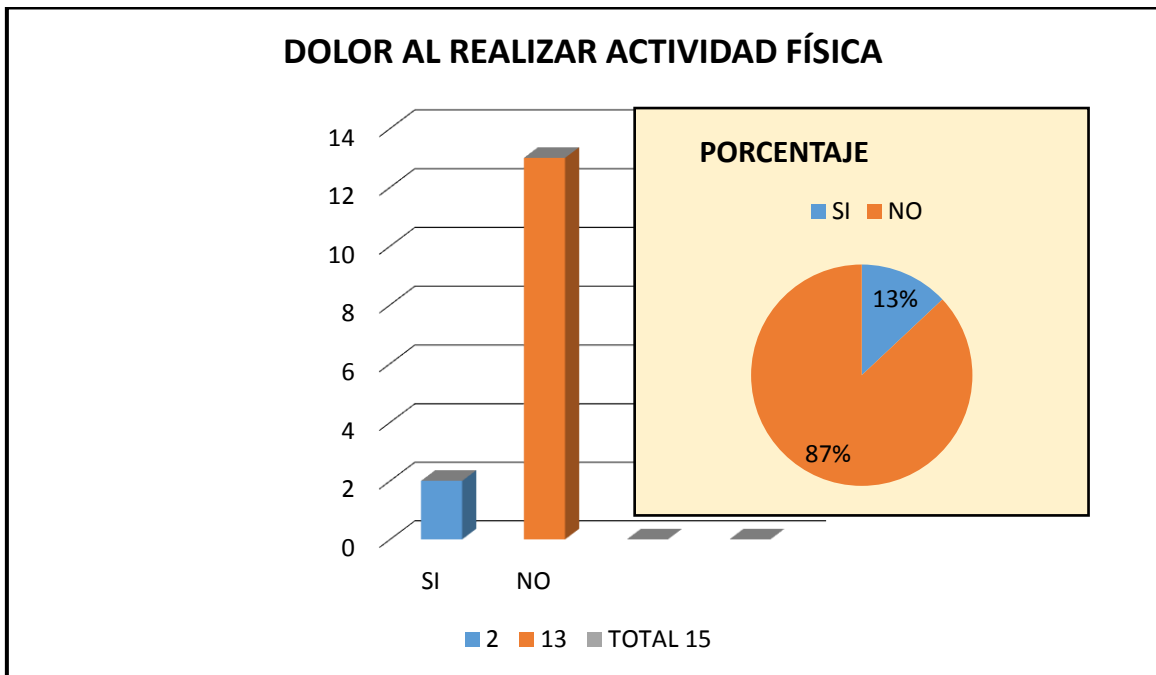


Gráfico 15. Dolor al realizar actividad física

Elaborado por: Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.

**Análisis**

Los deportistas que presentan dolor al realizar actividad física con el vendaje neuromuscular y el tratamiento convencional son 2 que representan un 13% por que el ligamento colateral interno no se encuentra en la etapa adecuada para realizar actividad deportiva.

**4.2 TABLA VALORATIVA DEL TRATAMIENTO INICIAL Y FINAL CON LA ESCALA DE EVA PARA MEDIR EL DOLOR.**

<b>VALORACIÓN DE DOLOR CON TRATAMIENTO CONVENCIONAL</b>			
<b>N°</b>	<b>CODIGO</b>	<b>DOLOR INICIAL</b>	<b>DOLOR FINAL</b>
1	FDECH-2015-01-01	9	3
2	FDECH-2015-01-03	8	4
3	FDECH-2015-02-05	9	2
4	FDECH-2015-03-07	10	3
5	FDECH-2015-03-09	7	2
6	FDECH-2015-03-11	8	1
7	FDECH-2015-04-13	9	2
8	FDECH-2015-04-15	8	1
9	FDECH-2015-04-17	8	3
10	FDECH-2015-05-19	7	1
11	FDECH-2015-05-21	10	5
12	FDECH-2015-05-23	9	4
13	FDECH-2015-06-25	8	3
14	FDECH-2015-06-27	8	3
15	FDECH-2015-06-29	7	4



<b>VALORACIÓN DE DOLOR CON TRATAMIENTO CONVENCIONAL MAS VENDAJE NEUROMUSCULAR</b>			
<b>Nº</b>	<b>CODIGO</b>	<b>DOLOR INICIAL</b>	<b>DOLOR FINAL</b>
1	FDECH-2015-01-02	9	0
2	FDECH-2015-01-04	8	0
3	FDECH-2015-01-06	9	0
4	FDECH-2015-02-08	9	1
5	FDECH-2015-02-10	8	0
6	FDECH-2015-03-12	10	2
7	FDECH-2015-03-14	10	3
8	FDECH-2015-03-16	7	0
9	FDECH-2015-03-18	8	0
10	FDECH-2015-04-20	7	0
11	FDECH-2015-04-22	9	2
12	FDECH-2015-05-24	6	0
13	FDECH-2015-05-26	8	0
14	FDECH-2015-06-28	8	0
15	FDECH-2015-06-30	9	1

### **4.3 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

los pacientes atendidos por el tratamiento convencional y la aplicación del vendaje neuromuscular ha mejorado el dolor en un 87 % y así la estabilidad articular aumento su capacidad causando mejor desarrollo en las actividades deportivas, al igual que la funcionabilidad muscular dando más fuerza y resistencia en la parte de la práctica de deportiva mejorando el tiempo de actividad y resistencia física dado una mejoría en la irrigación sanguínea proporcionando más nutrición al ligamento en tratamiento, permitiendo que su recuperación sea más efectiva, todo esto mejora el desarrollo somático del atleta .

## **5 CAPITULO V**

### **5.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1.1 CONCLUSIONES**

- Aplicado el vendaje neuromuscular disminuyó el dolor y redujo el tiempo de recuperación a los pacientes en un 87% después de 5 días de aplicar la técnica antes mencionada como coadyuvante del tratamiento fisioterapéutico convencional.
- Al usar vendaje neuromuscular durante el periodo de tratamiento los deportistas se mantienen activos, no en el mismo grado de actividad pero eso evita la disminución de la masa muscular durante el proceso de tratamiento.
- El vendaje neuromuscular produce estabilidad articular y protege al ligamento colateral permitiendo el uso dinámico de la articulación durante el periodo de tratamiento de la patología.
- El vendaje neuromuscular aumenta la función muscular dando un mejor apoyo para la recuperación tendinosa y ligamentaria, permitiendo que deportista sienta confianza al realizar sus actividades diarias por un tiempo prolongado.

#### **5.1.2 RECOMENDACIONES**

- Se recomienda usar el vendaje neuromuscular en todo tipo de proceso fisioterapéutico aplicando un protocolo adecuado para tratar todo tipo de patología con sus respectivas excepciones.
- Es recomendable el uso del vendaje neuromuscular como medio de protección y prevención para las lesiones que se dan por sobrecarga de peso y mal uso de la biomecánica de la rodilla.

- Se aconseja el uso del vendaje neuromuscular durante la práctica de la actividad deportiva para mejorar el rendimiento muscular y aumentar el nivel de confianza del deportista.
- Se recomienda el uso del vendaje neuromuscular por un tiempo adecuado después de la recuperación de la lesión ligamentaria para evitar una lesión recidivante.

## 6 BIBLIOGRAFÍA

- BAHR, M. B. (2007). *Lesiones Deportivas Diagnostico, tratamiento y rehabilitación*. buenos aires, Bogota , Caracas, Madrid , Mexico, Potoalegre: Panamericana.
- Donoso, P. (2006). *Kinesiología básica y kinesiología aplicada, segunda edición*. Quito, Ecuador: Edimec.
- Ehmer, B. (2005). *Fisioterapia en ortopedia y traumatología, segunda edición*. España: McGRAWHill interamericana.
- Hernaván Salinas, N. S. (20013). *Manual Integral de aplicaciones basico - intermedio segunda edición*. Santiago, Chile.
- Kent, M. (2003). *Diccionario oxford de Medicina y Ciencias del Deporte*. Barcelona: Paidotribo.
- KUMBRINK, B. (2007). *kinesio-Taping Segunda Edición*. Alemania: LSSGB&Co.
- Mangine, R. E. (2013). *Fisioterapia de la rodilla*. Barcelona, España: Monsa.

## 7 WEBGRAFÍA

<http://es.wikipedia.org/wiki/Rodilla>. (s.f.).

<http://www.saludmed.com/CsEjerci/Cinesiologia/Articula.html>. (s.f.).

[kinesiology-tape-vendaje-neuromuscular.html](#). (s.f.).

## 8 ANEXOS

### 8.1.1 FOTOGRAFÍAS



**Foto 5:** Preparación del vendaje neuromuscular  
**Elaborado por:** Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.

Preparación del vendaje neuromuscular de color rojo para la ayuda de la vasodilatación de la zona a tratar, redondeando las puntas para evitar el roce con las prendas de vestir.



**Foto 6.** Limpieza de la zona de aplicación

**Elaborado por:** Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.

Limpieza y preparación de la zona en la cual se va a colocar el vendaje neuromuscular.



**Foto 7.** Aplicación final del vendaje neuromuscular

**Elaborado por:** Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.

Aplicación final del vendaje neuromuscular para proteger y ayudar a la recuperación del ligamento colateral interno de un deportista de atletismo.

## 8.1.2 ENCUESTA DE EVALUACIÓN DEL DOLOR

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
CARRERA DE TERAPIA FÍSICA Y DEPORTIVA**

### ENCUESTA DE EVALUACIÓN DEL DOLOR

**Tema:** Eficacia de la aplicación del vendaje neuromuscular en distensión del ligamento colateral interno.

**Instrucciones:**

- Lea detenidamente cada pregunta
- Sea preciso en su contestación marcando una X ya sea en SI o en NO, o según corresponda.

1. ¿Siente dolor al encontrarse en reposo?

SI (     )                          NO (     )

2. ¿Siente dolor al momento de caminar?

SI (     )                          NO (     )

3. ¿Siente dolor al cambiar de postura de sedente a bípedo?

SI (     )                          NO (     )

4. ¿Siente dolor al momento de subir gradas?

SI (     )                          NO (     )

5. ¿Siente dolor al momento de realizar actividad física?

SI (     )                          NO (     )

### 8.1.3 FICHA DE REGISTRO

FICHA DE REGISTRO				
N°	FECHA	PACIENTE	INICIO DEL TRATAMIENTO	FINAL DEL TRATAMIENTO
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

**Elaborado por:** Danny Germán Fuenmayor Bonifaz.