

**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

**INSTITUTO PROFESIONAL  
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES**  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



**Instituto Profesional En Terapias Y Humanidades**

**BENEFICIOS DEL ENTRENAMIENTO ISOTÓNICO COMO  
TRATAMIENTO REHABILITADOR DEL SÍNDROME  
FEMOROPATELAR EN ATLETAS FEMENINAS  
DE 20 A 35 AÑOS DE EDAD:  
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

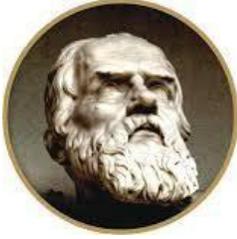


Que Presenta

**Denilson Víctor Ernesto Rubio Hidalgo**

Ponente

Ciudad de Guatemala, Guatemala. 2023



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL  
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



## **Instituto Profesional en Terapias y Humanidades**

# **BENEFICIOS DEL ENTRENAMIENTO ISOTÓNICO COMO TRATAMIENTO REHABILITADOR DEL SÍNDROME FEMOROPATELAR EN ATLETAS FEMENINAS DE 20 A 35 AÑOS DE EDAD: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**



Tesis profesional para obtener el Título de  
Licenciado en Fisioterapia

Que Presenta

**Denilson Víctor Ernesto Rubio Hidalgo**

Ponente

**LFT. Laura Marcela Martínez Fonseca**

Director de Tesis

**Licenciada Isabel Díaz Sabán**

Asesor Metodológico

Ciudad de Guatemala, Guatemala. 2023

## INVESTIGADORES RESPONSABLES

Ponente	Denilson Víctor Ernesto Rubio Hidalgo
Director de Tesis	LFT. Laura Marcela Martínez Fonseca
Asesor Metodológico	Licda. María Isabel Díaz Sabán



**IPETH, INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES A.C.  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA COORDINACIÓN  
DE TITULACIÓN**

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA COTEJO DE TESINA DIRECTOR DE TESINA**

**Lista de cotejo tesina**

<b>Nombre del Director:</b> LFT. Laura Marcela Martínez Fonseca
<b>Nombre del Estudiante:</b> Denilson Víctor Ernesto Rubio Hidalgo
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b> Beneficios del entrenamiento isotónico como tratamiento rehabilitador del síndrome femoropatelar en atletas femeninas de 20 a 35 años de edad: Revisión bibliográfica
<b>Fecha de realización:</b> Mayo 2022

**Instrucciones:** Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesina del alumno y marque con una X el registro del cumplimiento correspondiente. En caso de ser necesario hay un espacio de observaciones para correcciones o bien retroalimentación del alumno.

**ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESINA**

No.	Aspecto a Evaluar	Registro de Cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
1.	El tema es adecuado a sus Estudios de Licenciatura.	X		
2.	El título es claro, preciso y evidencia claramente la problemática referida.	X		
3.	La identificación del problema de investigación plasma la importancia de la investigación.	X		
4.	El problema tiene relevancia y pertinencia social y ha sido adecuadamente explicado junto con sus interrogantes.	X		
5.	El resumen es pertinente al proceso de investigación.	X		
6.	Los objetivos tanto generales como específicos han sido expuestos en forma correcta, en base al proceso de investigación realizado.	X		
7.	Justifica consistentemente su propuesta de estudio.	X		
8.	El planteamiento es claro y preciso. claramente en qué consiste su problema.	X		
9.	La pregunta es pertinente a la investigación realizada	X		

10.	Los objetivos tanto generales como específicos, evidencia lo que se persigue realizar con la investigación.	X		
11.	Sus objetivos fueron verificados.	X		
12.	Los aportes han sido manifestados en forma correcta.	X		
13.	Los resultados evidencian el proceso de investigación realizado.	X		
14.	Las perspectivas de investigación son fácilmente verificables.	X		
15.	Las conclusiones directamente derivan del proceso de investigación realizado	X		
16.	El capítulo I se encuentra adecuadamente estructurado en base a los antecedentes que debe contener.	X		
17.	En el capítulo II se explica y evidencia de forma correcta el problema de investigación.	X		
18.	El capítulo III plasma el proceso metodológico realizado en la investigación.	X		
19.	El capítulo IV proyecta los resultados, discusión, conclusiones y perspectivas pertinentes en base a la investigación realizada.	X		
20.	El señalamiento a fuentes de información documentales y empíricas es el correcto.	X		
21.	Permite al estudiante una proyección a nivel investigativo.	X		

### Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución



LFT. Laura Marcela Martínez Fonseca

Nombre y Firma Del Director de Tesina



**IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES A.C.  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA COORDINACIÓN  
DE TITULACIÓN**

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA DE COTEJO TESINA ASESOR METODOLÓGICO**

<b>Nombre del Asesor:</b> Licenciada Isabel Díaz Sabán
<b>Nombre del Estudiante</b> Denilson Víctor Ernesto Rubio Hidalgo
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b> Beneficios del entrenamiento isotónico como tratamiento rehabilitador del síndrome femoropatelar en atletas femeninas de 20 a 35 años de edad: Revisión bibliográfica
<b>Fecha de realización:</b> Mayo 2022

**Instrucciones:** Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesina del alumno y marque con una X el registro del cumplimiento correspondiente. En caso de ser necesario hay un espacio de observaciones para correcciones o bien retroalimentación del alumno.

**ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESINA**

No.	Aspecto a evaluar	Registro de cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
<b>1</b>	<b>Formato de Página</b>			
a.	Hoja tamaño carta.	X		
b.	Margen superior, inferior y derecho a 2.5 cm.	X		
c.	Margen izquierdo a 3.0 cm.	X		
d.	Orientación vertical excepto gráficos.	X		
e.	Paginación correcta.	X		
f.	Números romanos en minúsculas.	X		
g.	Página de cada capítulo sin paginación.	X		
h.	Todos los títulos se encuentran escritos de forma correcta.	X		
i.	Times New Roman (Tamaño 12).	X		
		X		
k.	Estilo fuente normal.	X		
l.	Cursivas: Solo en extranjerismos o en locuciones.	X		
m.	Texto alineado a la izquierda.	X		
n.	Sangría de 5 cm. Al iniciar cada párrafo.	X		
o.	Interlineado a 2.0	X		
p.	Resumen sin sangrías.	X		
<b>2.</b>	<b>Formato Redacción</b>			
a.	Sin faltas ortográficas.	X		
b.	Sin uso de pronombres y adjetivos personales.	X		
c.	Extensión de oraciones y párrafos variado y medurado.	X		
d.	Continuidad en los párrafos.	X		
e.	Párrafos con estructura correcta.	X		

f.	Sin uso de gerundios (ando, iendo)	X		
g.	Correcta escritura numérica.	X		
h.	Oraciones completas.	X		
i.	Adecuado uso de oraciones de enlace.	X		
j.	Uso correcto de signos de puntuación.	X		
k.	<b>Uso correcto de tildes.</b>	X		
l.	Empleo mínimo de paréntesis.	X		
m.	Uso del pasado verbal para la descripción del procedimiento y la presentación de resultados.	X		
n.	Uso del tiempo presente en la discusión de resultados y las conclusiones.	X		
<b>3.</b>	<b>Formato de Cita</b>	X	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
a.	Empleo mínimo de citas.	X		
b.	Citas textuales o directas: menores a 40 palabras, dentro de párrafo u oración y entrecomilladas.	X		
c.	Citas textuales o directas: de 40 palabras o más, en párrafo aparte, sin comillas y con sangría de lado izquierdo de 5 golpes.	X		
d.	Uso de tres puntos suspensivos dentro de la cita para indicar que se ha omitido material de la oración original. Uso de cuatro puntos suspensivos para indicar cualquier omisión entre dos oraciones de la fuente original.	X		
<b>4.</b>	<b>Formato referencias</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
a.	Correcto orden de contenido con referencias.	X		
b.	Referencias ordenadas alfabéticamente.	X		
c.	Correcta aplicación del formato APA 2016.	X		
<b>5.</b>	<b>Marco Metodológico</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
a.	Agrupó, organizó y comunicó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	X		
b.	Las fuentes consultadas fueron las correctas y de confianza.	X		
c.	Seleccionó solamente la información que respondiese a su pregunta de investigación.	X		
d.	Pensó acerca de la actualidad de la información.	X		
e.	Tomó en cuenta la diferencia entre hecho y opinión.	X		
f.	Tuvo cuidado con la información sesgada.	X		
g.	Comparó adecuadamente la información que recopiló de varias fuentes.	X		
h.	Utilizó organizadores gráficos para ayudar al lector a comprender información conjunta.	X		
i.	El método utilizado es el pertinente para el proceso de la investigación.	X		
j.	Los materiales utilizados fueron los correctos.	X		
k.	El estudiante conoce la metodología aplicada en su proceso de investigación.	X		

**Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución**



Licenciada María Isabel Díaz Sabán

### DICTAMEN DE TESINA

Siendo el día 13 del mes de Mayo del año 2022.

Acepto la entrega de mi Título Profesional, tal y como aparece en el presente formato.

Los C.C

**Director de Tesina**  
 Función

LFT. Laura Marcela Fonseca Martínez



**Asesor Metodológico**  
 Función

Licda. María Isabel Díaz Sabán



**Coordinador de Titulación**  
 Función

Lic. Diego Estuardo Jiménez Rosales



**Autorizan la tesina con el nombre de:**

Beneficios del entrenamiento isotónico como tratamiento rehabilitador del síndrome femoropatelar en atletas femeninas de 20 a 35 años de edad: Revisión bibliográfica

**Realizada por el estudiante:**

Denilson Víctor Ernesto Rubio Hidalgo

Para que pueda realizar la segunda fase de su Examen Privado y de esta forma poder obtener el Título y Cédula Profesional como Licenciado en Fisioterapia.



**IPETH®**  
 Titulación Campus Guatemala  
 Firma y Sello de Coordinación de Titulación

## **Dedicatoria**

La presente investigación es dedicada principalmente a mi familia por el apoyo incondicional que me ha brindado a lo largo de la carrera, por siempre motivarme a seguir adelante y no dejarme caer. De igual forma agradezco a mis licenciados ya que ellos marcaron mi formación como estudiante.

**Denilson Víctor Ernesto Rubio Hidalgo**

## **Agradecimientos**

Quiero agradecerle a mi mama María Jennee Esperanza, a mi papá Guillermo Francisco Gamboa y a mis abuelos que siempre confiaron en mi para lograr una meta que me propuse y me ayudaron a superar cada obstáculo que venía en el camino y por último a mis amigos que siempre estuvieron en los peores momentos cuando quería abandonar todo y me apoyaron para salir adelante.

**Denilson Víctor Ernesto Rubio Hidalgo**

## Palabras clave

Síndrome femoropatelar

Ejercicios isotónicos

Cuádriceps

Isquiotibiales

Angulo q

Ejercicios concéntricos

Ejercicios isotónicos

Ejercicios concéntricos

Rótula

Vasto medial

# Índice

Portadilla.....	i
Investigadores responsables .....	ii
Carta Galileo aprobación de examen privado .....	iii
Carta Galileo aprobación asesor .....	iv
Carta Galileo aprobación revisor lingüístico .....	v
Lista de cotejo tesina.....	vi
Dictamen de Tesis.....	x
Dedicatoria.....	xi
Agradecimientos .....	xii
Resumen.....	1
Capítulo I.....	2
1.1 Antecedentes generales .....	2
1.1.1 Descripción de la problemática .....	2
1.1.2 Descripción anatómica del esqueleto humano.....	3
1.1.3 Biohistología del hueso. ....	4
1.1.4 Histología del hueso .....	4
1.1.5 Osteología de la rodilla.....	5
1.1.6 Capsula articular .....	7

1.1.7 Ligamentos de la rodilla .....	8
1.1.8 Músculos de la Rodilla .....	13
1.1.9. Biomecánica de la rodilla .....	16
1.1.10 Síndrome Femoropatelar .....	19
1.1.11 Diagnostico.....	22
1.2 Antecedentes específicos.....	23
1.2.1 Contracción muscular .....	23
1.2.2 Tipos de contracción.....	25
Capítulo II.....	33
Planteamiento del Problema.....	33
2.1 Planteamiento del Problema .....	33
2.2. Justificación.....	35
2.3 Objetivos .....	36
2.3.1 Objetivo General.....	36
2.3.2 Objetivos Específicos.....	36
Capítulo III.....	38
Marco Metodológico.....	38
3.1 Materiales .....	38
3.2 Métodos.....	40
3.2.1 Enfoque de investigación.....	40

3.2.2 Tipo de estudio .....	40
3.2.3 Método de estudio .....	41
3.2.4 Diseño de investigación .....	41
3.2.5 Criterios de selección. ....	41
3.3 Variables .....	43
3.3.1 Variable independiente .....	43
3.3.2 Variable dependiente .....	43
Capítulo IV.....	45
Resultados .....	45
4.1 Tabla de resultados.....	45
4.2 Discusión.....	52
4.3 Conclusión.....	54
4.4 Perspectivas y/o aplicaciones prácticas.....	55
Referencias.....	56

## Índice de tablas

Tabla 1 Rangos articulares normales de la rodilla .....	12
Tabla 2 Músculos de la rodilla.....	13
Tabla 3 Acción de los músculos de la rodilla .....	15
Tabla 4 Fuentes utilizadas.....	34
Tabla 5 Criterios de selección.....	37
Tabla 6 Operacionalización de variables .....	39
Tabla 7 Resultados.....	40

## Índice de figuras

Figura 1 Huesos de la rodilla .....	5
Figura 2. Partes de la rótula .....	7
Figura 3 Rodilla vista lateral y posterior.....	8
Figura 4 Anatomía de las bursas de la rodilla.....	10
Figura 5 Reparos óseos de la rodilla.....	11
Figura 6 Flexo extensión de la rodilla.....	17
Figura 7 Rotación de la rodilla.....	18
Figura 8 Movimiento de la articulación femorrotuliana .....	19
Figura 9 Deslizamiento de la rótula sobre el fémur .....	19
Figura 10 Pasos de la contracción muscular .....	25
Figura 11 Grafica de buscadores.....	34

## **Resumen**

La siguiente investigación se realizó con el fin de exponer los beneficios del entrenamiento isotónico como método rehabilitador del síndrome femoropatelar en atletas de 20 a 35 años de edad, teniendo como principal objetivo determinar los efectos terapéuticos del ejercicio isotónico así como los ejercicios con mayor efectividad y su dosificación.

Se describe la anatomía, fisiopatología, biomecánica de la rodilla, así como los factores de riesgo del síndrome femoropatelar, cuadro clínico así como pruebas diagnósticas y tratamiento adecuado para la patología.

Se enmarcaron parámetros importantes para el desarrollo del trabajo ya que la investigación es de tipo cualitativo por que obtuvo información de fuentes bibliográficas primarias, utilizando las palabras clave para poder comprender la relación de las variables.

Al concluir la investigación se demostró que un entrenamiento isotónico presenta mejoras significativas tanto a nivel muscular creando mejoras significativas en el dolor y en la alteración biomecánica.

# Capítulo I

## Marco teórico

Para poder entender la patología y el método de tratamiento propuestos se describen los elementos fisiológicos, biomecánicos, óseos y articulares, etiológicos, así como el diagnóstico para tener referencia del origen del síndrome femoropatelar en mujeres atletas y la aplicación del entrenamiento isotónico como método rehabilitador para el mejoramiento de fuerza y la reducción del dolor apropiadas para las atletas jóvenes que cursan con este tipo de patología.

### 1.1 Antecedentes generales

Osorio et al (2014) define el síndrome femoropatelar como una condición dolorosa idiopática que se caracteriza por dolor en la zona peripatelar que se verá en aumento en actividades como subir gradas, colocarse en cuclillas, saltar e incluso correr, es considerado un trastorno musculo esquelético por sobreuso en persona físicamente activas como por ejemplo los deportistas y mucho más común en mujeres, se le acredita a un desequilibrio entre el vasto medial oblicuo y el vasto lateral que estos conducen a un aumento de la tensión lateral de la articulación femorrotuliana, así como es asociada a una reducción de fuerza del musculo cuádriceps.

**1.1.1. Descripción de la problemática.** El síndrome femoropatelar es una patología de alta prevalencia en la población en general, se menciona que es la causa más frecuente de dolor de rodilla, 22 de cada 100 personas al año cursan con dolor de rodilla siendo esta una alta incidencia, en el deporte se le contribuye a un 25% de todas las lesiones de rodilla que se producen, afectado mayormente a atletas (Saif et al, 2016).

Puede afectar cualquier persona de cualquier edad, pero la población más vulnerable será las personas menores de 40 años sobre todo entre los 15 y 30 años de edad y en el 40% de los casos suele ser bilateral, siendo esta la incidencia anual 2 veces mayor en mujeres que en hombres (López et al, 2015).

El síndrome femoropatelar o también conocido como “dolor anterior de rodilla” o condritis femoropatelar se caracteriza por dolor insidioso que se aumenta en las actividades de fuerza de compresión en la articulación femoropatelar, su etiología aun no es clara, aunque se menciona que es multifactorial y que intervienen muchos factores de riesgo que aumentan el estrés de la articulación femoropatelar (Dutton et al, 2014).

**1.1.2. Descripción anatómica del esqueleto humano.** Para comprender la anatomía del síndrome femoropatelar es importante conocer las estructuras óseas según Latarjet y Ruiz en 2013 el esqueleto humano se divide en: i. esqueleto axial y ii. Esqueleto apendicular. Atribuyendo 208 huesos que se dividen en tres formas:

- a. Huesos largos: Consta de dos partes diáfisis o cuerpo y epífisis.
  - Huesos arqueados. Presentan en curva encima de su eje.
  - Huesos alargados. Son tubulares como por ejemplo la clavícula y metacarpianos.
- b. Huesos cortos: tiene forma de cubo, se encuentran en manos y pies y según (Moore, 2013) la rótula también se considera un hueso corto por algunos autores.
- c. Huesos planos: Cumplen con una función protectora, formando grandes inserciones musculares a través de sus paredes por la predominancia en longitud y ancho.
- d. Huesos Sesamoideos: Protegen a los tendones por el excesivo desgaste, están anexos a tendón o ligamento. La rotula considerada como un hueso sesamoideo está situada

en el tendón del cuádriceps, pero estos huesos no se osifican como lo hace la rótula, por eso es considerado un hueso sesamoideo y no un hueso corto

**1.1.3 Biohistología del hueso.** Según Lowe, et al 2020 el tejido óseo es una variedad de tejido conjuntivo que posee una gran resistencia y rigidez, formado por la matriz ósea, y por células, las cuales son:

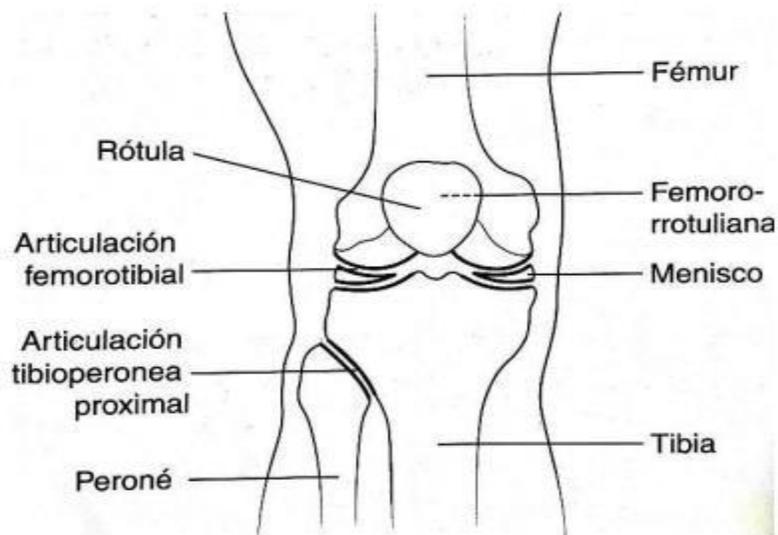
- a. Osteoblastos. Sintetizan y secretan parte orgánica de la matriz ósea
- b. Osteocitos. Responsables del mantenimiento de matriz ósea, la nutrición de los osteocitos depende de los canales que penetran la matriz y hacen interconexiones con osteocitos vecinos, ningún osteocito se encuentra a más de una fracción de milímetro de un capilar sanguíneo.
- c. Osteoclastos. Encargados de la reabsorción ósea, participa en procesos de remodelación ósea y puede encontrarse en depresiones superficiales de matriz ósea llamadas lagunas de Howship como menciona Latarjet en 2013.

**1.1.4. Histología del hueso.** Se divide en dos tipos según su integración microscópica:

- Hueso Compacto. También llamado cortical es una capa externa y compacta que posee una matriz proteica alrededor de los canales de Havers que son conductos que contienen vasos sanguíneos. En las laminillas existen cavidades ocupadas por osteocitos que se conectan entre si junto a los canales (Saavedra, 2014). Marieb en 2009 menciona que el hueso está envuelto de tejido fibroso llamado periostio el cual protege la diáfisis del hueso.
- **Hueso esponjoso o trabecular.** Es la capa más interna y con más células óseas presenta una red de vasos sanguíneos y grasa, está conectado mediante pasarelas donde transitan paquete de nervios y vasos sanguíneos que

proporcionan nutrientes a las células óseas, los canales de Havers recorren longitudinalmente el hueso (Marieb, 2009).

**1.1.5. Osteología de la rodilla.** Como menciona Latarjet en 2013 es la mayor y más superficial del cuerpo, es una articulación sinovial gínglimo que permite los movimientos de flexión y extensión, combinados con deslizamiento, rodamiento y rotación alrededor de un eje vertical en deportes de contacto, la función de la rodilla suele verse afectada por la biomecánica de la hiperextensión. Moore en 2013, menciona que la estabilidad de la rodilla depende de: a) potencia de los músculos circundantes y sus tendones y b) ligamentos que conectan fémur con la tibia. De estos dos mecanismos de sostén el más importante son los músculos, en especial el cuádriceps en sus fibras medias y laterales, que según Moore la rodilla puede funcionar relativamente bien si el cuádriceps está en buena forma, a pesar de que exista una lesión ligamentosa.



*Figura 1 Huesos de la rodilla  
(Rotoa et al., 2013)*

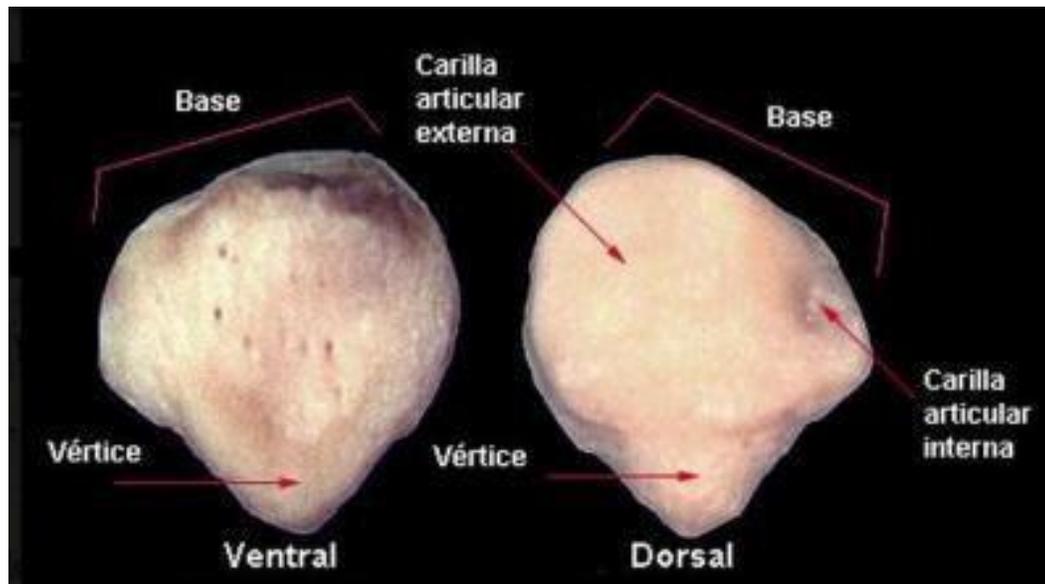
**1.1.5.1 Superficies articulares.** Según Martin en 2016 la rodilla está conformada por lo que son 3 superficies articulares que son extremidad inferior del fémur, superficie articular de la rótula y la extremidad superior de la tibia.

- La extremidad inferior del fémur está compuesta por la superficie rotuliana y por dos vértices separadas entre sí por una garganta media, siendo la vertiente lateral más extensa que la medial. Las vertientes de la tróclea femoral se continúan posteriormente con las superficies condíleas, que tienen un papel importante en la biomecánica de la articulación, ya que la superficie condílea media es más estrecha que la lateral, estas poseen unas curvaturas donde el radio disminuye de anterior a posterior y no son paralelas.

- La superficie articular de la rótula está presente en los tres cuartos superiores de la cara posterior de la misma. Rodeada cartílago articular, presenta dos carillas laterales cóncavas separadas por una cresta, que se corresponden con la superficie rotuliana del fémur. La rótula es el hueso sesamoideo más grande del cuerpo humano. Tiene una forma más o menos ovoide irregular con base y rugosa para la fijación del recto femoral y vasto crural proximalmente, y en su parte inferior redondeado para soportar la tracción del tendón rotuliano distalmente. Además presenta una superficie anterior, ligeramente convexa, que recibe a las fibras del tensor de la fascia lata y las fibras tendinosas del rector femoral, y una cara o faceta posterior ovalada y lisa cubierta en su totalidad por cartílago hialino de 4 – 5mm de espesor. Ésta, se divide a su vez en faceta medial y lateral, con diferentes configuraciones, y con una cresta superior que coincide con la ranura troclear del fémur [75% de la altura de la rótula] y una porción inferior que representa el 25% de la altura de la rótula que no se articula.

- Extremidad superior de la tibia, en la cara superior de los cóndilos tibiales, separadas entre sí por el espacio intercondíleo, se encuentran las superficies condíleas medial y lateral,

destinadas a articularse con las superficies del fémur. Ambas están revestidas de cartílago articular y tienen forma ovalada, aunque la superficie medial es más estrecha, larga y cóncava que la lateral (Martín, 2016).



*Figura 2. Partes de la rótula  
(Netter, 2003)*

**1.1.6. Capsula articular** Según Moore 2013 la capsula articular de la rodilla es típica ya que consta de una membrana fibrosa interna y una externa y esta, a la vez, reviste las superficies que no están recubiertas por el cartílago articular, la membrana fibrosa presenta partes engrosadas que forman parte de los ligamentos intrínsecos. El fémur se inserta superiormente justo proximal de los bordes articulares de los cóndilos, posteriormente engloba cóndilos y fosa intercondílea e inferiormente en la meseta de la tibia, pero no se inserta en donde el tendón del poplíteo cruza el hueso.

La extensa membrana sinovial de la capsula reviste las superficies que rodean la cavidad articular la cual posee liquido sinovial, y se inserta en la periferia de cartílago que recorre

los cóndilos femorales y tibiales, el borde de los meniscos. Recubre la superficie interna de la membrana fibrosa lateral y medialmente, pero está separada de esta misma.

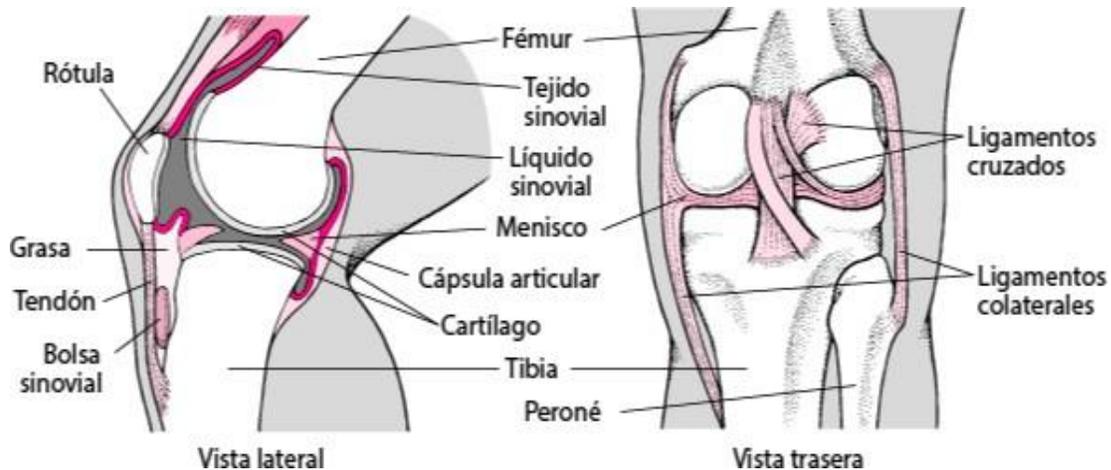
La cara posterior de la articulación en su parte anterior refleja la región intercondílea que recubre los ligamentos y el cuerpo infrarrotuliano, creando un pliegue sinovial infrarrotuliano que acerca la cara posterior de la rótula y la parte anterior de la región intercondílea. Los pliegues de tejido adiposo llamados alares lateral y medial ocupan un espacio al lado del ligamento rotuliano.

Finalmente, superiormente a la rótula se extiende en profundidad respecto al vasto intermedio para formar la bolsa suprarrotuliana, esta bolsa se extiende 5cm superior a la rótula, llegando a la cara anterior del fémur, existen unos fascículos situados en el vasto interno en su profundidad formando así, el musculo articular de la rodilla, que tiene función retraer la bolsa durante la extensión de rodilla, este se inserta en la membrana sinovial.

### **1.1.7. Ligamentos de la rodilla**

**1.1.7.1 Ligamento Extracapsulares.** Según Rouvière 2005, la capsula esta reforzada por ligamentos intrínsecos o extracapsulares: a) Ligamento colateral fibular; Se extiende desde el epicóndilo lateral del fémur hasta la cara lateral de la cabeza de la fíbula, Separa al tendón del bíceps femoral en dos partes b) Ligamento colateral tibial; banda plana y resistente desde el epicóndilo medial hasta el cóndilo media. c) Ligamento poplíteo oblicuo; Se origina en el posterior del cóndilo medial de la tibia hacia cóndilo lateral del fémur y se fusiona con la cara posterior de la capsula articular. d) Ligamento poplíteo arqueado; refuerza la capsula articular posterolateralmente, se origina en la cabeza de la fíbula hasta el

tendón poplíteo y encima de la articulación de rodilla y favorece la estabilidad posterolateral de la rodilla.



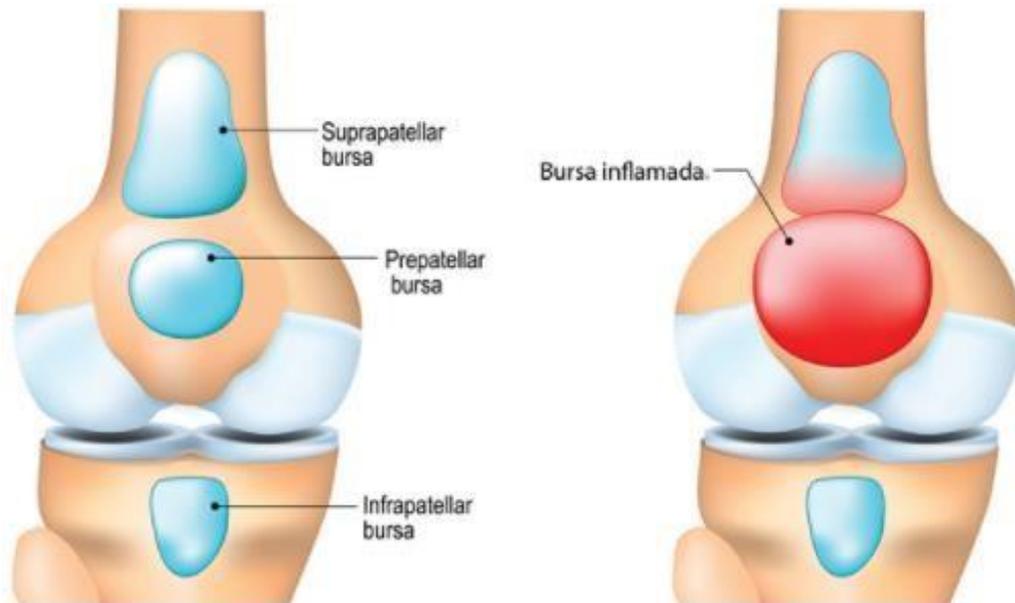
*Figura 3 Rodilla vista lateral y posterior  
(Moore, 2013)*

**1.1.7.2 Ligamentos Intraarticulares.** Moore 2013, menciona que son los que están ubicados dentro de la articulación y estos son: a) Ligamento cruzado anterior: el más débil de los intraarticulares se origina en la región intercondílea anterior de la tibia y se inserta en parte posterior del lado medial del cóndilo lateral del fémur, limita el rodamiento posterior y evita el desplazamiento de la tibia y la hiperextensión y b) Ligamento cruzado posterior, el más resistente evita el desplazamiento posterior de la tibia y sostiene el peso corporal en flexión.

**1.1.7.3 Meniscos de la articulación.** Placas semilunares de fibrocartílago que se sitúan sobre la cara articular de tibia para aumentar profundidad y así poder absorber el impacto, se insertan en el área intercondílea de la tibia.

**1.1.7.4 Fémur.** Según Barreno en 2014, en la parte inferior del fémur es voluminosa y se extiende con aspecto de tronco irregular de base inferior, que se divide en dos

eminencias articulares denominadas cóndilos, separados por una escotadura intercondílea, Anterior presenta superficie articular para la rótula con forma de polea formada por superficies convexas entre sí, presenta caudalmente un valgo fisiológica de 5-7°.



*Figura 4: Anatomía de las bursas de la rodilla (Aguilera, 2021)*

**1.1.7.5 Rotula.** Según Brown 2008, la rótula es una formación ósea morfológica y biomecánicamente incorporada al tendón, es considerado por algunos un hueso sesamoideo y no de tipo sesamoideo, posee una cara posterior que presenta una cresa y está relacionada con la tróclea es rugosa y contiene agujeros que están la relación con el pliegue sinovial infrarrotuliano.

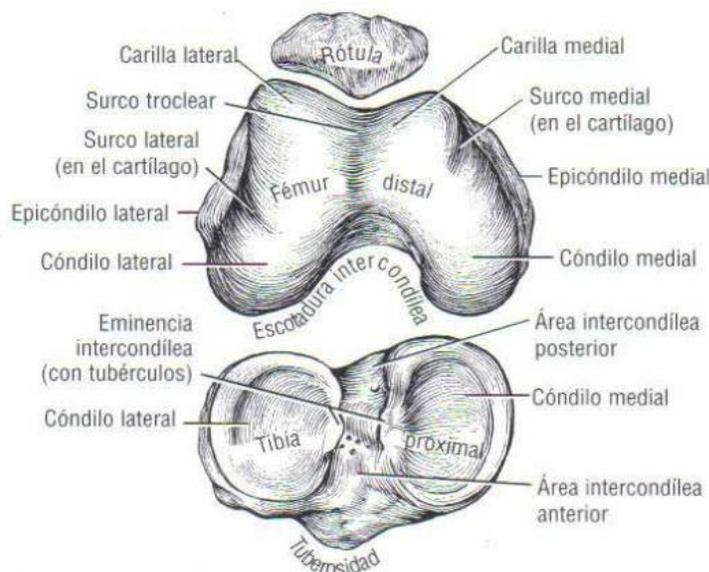
**1.1.7.6 Retináculo Lateral.** Compuesto por fibras dispuestas en una capa, superficial y profunda. La capa superficial posee fibras oblicuas en disposición anterior, que recorren desde el borde anterior de la cintilla iliotibial hasta el borde lateral de la rótula y tendón rotuliano. La capa profunda formada por tres estructuras diferentes, la parte media corre en dirección

transversal desde la superficie profunda de la banda hasta el borde lateral de la rótula, la masa principal del retináculo lateral corre desde el borde lateral de la rótula y el tendón hasta la cara anterior de la banda iliotibial.

**1.1.7.7 Retináculo Medial.** Posee tres capas condensadas entre los planos del tejido, el ligamento patelofemoral medial se encuentra en la segunda capa, superficial a la capsula y profundo al vasto medio, se extiende desde el interior del epicóndilo femoral hasta el margen de la rótula, las fibras se encuentran en la superficie inferior del vasto medial.

**1.1.7.8. Tibia.** Hueso largo de la pierna, el segundo más largo del cuerpo, se divide en tres partes desde el extremo proximal, diáfisis y extremo distal articulándose con articulación de rodilla y tobillo, posee en su extremo proximal varios puntos de referencia de uniones musculares y superficies articulares, como los meniscos (Almeida, 2020).

**1.1.7.9 Peroné.** Según Neumann 2007, no forma parte directa de la articulación y no soporta carga del peso del cuerpo, pero refuerza el lateral de tibia para alinearla, y sirve de inserción al musculo bíceps femoral y ligamento colateral lateral, forma la articulación tibioperonea.



*Figura 5: Reparos óseos de la rodilla (Neumann, 2007)*

**1.1.7.10 La articulación de la rodilla.** En la cadena cinética de la extremidad inferior, permite caminar, correr, subir o bajar escaleras, es de tipo biaxial y condílea que forma la articulación femorotibial, tibioperonea proximal y la femorrotuliana, estas articulaciones combinan la movilidad y la estabilidad, brindada por los ligamentos y músculos (Hermosa, 2016).

La articulación de la rodilla es una polea que une el hueso femoral con la tibia y rótula, es bicondílea y sinovial situada entre los cóndilos femorales y la tibia hacia anterior, con la rótula. Tiene dos grados de libertad, que es la flexión de 0 a 135° según la *American Academy of Orthopaedic Surgeons* [AAOS] y la extensión activa de 0° y la extensión pasiva de 0° a 10° según la AAOS (Contreras, 2019).

La rotación tiene lugar sobre el eje vertical de la misma y solo es posible si la rodilla se encuentra flexionada, a partir de los 20° de flexión, se produce una rotación activa que aumenta hasta los 60° y para obtener los rangos articulares completos, es necesaria una flexión pasiva de 90° produciendo así 40° de rotación externa y 30° de rotación interna (Bernabé, 2019).

*Tabla 1 Rangos articulares normales de la rodilla*

<b>Movimiento</b>	<b>Autor o asociación</b>	<b>Rango articular</b>	<b>Plano y eje</b>
<b>Flexión</b>	AAOS	0 – 135°	Eje transversal y plano sagital
<b>Extensión activa</b>	AAOS	0°	Eje transversal y plano sagital
<b>Extensión pasiva</b>	AAOS	0 – 10°	Eje transversal y plano sagital
<b>Rotación interna</b>	Bernabé	0 – 30°	Eje longitudinal y plano coronal
<b>Rotación externa</b>	Bernabé	0 – 40°	Eje longitudinal y plano coronal

*Elaboración propia con información de Contreras, (2019)*

**1.1.8. Músculos de la Rodilla.** Según Parenti, 2013 Contienen la capacidad de hacer los movimientos de flexión, extensión y rotaciones, brinda estabilidad y soporte además de proporcionar fuerza y potencia en la extensión con el musculo cuádriceps y en flexión los isquiotibiales, siendo estos los principales músculos de la articulación.

*Tabla 2 Músculos de la rodilla*

<b>Músculo</b>	<b>Origen</b>	<b>Inserción</b>	<b>Inervación</b>	<b>Acción</b>
<b>Cuádriceps:</b>	IV músculos			
<b>Recto anterior</b>	Espina iliaca anteroinferior e ilion justo por encima del acetábulo	Base de la rótula y mediante el tendón rotuliano de la tuberosidad de la tibia	Crural (L2, L3, L4)	Extensión de la rodilla, el recto anterior también flexiona cadera
<b>Vasto lateral</b>	Trocánter mayor y línea áspera del fémur	Base de la rótula y mediante el tendón rotuliano de la tuberosidad de la tibia	Crural (L2, L3, L4)	Extiende la articulación de la rodilla
<b>Vasto medial</b>	Línea intertrocantérea y línea áspera	Base de la rótula y mediante el tendón rotuliano de la tuberosidad de la tibia	Nervio femoral (L2, L3, L4)	Extiende la articulación rodilla
<b>Vasto intermedio</b>	Cara anterolateral de la diáfisis del fémur	Base de la rótula y mediante el tendón rotuliano de la tuberosidad de la tibia	Nervio femoral (L2, L3, L4)	Extiende la articulación de la rodilla
<b>Isquiotibiales:</b>	IV músculos			
<b>Semimembranoso</b>	Tuberosidad del isquion en la porción proximal	Cara postero interna de la meseta interna de la tibia	Nervio ciático, rama tibial (L4, S2)	Flexiona y rota internamente la rodilla y RI de cadera
<b>Semitendinoso</b>	Tuberosidad del isquion por medio de un tendón común del bíceps femoral.	Superficie interna del cuerpo de la tibia y fascia profunda de la pierna.	Ciático, rama tibial (L4, S2)	Flexión y rotación interna de rodilla, extensión de cadera
<b>Bíceps femoral,</b>	Labio externo	Cara lateral de la	Ciático, rama	Flexión y

<b>Músculo</b>	<b>Origen</b>	<b>Inserción</b>	<b>Inervación</b>	<b>Acción</b>
<b>cabeza corta</b>	de la línea áspera, 2/3 proximales de la línea supracondílea	cabeza del peroné, meseta externa de la tibia y fascia profunda externa de la pierna	peronea (L5, S1)	rotación externa de la rodilla.
<b>Bíceps femoral cabeza larga</b>	Porción distal del ligamento sacro tuberoso y parte posterior de la tuberosidad del isquion	Cara lateral de la cabeza del peroné, meseta externa de la tibia y fascia profunda externa de la pierna	Ciático, rama tibial L5, S1	Flexión y rotación externa de la rodilla.
<b>Recto interno o grácil</b>	Mitad inferior de la sínfisis púbica y reborde interno de la rama del pubis	Cara interna de la tibia, por la diáfisis de la tibia	Obturador (L2, L3)	Aducción de la cadera, flexión y rotación interna de rodilla
<b>Sartorio</b>	Espina iliaca anterosuperior y cresta iliaca anterior	Cara interna de la tibia, porción proximal	Crural L2, L3, L4	Flexión, abducción y rotación externa de cadera, flexiona y ayuda a la RI de rodilla
<b>Gastrocnemio cabeza lateral o gemelos</b>	Cóndilo femoral lateral, cara posterior del fémur y en la capsula articular de la rodilla	Calcáneo posterior, en la parte media	Tibial S1, S2	Flexión plantar del tobillo y flexión de la rodilla.
<b>Gastrocnemio cabeza medial o gemelos</b>	Cara superior y posterior del cóndilo femoral medial y capsula articular de la rodilla	Calcáneo posterior, en la parte media	Tibial S1, S2	Flexión plantar del tobillo y flexión de la rodilla.
<b>Poplíteo</b>	Porción anterior del surco del cóndilo externo del fémur y	Área triangular proximal a la línea del soleo, superficie posterior de la	Tibial L4, S1	Rotación interna de la tibia y flexión de rodilla.

<b>Músculo</b>	<b>Origen</b>	<b>Inserción</b>	<b>Inervación</b>	<b>Acción</b>
	ligamento poplíteo oblicuo de rodilla	tibia		
<b>Plantar</b>	Porción distal de la línea supracondílea externa del fémur y ligamento poplíteo oblicuo de la rodilla	Porción posterior del calcáneo	Tibial L4, S1	Flexión plantar

*Fuente: Elaboración propia con información del libro Kendall 6ta edición.*

Tabla 3 *Acción de los músculos de la rodilla*

<b>Flexión</b>	<b>Extensión</b>	<b>Rotación interna</b>	<b>Rotación externa</b>
Recto interno o grácil	Cuádriceps:	Semimembranoso	Bíceps femoral cabeza corta
Sartorio	Recto anterior	Semitendinoso	Bíceps femoral cabeza larga
Gastrocnemio medial y lateral	Vasto lateral	Recto interno o grácil	
Poplíteo	Vasto medial	Sartorio	El poplíteo con la inserción fija rota externa mente
Isquiotibiales:	Vasto intermedio	El poplíteo con el origen fijo produce la rotación interna	
Semimembranoso			
Semitendinoso			
Bíceps femoral cabeza corta			
Bíceps femoral cabeza larga			

*Fuente: Elaboración propia con información del libro Kendall 6ta edición*

### **1.1.9. Biomecánica de la rodilla.**

Kapandji en 2012, menciona que la rodilla posee un grado de libertad que permite la separación entre el cuerpo y el suelo, posee un segundo grado de libertad de forma accesoria que es la rotación encima del eje longitudinal de la pierna aunque solo se presenta en flexión.

Campillo en 2017 menciona que la articulación de rodilla está compuesta por un complejo de estructuras óseas que forman las articulaciones femorotibiales, femororrotuliana y forman dos brazos de palanca más largos del cuerpo humano, relajando los movimientos en distintos planos y ejes impulsados por los músculos y los ligamentos.

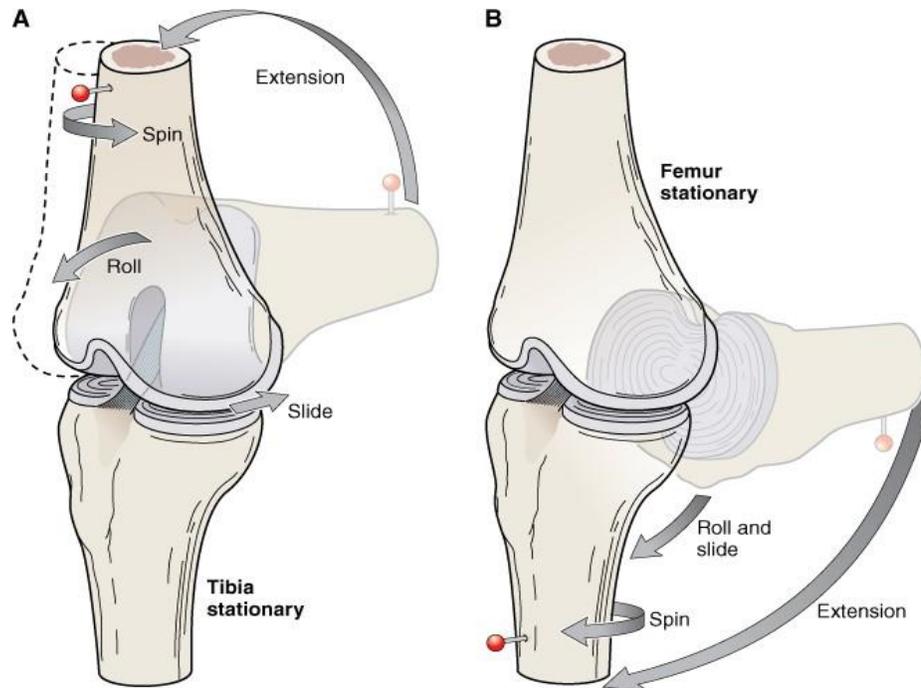
El movimiento de extensión es un movimiento en que se distancia la cara posterior de la pierna y aleja del muslo, no hay una extensión absoluta ya que en esta posición la extremidad inferior ya está en alargamiento máximo, se puede realizar de manera pasiva siendo esta  $5-9^\circ$  de movimiento que sería una hiperextensión, la flexión es el movimiento que acerca la cara posterior de la pierna al muslo en su cara posterior, si la cadera se encuentra flexionada, la flexión activa de rodilla puede llegar a  $140^\circ$  y no a  $120^\circ$ , gracias a la disminución en la efectividad de los isquiotibiales (Nordin, 2007).



*Figura 6: Flexo extensión de la rodilla  
(Kapandji, 2011)*

**1.1.9.1. Biomecánica de la articulación femorotibial.** La flexión y extensión da una amplitud de  $135^\circ$  de flexión,  $0^\circ$  de extensión pasiva y en una extensión activa puede llegar hasta los  $10^\circ$ , una flexión activa busca desbloquear una rodilla extendida, debe de rotar primero internamente, esta acción depende del músculo poplíteo que rotar externamente para iniciar la flexión del fémur sobre la tibia (Martínez, 2016).

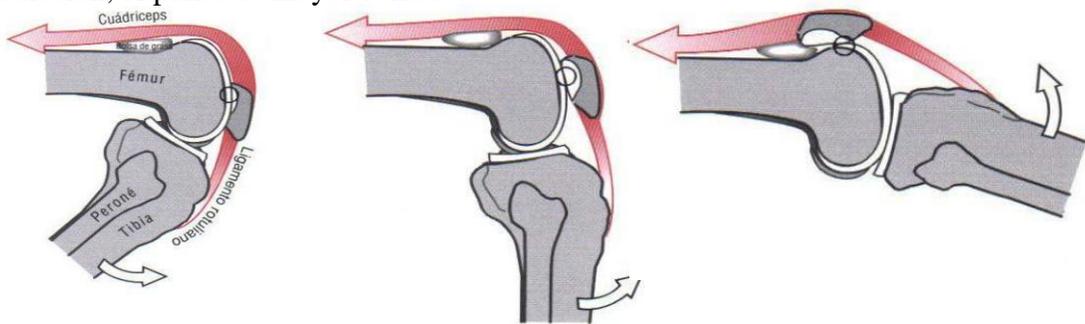
En una extensión activa de la rodilla, la superficie articular de la tibia rueda y se desliza en sentido anterior sobre los cóndilos femorales, los meniscos soportan tracción anterior, durante la extensión del fémur sobre la tibia produce que los cóndilos femorales rueden simultáneamente en sentido y el cuádriceps roda sobre los cóndilos femorales (Sumano, 2014).



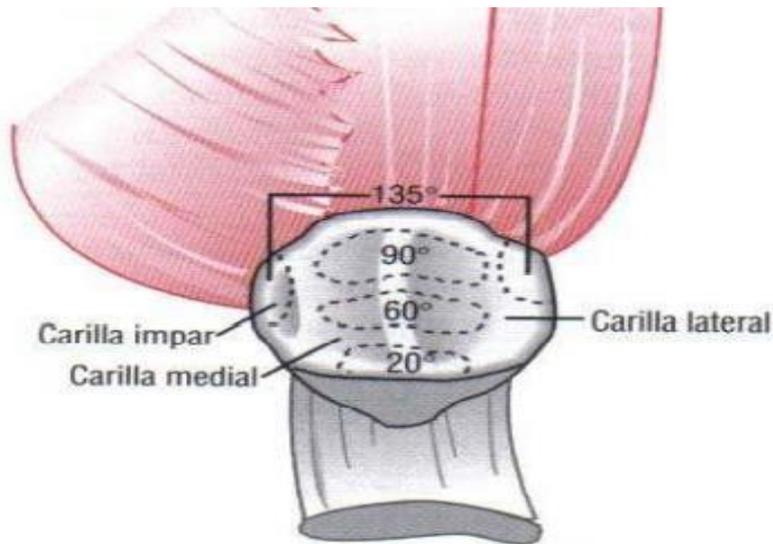
*Figura 7: Rotación de la rodilla  
Neumann, (2007)*

Rotación interna y externa se produce en un plano horizontal sobre un eje longitudinal de rotación, el movimiento aumenta cuando mayor sea la flexión de la rodilla, una flexión a 90° permite una rotación total de hasta unos 40° se produce por una rotación de la tibia sobre el fémur o fémur sobre tibia, implican una torsión entre los meniscos y las superficies articulares de la tibia y el fémur, los meniscos se deforman un poco cuando se comprimen entre los cóndilos femorales que giran, los meniscos se estabilizan mediante la activación del músculo poplíteo y semimembranoso (Neuman, 2007).

**1.1.9.2 Biomecánica de la articulación femorrotuliana.** La rótula entra en contacto con el fémur cerca de su polo superior, en esta posición flexionada, la rótula descansa por debajo del surco troclear, haciendo puente sobre la escotadura intercondílea del fémur, en esta posición el borde lateral de la carilla lateral y la carilla impar de la rótula comparten el contacto articular con el fémur, en una flexión de 90° la rótula migra, siendo esta posición en la articulación, el punto de mayor contacto.



*Figura 8: Movimiento de la articulación femorrotuliana  
Neumann (2007)*



*Figura 9: Deslizamiento de la rótula sobre el fémur  
Neuman, (2007)*

**1.1.10 Síndrome Femoropatelar.** El síndrome de dolor patelofemoral es una causa común de dolor anterior de la rodilla y afecta principalmente a mujeres jóvenes que no tienen cambios patológicos significativos en el cartílago articular (Petersen et al., 2014).

Definido como dolor rotuliano es una afección que produce dolor de la rodilla, descrita históricamente por Koenig, en 1924 aunque ya se había usado en Alemania desde 1917. Es una afección en la zona frontal de la rodilla, es más común en personas que practican deporte ya que biomecánicamente ejercen una mayor presión sobre la rodilla, por ejemplo, baloncesto, corredores, futbolistas (Domínguez et al., 2019).

Las características del síndrome es dolor en la parte interior de la rodilla, motivo por el cual se produce alteración en la forma de la rótula, haciendo una sobrecarga de fuerza sobre la misma. Debido al mismo desequilibrio muscular entre ambas suele crear una asimetría en el cuerpo por la cual esta suele aparecer de manera bilateral de manera gradual, se recomiendan evitar sobrecarga como deportes de alto impacto, ejercicios balísticos, subir o bajar gradas.

- Cuadro Clínico. Petersen en 2014, menciona que el paciente cursa con dolor en la cara anterior, posterior y circundante de la rótula o en la línea articular, normalmente es bilateral, existe crepitación retropatelar y compresión que se hace presente en la actividad física o al finalizar esta actividad, es ocasionada por sobrecarga o cambios de intensidad en el ejercicio que se agrava al bajar o subir escalones y pendientes, carrea en subida, sentadillas y conservar la posición sedente por periodos prolongados.

- Fisiopatología del síndrome femoropatelar. Los tejidos de las rodillas en su mayor parte se encuentran inervados estas son las zonas que producen dolor con la excepción del cartílago, cualquier estructura que contenga nervio puede ser fuente potencial de producción de estímulos nocivos cuando en esta hay un desequilibrio tisular o lesiones biomecánicas que originarían una pérdida de este equilibrio tisular. Moore en 2013 menciona que la articulación femoropatelar soporta cargas de compresivas y de tensión. Normalmente los tejidos tienden a

sobrepasar su capacidad biológica de absorción produciendo daños estructurales a los componentes anatómicos.

- Factores de Riesgo. Palmer et al, 2014 menciona que suele suceder en sexo femenino debido a la luxación anterior, fractura y otra lesión de la rodilla, biomecánicamente es anormal y se presenta como: exceso de pronación del pie, anteversión femoral, aumento de ángulo q, lateralización del tubérculo de la tibia, disfunción y mal alineamiento del vasto medial oblicuo y acostamiento del musculo cuádriceps.
- Clasificación del síndrome de dolor femoropatelar. Según Ortega et al 2010 el síndrome femoropatelar se le atribuyen dos causas principales las cuales son condromalacia y desalineamiento patelar, cada una con distintas causas.

**1.1.10.1 Condromalacia.** Deterioro del cartílago de la patela, por sobreuso de la articulación, aumentando el arco de movimiento para la flexión, aumentando el triple de peso, en personas obesas cada movimiento promueve el desgaste debido al aumento sobre la articulación, uno de los posibles factores disipador del síndrome femoropatelar es la sobrecarga de la articulación como lo es en el deporte de alta intensidad, la flexión y extensión de rodilla con valgo funcional por desbalance muscular e hiperlaxitud.

**1.1.10.2 Desalineamiento patelar.** Puede influir en la relación del vasto lateral y el vasto medial, inestabilidad de cadera y pie en eversión, se evidencia con una sentadilla unipolar o un alineamiento estático debido al aumento del ángulo q.

- Etología del síndrome femoropatelar. Queipo et al, 2016 menciona que existe una lesión anatómo-patológica que es posible diagnosticar por medio de artroscopia, el ablandamiento del cartílago articular de la rótula está asociado a compresiones excesivas y se clasifica de la siguiente manera:

- Grado 0: Normal
- Grado I: Reblandecimiento y edema del cartílago articular
- Grado II: Fragmentación y fisura en zonas de 1,25 cm o menos.
- Grado II: Zona afectada mayor de 1,25 cm.
- Grado IV: Erosión del cartílago que llega hasta el hueso.

**1.1.11 Diagnóstico.** Se debe basar en una anamnesis y exploración física, se debe de excluir inmediatamente otras causas de dolor anterior de rodilla como lo son la artrosis femorrotuliana, así como la inestabilidad femorrotuliana en la que sale positivo el signo de aprehensión.

**1.1.11.1 Exploración física.** Palomo en 2017, menciona que la exploración física debe ser global y sistemática, el primer paso será la observación valorar si el paciente es obeso, si existe atrofia del cuádriceps, suele presentar atrofia generalizada del cuádriceps y no específicamente del vasto medial oblicuo. La palpación nos ayudara a descartar bursitis, tendinitis y apofisitis. Puede realizarse multitud de test específicos en los que encontramos:

- Test de Zohlen; Indicará posible lesión a nivel condral
- Deslizamiento patelar lateral y medial: Es importante ya que un mal pronóstico en el síndrome está relacionada a una hiper movilidad rotuliana que se manifiesta en el deslizamiento moderado o severo de la rótula.
- Test de aprehensión: Ejerciendo una presión medial en sentido lateral, con cuádriceps relajado y rodilla en 30° aparece el gesto de dolor en el paciente y posee una sensibilidad del 39% en el diagnóstico del síndrome femoropatelar.
- Medición del ángulo Q

**1.1.11.2 Estudios radiológicos.** Fundamental en el diagnóstico del síndrome, fundamental si existen antecedentes de traumatismo, moderada inestabilidad, existe poca relación entre estudios hallazgos clínicos y radiológicos pero diversos parámetros radiológicos han estado relacionados directamente con el síndrome femoropatelar.

- Radiología convencional. Valora altura de rotula detecta displasia de rodilla o tróclea.
- Tomografía axial computarizada de región femorrotuliana se busca una báscula normal o mayor a 15°, sin presencia de subluxación, si existiera subluxación sería característico de la inestabilidad rotuliana.
- Ecografía. Evidencia el grosor y la presencia de neovascularizaciones en el retináculo lateral.

## **1.2 Antecedentes específicos**

Según Gonzales y Rivas (2018), la actividad física es definida como aquel movimiento corporal que se produce por la acción de los músculos y que posee un gasto energético, a diferencia del ejercicio que es una actividad física que es estructurada y repetitiva, para mejorar uno o más componentes actitudinales físicos o fitness, definido como todos aquellos atributos relacionados con la salud como lo es la capacidad cardiorrespiratoria, fuerza muscular y corporal o relacionada con las habilidades como agilidad, equilibrio, coordinación o potencia. Guzmán en 2020 menciona que la actividad física terapéutica esta implementada en tres etapas, elaboración, implementación y evaluación.

**1.2.1 Contracción muscular.** La contracción muscular es un proceso fisiológico del musculo controlado por sistema nervioso, el movimiento corporal ocurre gracias al sistema musculo esquelético, al contraerse hace un movimiento articular que puede ser mediante los

tendones, se le conoce como mecanismo de deslizamiento de filamentos, por lo que el acortamiento de la fibra, así como la tensión muscular se manifiestan con los músculos agonistas y antagonistas.

La estimulación la proporciona las neuronas motoras alfa cuando se encuentran en el asta anterior de la medula, reciben información de la corteza cerebral, cerebelo y núcleos basales, reticulares, la información periférica viene del huso neuromuscular y órgano tendinoso de Golgi, la información llega a través de sinapsis.

Según Guyton (2016) la secuencia de la contracción del músculo esqueléticos es la siguiente:

- a) Potencial de acción en la neurona motora alfa viaja a lo largo de la fibra hasta las terminales sobre las fibras musculares
- b) Ingresa el potencial de acción en la terminal presináptica y libera una pequeña cantidad de sustancia neurotransmisora que es la acetilcolina
- c) La acetilcolina se une con los receptores nicotínicos en la membrana celular muscular, actúa para abrir canales a través de moléculas proteicas que se encuentran flotando en la membrana
- d) Se abren los canales activados por la acetilcolina que permite que grandes cantidades de iones de sodio se introduzcan dentro de la membrana, iniciando el potencial de acción de la membrana
- e) A través de la membrana viaja el potencial de acción
- f) Ocurre una despolarización de la membrana y fluye a través del centro de la fibra y se liberan cantidades grandes de calcio mediante el retículo sarcoplasmático
- g) Los iones de calcio inician la fuerza de atracción entre la actina y miosina deslizándose de forma longitudinal y se inicia el proceso contráctil

h) Los iones de calcio son bombeados al retículo sarcoplasmático de regreso por la bomba de calcio de la membrana

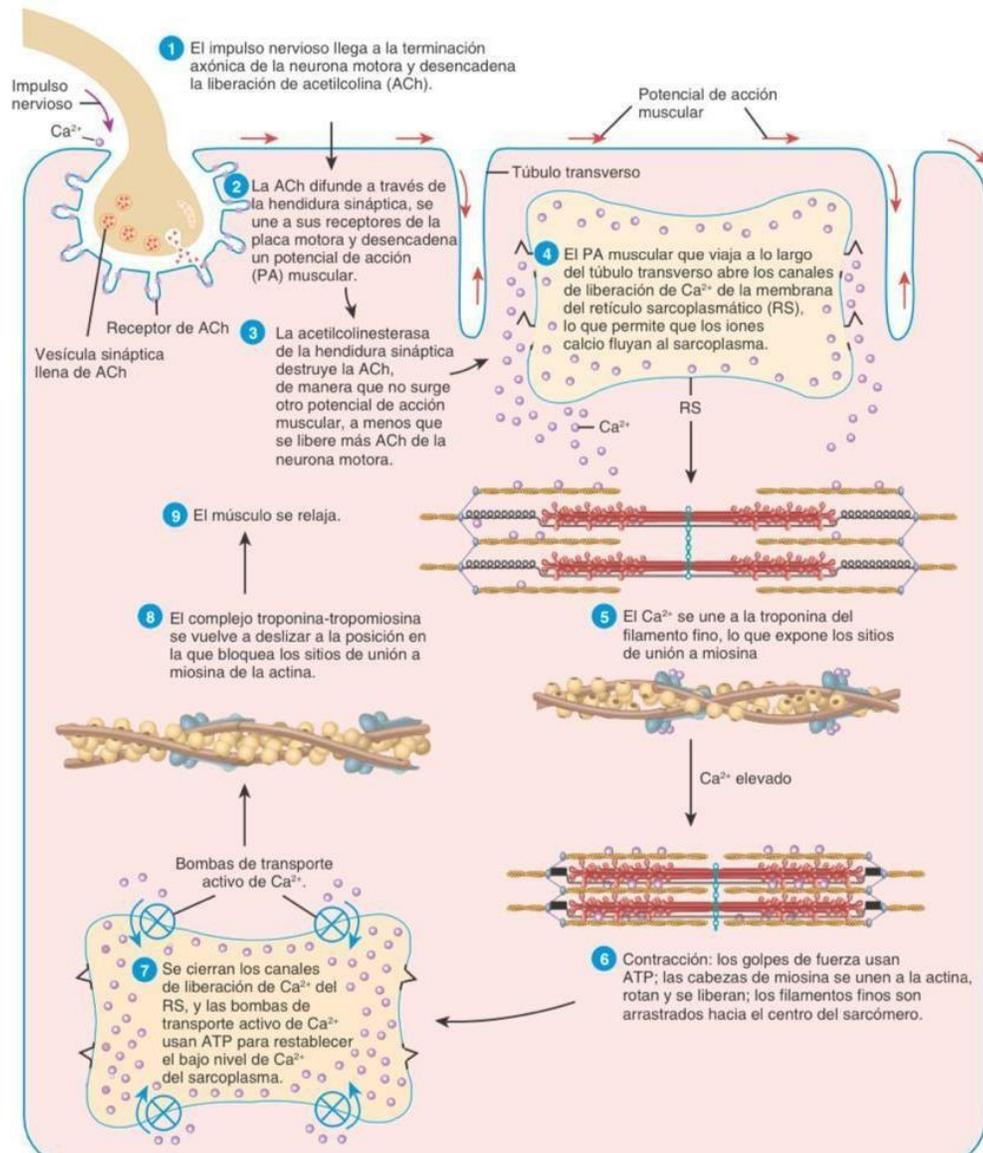


Figura 10 Pasos de la contracción muscular (Tortora, 2018)

**1.2.2 Tipos de contracción.** Como menciona Silverthorn (2015), el músculo cuando se contrae transmite fuerza de tensión a los tendones provocando distintos tipos de trabajo existe

un trabajo que responde al gesto deportivo que permite, por medio de engrosamiento impulsar el peso del cuerpo o pesos externos y también superar una resistencia también interviene una fase de amortiguamiento o frenado que nos sirve en los saltos o ejecución de gestos en acción, que es caracterizado por el elongamiento del musculo. Existen varios tipos de contracción, entre ellas isométricas, isocinéticas e isotónicas.

**1.2.2.1 Contracción isométrica.** Denominadas también estáticas se refiere a una contracción en la cual el musculo desarrolla tensión sin cambiar su longitud, las miofibrillas se acortan y producen tensión, haciendo así que no se aproxime el origen de la inserción del musculo, se produce mientras la fuerza y la longitud son constantes entre sí, los filamentos de actina se mantienen en la misma posición.

**1.2.2.2 Contracciones isocinéticas.** Cuando el trabajo realizado es dinámico, el movimiento de la articulación se mantiene constante y la velocidad de acostamiento o estiramiento se mantiene, mejorando la fuerza y resistencia muscular, así como aumentando la elasticidad de los tejidos contráctiles y no contráctiles.

**1.2.2.3 Contracciones Isotónicas.** En este tipo de contracciones predomina el trabajo dinámico, se mantiene una fuerza constante y las fibras musculares modifican su longitud al contraerse, existe un movimiento articular, y la tensión es constante en el recorrido de la amplitud del movimiento de la articulación.

**1.2.2.4 Contracciones Concéntricas.** Aquella en la cual la longitud de los músculos se acortan, son posibles cuando la resistencia es la fuerza de gravedad con pesos libres máquinas y que estén por debajo de la fuerza potencial del atleta, los músculos sobrepasan la resistencia del segmento del cuerpo, se acorta y provoca movimiento articular acercando origen de inserción, disminuyendo así la tensión muscular y mejora la fuerza y la potencia muscular,

siempre controlando la velocidad debido a que a mayor velocidad menor fuerza, útiles en atletas en programas deportivos.

La mayoría de programas posee una combinación de excéntricos y concéntricos, aunque en una contracción concéntrica máxima se produce menos fuerza que en una excéntrica máxima, debe ser individualizada, la velocidad es un factor importante ya que, según la velocidad del ejercicio concéntrico o excéntrico afectara directamente la capacidad neuromuscular para generar fuerza, en velocidad lenta la contracción excéntrica máxima generara más fuerza que una contracción concéntrica máxima (Kisner, 2005).

**1.2.2.5 Contracciones excéntricas.** Es aquella en donde los músculos no desarrollan la tensión suficiente y es vencido por la carga externa y se alarga el origen de la inserción, indicado en lesiones traumatológicas, síndrome femoropatelar, tendinopatía de rodilla y programas preventivos de lesión.

**1.2.2.6 Ejercicio Excéntrico.** Según Buhle 2008, La carga de los ejercicios excéntricos son superiores a 1 repetición máxima, ya que la contracción excéntrica genera más fuerza que la contracción concéntrica, la fuerza realizada durante la contracción puede ser hasta más de un 30% superior a la fuerza isocinética.

La carga y el volumen de este entrenamiento debe ser progresiva, según el paciente, independiente y debe ir acorde a la función del dolor y la experiencia del paciente lesionado. El dolor percibido por el deportista debe ser similar al experimentado en la actividad funcional que el deportista presentara limitada.

Serpa en 2012, menciona que uno de los principales músculos vitales dentro del ejercicio excéntrico en rodilla es el cuádriceps ya que su fortalecimiento aumenta la fuerza de reacción patelofemoral, en cadena cinética abierta y con ejercicios propioceptivos se puede

potencializar el cuádriceps y que exista una coactivación de los músculos isquiotibiales para prevención de futuras lesiones.

Las concentraciones excéntricas consumen menos oxígeno que las contracciones concéntricas con cargas similares, mejora resistencia o capacidad aeróbica, tomando en cuenta la especificidad del entrenamiento, el ejercicio excéntrico aumenta la fuerza excéntrica y no la concéntrica o la isométrica.

Askling en 2013 menciona que no existe protocolos de tratamiento para el síndrome femoropatelar, pero hay evidencia de que el fortalecimiento con ejercicios excéntricos ayudará a la fuerza muscular, las contracciones excéntricas son útiles ya que en el deporte permite reclutar selectivamente unidades motoras rápidas lo que conlleva al rendimiento eficaz dentro de la rehabilitación deportiva, existe la posibilidad de cambiar el ángulo óptimo de los músculos flexores de rodilla hacia una mayor longitud con este tipo de entrenamiento.

Serpa en 2012 menciona que los efectos del entrenamiento concéntrico, mejoran la eficacia del metabolismo, así como la resistencia a la fatiga por el reclutamiento de fibras y a la ventaja ante el consumo de oxígeno, genera mayor tensión que las contracciones concéntricas e isométricas.

*1.2.2.6.1 Indicaciones.* El ejercicio terapéutico es indicado para alteraciones del sistema nervioso alteraciones cardiorrespiratorias, obesidad, es importante mencionar que se debe realizar una anamnesis para el conocimiento problemas de salud como hipertensión y así poder cuantificar la cantidad del ejercicio, se debe indicar al paciente que no contenga la respiración durante el ejercicio excéntrico, y que es importante resaltar la importancia de que exhale durante el esfuerzo máximo.

Arboleda en 2014, menciona que deben realizarse de manera progresiva y dosificada dependiendo de los signos y síntomas que presenta el paciente desde la primera sesión, el

fisioterapeuta debe llevar control y debe inspeccionar las actividades del deportista para asegurar que no realice alguna actividad que perjudique el tratamiento y el seguimiento del mismo que le pudiera ocasionar una lesión.

Actualmente Tous 2010 menciona que los entrenamientos excéntricos han sido incorporados en la mayoría de tratamientos de entrenamiento.

*1.2.2.6.2 Contraindicaciones.* Durante la actividad física Sanchis 2012, menciona que para evitar cualquier tipo de lesión que pueda afectar el desempeño del deportista se debe tomar ciertas contraindicaciones debido al daño estructural en las células musculares. Las enfermedades cardíacas crónicas tienen contraindicada la actividad física vigorosa, no es la excepción trabajo riguroso excéntrico ya que pueden causar lesiones en las placas coronarias, llevando a una oclusión de arterias, alguna de estas enfermedades son pericarditis, miocarditis, endocarditis, hipertensión.

Altas cargas de ejercicio excéntrico podrían provocar dolor muscular de acción retardada, lesiones en la unión miotendinosa, así como desbalances y aumento de interleuquina, y creatina quinasa en los procesos del daño tisular.

Hernández en 2011 menciona que en enfermedades pulmonares obstructivas no hay contraindicación absoluta sin embargo si existe alguna complicación se debe detener de forma inmediata, en enfermedades óseas o de inflamación articular, el ejercicio está contraindicado, así como en alteración de la sensibilidad ya que el dolor es mayor por el impacto, pero se puede incluir actividades de bajo impacto o en contra de la gravedad.

*1.2.2.6.3 Precauciones.* Existe un riesgo excesivo de tensión sobre el sistema cardiovascular, en donde exista aumento de la frecuencia cardíaca y la tensión arterial media, debido al ejercicio excéntrico en máximo esfuerzo, las técnicas de respiración durante los ejercicios son esenciales, se debe tener precaución con las personas ancianas. En las fases de

curación después de una lesión muscular, no deben utilizarse cargas máximas durante la fase excéntrica del ejercicio. Las pesas ligeras nivel submáximo de ejercicio concéntrico, no tensionan los músculos durante la fase excéntrica, El ejercicio excéntrico con mialgia, Los ejercicios isocinéticos de gran velocidad realizados excéntricamente tal vez no causen tantos daños en los tejidos blandos como el ejercicio excéntrico de poca velocidad (Kisner, 2005).

1.2.2.6.4 *Dosificación.* Robalino y Velástegui 2011, mencionan que los ejercicios excéntricos deben de mover las articulaciones para vencer alguna resistencia, realizando un movimiento, al mismo tiempo que sostiene un peso ligero o una resistencia, utilizando pesas o ligas. Se pueden implementar 3 series de 15 repeticiones con descansos de 5 segundos entre serie, estos ejercicios se pueden implementar a, mediano plazo, con un tiempo estipulado de 15 días después de haber iniciado la rehabilitación.

1.2.2.6.5 *Modalidad.* La capacidad para desarrollar componentes específicos de la aptitud física, va de la mano del principio de especificidad. Baldi en 2015 menciona en su estudio que la modalidad del ejercicio excéntrico debe ser primero progresiva y debe de realizarse en maquina o en cicloergómetro cuando se habla de la contracción excéntrica del cuádriceps.

1.2.2.6.6 *Intensidad.* Grado de esfuerzo que se exige y se percibe en un ejercicio, este mismo determina cambios fisiológicos en el organismo durante los ejercicios. Cáceres R, et al en 2012 menciona que se utiliza 80% de 1RM en las primeras series y en las series finales 100% de 1Rm.

1.2.2.6.7 *Duración.* Relacionado con la intensidad, son inversamente proporcional, entre más intensidad menos duración. Cáceres et al en 2012 menciona también en su estudio que debe ser el volumen total del ejercicio diario, el tiempo empleado es de 1 hora.

1.2.2.6.8 *Volumen*. Definido como cantidad del ejercicio efectuado con relación al número de series, Montes en 2014 menciona que al 80% de intensidad se usaría un volumen de 3 series a 6 repeticiones, y al 100% de intensidad 4 series de 4 repeticiones

## **Capítulo II**

### **Planteamiento del Problema**

Para el tratamiento y la patología en esta investigación se describen los aspectos anatómicos, fisiológicos, epidemiológicos y diagnóstico para tener una referencia del Síndrome femoropatelar y la aplicación de los ejercicios isotónicos como método rehabilitador con los pacientes deportistas que es el grupo más vulnerable de la patología.

#### **2.1 Planteamiento del Problema**

Murillo (2018) menciona que el síndrome femoropatelar se puede entender como dolor en la parte peripatelar y retropatelar de la rótula, es bastante común en las mujeres adultas y jóvenes.

El síndrome femoropatelar es más común en deportistas y en general se trata de cargas repetitivas en extremidades inferiores, es señalada como la lesión con mayor ocurrencia en deportistas jóvenes femeninas con una evidencia de mayor predisposición de 2 a 6 veces superior de los deportistas hombres (Gonzales et al,2017).

El dolor femoropatelar es más frecuente en mujeres 19.6% que en hombres 7.4% siendo las mujeres atletas las que tienen mayor riesgo que los hombres de lesiones de rodilla con niveles similares de competición (Osorio et al, 2007).

Palomo et al (2017) sugieren que el dolor femoropatelar sería provocado por problemas por la tensión o compresión de los tejidos blandos que es provocado por una retracción del recto anterior del muslo impidiendo el movimiento hacia abajo de la rótula, un grupo muscular como los isquiotibiales y tríceps sural acortados pueden limitar la dorsiflexión tibiotarsiana y provocar pronación e incrementar la flexión de rodilla aumentando la compresión de la rótula contra el fémur (Green, 2005).

La etiología no se comprende correctamente y se considera multifactorial, actualmente se le acredita a la mala alineación femorrotuliana y la patomecánica, así como los mecanismos de sobrecarga, desequilibrio en fuerza y contracción muscular dando resultado el síndrome de dolor femoropatelar (Hott et al, 2015).

Una vez establecido el diagnóstico del síndrome femoropatelar se elige un tratamiento en algunos casos la desviación de la rótula es muy severa y se tiene que utilizar cirugía, que podrían presentar complicaciones como trombosis venosa, limitación de extensión o alguna reoperación.

Si la rótula solo se desplaza por un desequilibrio de tendones y músculos el tratamiento puede ser conservador en donde el fisioterapeuta intentaría normalizar el desequilibrio muscular, para esto se propone la ejecución de un entrenamiento isotónico.

Por lo cual en la investigación se formula la siguiente pregunta: ¿Cuáles son beneficios terapéuticos del entrenamiento isotónico como tratamiento rehabilitador del síndrome femoropatelar en atletas femeninas de 20 a 35 años de edad?

## **2.2. Justificación**

El síndrome femoropatelar posee una prevalencia anual de 23% en población general, esta patología aparece más frecuentemente en mujeres siendo la incidencia y prevalencia entre 2 y 3 veces mayor que en hombres, anualmente la incidencia de dolor femoropatelar fue de 33/1000 mujeres y 15/1000 hombres (Escobar et al, 2018).

Las variables anatómicas y biomecánicas del síndrome femoropatelar inclinan a la mujer a sufrir síndrome femoropatelar, ya que tienen un menor espesor del cartílago articular, menos fuerza en la abducción y rotación externa de cadera a comparación a los hombres, así como un pico de estrés mayor durante el balanceo en la marcha y al subir y bajar escaleras. (Senin, 2016).

Los músculos del cuádriceps, el vasto medial y lateral oblicuo son de vital importancia para la estabilidad de rótula, la atrofia del vasto medial provoca el desplazamiento lateral de la rótula causando dolor, se plantea que el ligamento patelofemoral medial limita entre un 50% a un 60 % el desplazamiento lateral de la rótula cuando la articulación está en 0° y 30° de flexión (Álvarez et al, 2011).

Varios autores han citado tanto factores extrínsecos como intrínsecos, entre estos incluyen ejercicio excesivo, sobre-entrenamiento, errores de entrenamiento, mala alineación de las extremidades inferiores, longitud de la pierna y laxitud articular.

Para el diagnóstico correcto del síndrome es importante el apoyo de exámenes complementarios, determinar la congruencia articular, el ángulo Q, la altura rotuliana, así como también imágenes diagnosticas (Green, 2005).

Para el manejo del dolor y funcionabilidad del síndrome femoropatelar se han demostrado varios abordajes como es el vendaje de McConnell y de Spider de rodilla como lo menciona Osorio et al (2013) que significativamente mejora el deslizamiento medial de la rótula, aumentando la fuerza, pero sin una mejora significativa del dolor. Wu et al (2009) menciona que la marcha con zancada enérgica mejoro en un 72.5% de los pacientes el estado funcional, pero sin cambios en el dolor. Entre los tratamientos costosos se encuentra las cirugías que presentarían un problema económico, el tratamiento rehabilitador con ejercicios isotónicos se centrara en el síndrome femoropatelar de una manera menos invasiva y de menor costo.

## **2.3 Objetivos**

### **2.3.1 Objetivo General**

Describir por medio de diversas fuentes bibliográficas los beneficios terapéuticos del entrenamiento isotónico como tratamiento rehabilitador del síndrome femoropatelar en las atletas femeninas de 20-35 años de edad.

### **2.3.2 Objetivos Específicos.**

- Identificar por medio una revisión bibliográfica el mecanismo de lesión del síndrome femoropatelar en las atletas femeninas de 20-35 años para correlacionar la carga articular con el cuadro clínico de la patología.
- Enunciar mediante la revisión de variadas fuentes bibliográficas la dosificación del ejercicio isotónico en atletas femeninas de 20-35 años para el tratamiento del Síndrome femoropatelar, con el fin de reconocer su correcta aplicación.
- Reconocer efectos fisiológicos del entrenamiento isotónico en atletas femeninas de 20-35 años de edad con síndrome femoropatelar para mejorarla funcionabilidad de la rodilla en base a la revisión de múltiples artículos científico

## **Capítulo III**

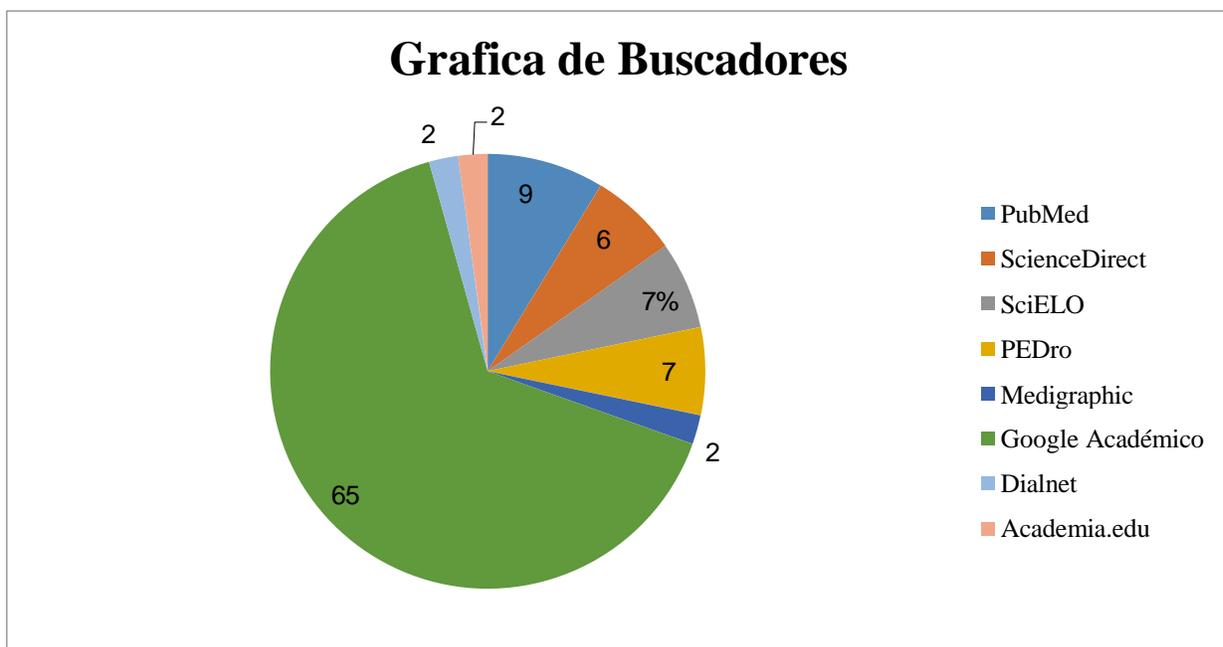
### **Marco Metodológico**

En este capítulo se conoce el enfoque, método de investigación, enlistando los buscadores que fueron empleados para recolectar información de la investigación y así proceder a la revisión bibliográfica de artículos, tesis de pregrado, libros que brinden información sobre el síndrome femoropatelar y todos los factores que desencadenen la enfermedad, para luego dar resolución al problema de investigación. Asimismo, Se presentan criterios de inclusión y exclusión para determinar la búsqueda de información y así poder alcanzar los objetivos.

#### **3.1 Materiales**

Para la siguiente investigación se tomaron en cuenta artículos científicos de las siguientes bases de datos: PEDro, Elsevier, Ebsco, PubMed. Se incluyen tesis de pregrado de diferentes universidades de Latinoamérica, y páginas web oficiales. Estas fuentes proporcionan información acerca del síndrome femoropatelar y el uso de ejercicios isotónicos como método rehabilitador.

Así mismo se incluyeron libros de autores conocidos por el campo de la medicina y fisioterapia, que incluían definiciones del síndrome femoropatelar, así como fisiopatología y descripción de cómo realizar los ejercicios isotónicos



*Figura 11. Gráfica de bases de datos utilizados.  
Fuente: Elaboración Propia*

Tabla 4. Fuentes utilizadas

Fuentes	Cantidad
<b>Artículos científicos</b>	28
<b>Libros electrónicos</b>	8
<b>Tesis de pregrado, doctorado y maestría</b>	3
<b>Páginas Web</b>	7
<b>Total</b>	46

*Fuente: Elaboración propia.*

El investigador realizó la recopilación de datos mediante la búsqueda de las siguientes palabras: Síndrome Femoropatelar, abordaje fisioterapéutico en síndrome femoropatelar, ejercicios isotónicos, fisiopatología síndrome femoropatelar.

## 3.2 Métodos

Sabino en 2014, menciona que es el conjunto de procedimientos que se utilizan para obtener conocimientos científicos de una manera lógica y secuencial que orienta a la investigación científica.

**3.2.1 Enfoque de investigación.** Esta investigación tiene un enfoque cualitativo. Es aquel que se investiga el modo en que se le asigna significado a las cosas, recolección de datos sin medición numérica y estas perfeccionan las preguntas de investigación, tiene un proceso inductivo, responde a preguntas en un proceso interpretativo tomando datos sin centrarse en la medición (Fernández y Batista, 2014).

La investigación es cualitativa debido a que las variables fueron obtenidas de fuentes primarias recolectando información, para comprender y analizar la relación entre la variable independiente que es el ejercicio isotónico y la variable dependiente siendo síndrome femoropatelar.

**3.2.2 Tipo de estudio.** El trabajo cumple con un tipo de estudio descriptivo. El estudio descriptivo se refiere a la interpretación concreta de la naturaleza o sociedad actual, trabaja con realidades del fenómeno y objeto de estudio (Hernández, 2014).

La investigación es de estudio descriptivo porque menciona de forma específica la anatomía, fisiopatología y síntomas que pueden presentar en la población, mujeres de 20 a 35 años, describiendo los principales factores de riesgo que desencadenan la patología, y describe la modalidad con el fin de detallar los beneficios y características terapéuticas del ejercicio isotónico sobre el síndrome femoropatelar.

**3.2.3 Método de estudio.** El método teórico analítico es utilizado en esta investigación. Se define como un estudio que asocia factores de uno o varios elementos y una o varias enfermedades para controlar los factores de riesgo, su enfoque será analizar y comparar factores y avances de la técnica (Hernández, 2014).

**3.2.4 Diseño de investigación.** El diseño corresponde a la investigación es no experimental de corte transversal. La investigación no experimental se fundamenta en estudios donde no se genera ninguna situación, es decir, se observan situaciones ya existentes (Hernández, 2014).

La investigación es no experimental ya que las fuentes obtenidas ya existían, la información fue solamente analizada y sintetizada sin generar trabajo de campo o algo nuevo.

El corte transversal es la recolección de datos en un momento y tiempo, describe las variables y analiza la incidencia en un momento dado.

Este trabajo tiene un corte transversal ya que la información tiene fecha de inicio y de fin siendo esta de enero a mayo de 2022. La revisión bibliográfica consiste en ambas variables de la investigación.

**3.2.5 Criterios de selección.** Para la realización de esta investigación se toman en cuenta criterios de selección, los cuales se presentan a continuación:

**Tabla 5.** Criterios de selección

<b>Criterios de Inclusión</b>	<b>Criterios de exclusión</b>
Información extraída de fuentes científicas: libros, artículos, tesis	Artículos que no mencionen el síndrome femoropatelar
Artículos publicados entre 2012 y 2022	Artículos que no provengan de una fuente científica u oficial
Artículos en español e inglés y portugués	documentos que no muestren un enfoque en la aplicación de ejercicio isotónico en pacientes con síndrome femoropatelar
Artículos médicos y fisioterapéuticos que incluyan a pacientes femeninas con la enfermedad de Síndrome Femoropatelar	Libros que no estén en español o inglés
Artículos que incluyan el abordaje de ejercicio isotónico en pacientes con síndrome femoropatelar	Artículos que superen los 10 años de antigüedad.
Artículos y libros que no hablen sobre el síndrome femoropatelar	Artículos que no hablen sobre la fisiopatología, cuadro clínico, tratamiento, dosificación del síndrome femoropatelar
Estudios sobre el síndrome femoropatelar que involucren profesionales o próximos profesionales de medicina, fisioterapia, enfermería y cualquier carrera de la salud	Estudios que aporten opiniones, literatura gris (exceptuando tesis de pregrado y doctorales)
Estudios cualitativos y cuantitativos del síndrome femoropatelar	Artículos que no hablen sobre el síndrome femoropatelar
Artículos que presenten propuestas, ejemplos y modelos teóricos y prácticos sobre la rehabilitación del síndrome femoropatelar	Artículos que hablen de agentes físicos para la rehabilitación del síndrome femoropatelar

---

Tesis de pregrado, posgrado	Artículos que hablen sobre procedimientos invasivos para el tratamiento del síndrome femoropatelar
-----------------------------	--

---

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.3 Variables

Una variable es una propiedad que puede cambiar y puede ser medida y observada (Hernández, 2014)

**3.3.1 Variable independiente.** Es la que refleja los resultados según el estudio de investigación, el efecto provocado por dicha causa (Sampieri, 2006). En este estudio la variable dependiente es el fortalecimiento isotónico que consiste en la contracción y un movimiento articular en la ejecución.

**3.3.2 Variable dependiente.** Es la que se considera como supuesta causa de la relación entre variables. Es la condición antecedente (Sampieri, 2006). En este caso el síndrome femoropatelar definido como dolor retro o peripatelar que se ve aumentado con la flexión de rodilla por largos periodos de tiempo (Queipo y Cols, 2013).

### 3.3.3 Operacionalización de variable

Tabla 6. Operacionalización de las variables

<b>Tipo</b>	<b>Nombre</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Fuentes</b>
<b>Independiente</b>	Ejercicios Isotónicos	Cuando un musculo se acorta o se alarga frente a una carga constante al levantar peso, obliga a un musculo a realizar un movimiento soportando un peso estático constante.	Una de las patologías de rodilla más frecuentes en mujeres atletas por diversos factores biomecánicos, genéticos, mediante el ejercicio isotónico como tratamiento fisioterapéutico se fortalece toda la musculatura débil o biomecánicamente alterada, para mejorar fuerza, estabilidad y dolor.	(Kisner, 2005)
<b>Dependiente</b>	Síndrome Femoropatelar	Dolor en la parte peripatelar o retropatelar de la rodilla, dolor a la palpación de las carillas articulares, es el resultado de una anormal tracción de la rótula que provoca compresión excesiva en la cara lateral de la rótula.	El ejercicio isotónico como tratamiento fisioterapéutico ha demostrado que tiene beneficios sobre el síndrome femoropatelar, ya que demuestra reducción de dolor general en la rodilla, mejora de dolor al estar de cuclillas o subir y bajar escaleras, así como aumento de fuerza de rodilla y cadera.	(López, 2014)

*Fuente: Elaboración propia*

## Capítulo IV

### Resultados

En este capítulo final se revisa la información con base a revisión bibliográfica y respaldo científico que sustente y responda objetivos generales y específicos, así como pregunta de investigación. Se responderá cada objetivo en primera instancia, con enfoque a las variables, síndrome femoropatelar y ejercicio isotónico.

#### 4.1 Tabla de resultados

Tabla 7. Resultados

Objetivo	Datos	Metodología	Metodología fisioterapéutica	Resultado
<b>Mecanismo de lesión del síndrome femoropatelar en atletas femeninas de 20-35 años para correlacionar la carga articular con el cuadro clínico de la patología</b>	Bolglá et al 2018  Declaración de posición de la Asociación Nacional de Entrenadores de Atletismo: Manejo de personas con dolor patelofemoral	Estudio sistemático  El objetivo del estudio es brindar a entrenadores por medio de evidencia científica recomendaciones para identificar los factores de riesgo del síndrome femoropatelar, utilizando escala analógica visual	La Asociación Nacional de Entrenadores de Atletismo (NATA) sugiere pautas que identifican los factores de riesgo del síndrome femoropatelar, basado en criterios de taxonomía de	Durante el entreno los factores de riesgo y mecanismos de lesión son: a) Abducción de cadera y rotación interna durante la carrera o el aterrizaje de un salto  b) Aumento de

	(EVA) y escala funcional de las extremidades inferiores, así como escala de dolor anterior de la rodilla.	Fuerza de recomendación (SOR)	impulsos y momentos de abducción de rodilla durante la carrera  c)Aterrizajes de caída y activación temprana del vasto interno oblicuo con relación al vasto externo
Herbst, et al 2015  La fuerza de cadera es mayor en los atletas que posteriormente desarrollan dolor patelofemoral	Estudio de epidemiología descriptiva  329 atletas adolescentes jugadoras de baloncesto de Kentucky, donde solamente 255 presentaban síndrome femoropatelar	Se evaluó la fuerza isocinética de rodilla en flexión-extensión y abducción de cadera en las atletas jugadoras de baloncesto, se realizó un análisis de varianza de 1 vía para determinar diferencias de grupos con o sin síndrome femoropatelar	Los atletas que posteriormente desarrollaron síndrome femoropatelar demostraron una mayor fuerza normalizada de abducción de cadera, en ninguno de los dos grupos se evidenció cambio en fuerza de cadera, extensión y flexión de rodilla
Trojan et al. 2019  Patrones epidemiológicos de lesiones patelofemoral es en atletas universitarios en los Estados Unidos de 2009 a 2014	Estudio sistemático  Se analizaron 602 lesiones femorrotuliana en hombres y mujeres atletas información recolectada desde el 2009-2010 a 2013-2014	Se describió tasas y mecanismos de acción, así como gravedad y diferencias potenciales basadas en el sexo de las lesiones patelofemorales en atletas universitarias en 25 deportes	El vóley femenino fue el que tuvo mayor incidencia de todos los deportes en lesión femorrotuliana, en el síndrome femoropatelar el mecanismo de lesión fue

de la Asociación Nacional de Atletismo Colegiado (NCAA), se utilizaron proporciones de lesiones para cuantificar la diferencia entre los deportes de sexo comparable y el momento de darse la lesión

Bogla et al, en 2018 menciona que los factores de riesgo son la abducción de cadera así como la rotación interna, por otro lado, Herbst et al, en 2015 menciona que demuestran una mayor fuerza de abducción, mientras tanto Trojan et al menciona que existe un sobreuso de la articulación. Recolectando estos datos, mis resultados demuestran que el factor de riesgo predominante es el de la fuerza sobre el abductor de cadera ya que realiza una modificación biomecánica sobre la carga de rodilla.

Objetivo	Datos	Metodología	Metodología fisioterapéutica	Resultados
<b>Dosificación del ejercicio isotónico en atletas femeninas de 20-35 años para tratamiento del síndrome femoropatelar, con el fin de reconocer su correcta</b>	Fortalecimiento de los músculos de la cadera y el núcleo versus la rodilla para el tratamiento del dolor patelofemoral: un ensayo controlado aleatorio	Ensayo clínico controlado aleatorizado <sup>721</sup> pacientes con síndrome femoropatelar, 199 cumplieron los criterios, 66 hombres y 133 mujeres con una media de edades de 29 años, asignados al azar a un protocolo de	Para la progresión de rehabilitación el protocolo se basa en visitas 3 veces por semana durante 6 semanas, con resistencia por medio de theraband la resistencia se	Los estudios demuestran que una intervención con protocolo HIP y KNEE 3 series por 10 repeticiones con carga progresiva, informa un tiempo anterior de

<b>aplicación</b>	metacéntrico.	KNEE o HIP de 6 semanas	daba en función de completar 10 repeticiones del ejercicio, en protocolo HIP se realiza fortalecimiento sin carga de cadera, y KNEE realizaron fortalecimiento sin soporte del peso luego a progresión con soporte de peso	rehabilitación basado en puntajes de EVA a las 3 semanas, el protocolo KNEE mostro tiempo de rehabilitación a las 4 semanas, ambos tuvieron un tiempo de descanso de 30 a 60 segundos
	Khayambashi et al. 2012 Examinar la eficacia del fortalecimiento o aislado de los músculos abductores y rotadores externos de la cadera sobre el dolor, estado de salud, y la fuerza de la cadera.	Ensayo clínico controlado aleatorizado  67 pacientes femeninas con diagnóstico de síndrome femoropatelar, con edades de 15 a 35 años, solamente 28 aceptaron y se agregaron al grupo de control	Se utilizaron ejercicio de fortalecimiento bilateral en ambos grupos, cada participante siguió ejercicio estandarizado, y la resistencia y repeticiones progresaron según intervalo de 2 semanas con theraband, Se realizó ejercicio de fortalecimiento aislado de abductor de cadera, en 30°, y rotadores externos de cadera en sedente, con la rodilla a 90°	El estudio demuestra que se completó ejercicios de fortalecimiento de cadera 3 veces por semana durante 8 semanas, 5 minutos de calentamiento, 20 minutos de ejercicios de fortalecimiento de cuádriceps bilateralmente, a los 6 meses de seguimiento el grupo de ejercicio permaneció con reducción de dolor en comparación a valores

			iniciales
Chevidi, et al, 2016	31 mujeres con síndrome femoropatelar entre los 18 y 30 años de edad, durante 8 semanas	El estudio propone dos grupos de fortalecimiento el primer grupo de fortalecimiento de tronco y cadera con y sin carga divididos en 3 fases, y el segundo grupo fortalecimiento de cuádriceps con y sin carga con estiramiento de isquiotibiales, cuádriceps y Gastrocnemio	El primer grupo realizo una sesión con duración media de 80 minutos por sesión 3 veces por semana, entre cada sesión pasaron 48 horas. -Fase 1: fortalecimiento Core y multifidos 2 series de 15 repeticiones y 10 segundos de contracción. -Fase 2: ejercicios de cadera y musculatura flexora y extensora de cadera, 3 series de 12 repeticiones y 120 segundos de descanso, al 70% de la fuerza medida con 1RM -Fase3: Alineación de miembro inferior

Ferber, et al en 2015 menciona que el fortalecimiento debe ser en cadera y rodilla, 3 series durante 10 repeticiones con carga progresiva, a diferencia de Khayambashi, et al, 2012 que menciona que debe ser ejercicios de abductores y rotadores externos de cadera 3 veces por semana durante 8 semanas y Chevidi, et al en 2016, menciona que el

tratamiento es en fases y se fortalecerá cuádriceps y core principalmente, reuniendo las ideas de varios autores mi resultado es que la dosificación es primordialmente sobre músculos de cadera y cuádriceps, seguido de los músculos de Core y por ultimo sobre músculos abductores y rotadores de cadera.

<b>Objetivo</b>	Datos	Metodología	Metodología fisioterapéutica	Resultados
<b>Efectos</b>	Sahin et al, 2016  El efecto de los ejercicios de cadera y rodilla sobre el dolor, la función y la fuerza en pacientes con síndrome de dolor patelofemoral: un ensayo controlado aleatorizado	Ensayo clínico controlado aleatorizado  73 mujeres seleccionadas para participar, de las cuales 55 fueron aprobadas por cumplir con criterios de participación que incluyen pacientes femeninas; de 30 a 35 años	El estudio consistió en dos grupos aleatorizados, el grupo a de 27 personas que correspondía a ejercicios rodilla y el b de 28 personas que corresponden a ejercicios de cadera más rodilla; 12 semanas de duración para ambos grupos, treinta sesiones supervisadas por un fisioterapeuta y un doctor infiltrado	El estudio considero que los ejercicios de cadera añadidos a los de la rodilla disminuye el dolor y la carga de estrés de la articulación femoropatelar, mediante inhibición de posicionamiento medial de la rótula, y causa alivio al dolor por aumento de la masa muscular y disminución de la sensibilidad de los nociceptores
	Straszek et al, 2019  Hipoalgesia inducida por el ejercicio en mujeres adultas jóvenes con dolor patelofemoral	Estudio aleatorio cruzado  29 mujeres con síndrome femoropatelar, este estudio fue incrustado en un estudio más grande que compara la sensibilidad al dolor	Se instruyó a los pacientes que no consumieran alcohol, cafeína o nicotina y que evitaran el esfuerzo 24 horas antes de	Se encontró un efecto analgésico en los ejercicios específicamente de rodilla, así como un aumento de los umbrales de dolor por

de larga duración: un estudio cruzado aleatorizado	en adultos jóvenes con síndrome femoropatelar actual a aquellos recuperado del síndrome femoropatelar y sin dolor	la participación y abstenerse de analgésicos, el primer examinador obtuvo datos demográficos y también se asignó a los participantes ejercicios de cadera y rodilla. El segundo participante evaluó pruebas sensoriales cuantitativas antes y después de los ejercicios, el orden de los ejercicios fue aleatorio. Los participantes obtuvieron una carga máxima de 12 repeticiones en cada ejercicio y descanso de 120 segundos	presión a esto se le denomina hipoalgesia inducida, los ejercicios de rodilla tuvieron efecto sobre el umbral de tolerancia a presión y los de cadera aumentaron las calificaciones de dolor para la suma temporal del paradigma del dolor.
Azab et al, 2022  Incorporación de ejercicios de fortalecimiento del core basados en Pilates en el protocolo de rehabilitación de	Ensayo Clínico aleatorizado  En este estudio se incluyen 34 adolescentes con síndrome femoropatelar de 14 a 17 años, asignadas al azar para recibir programa de fisioterapia	El estudio evaluó como los Pilates afecta el dolor y fuerza muscular de miembros inferiores, así como el estado funcional y calidad de vida, el tratamiento	El papel de los Pilates ante la mejora de función puede deberse al uso de aparatos como pelota de Pilates y theraband:  a) Proporciona estimulación sensorial,

estándar o  
ejercicios de

---

adolescentes con síndrome de dolor patelofemoral:	Pilates	duro 3 meses, recibieron 3 sesiones por terapia y fueron evaluados antes y después de la sesión el estado funcional, así como intensidad de dolor y fuerza muscular de miembros inferiores	brindando la retroalimentación integral b) Conceden mayor flexibilidad promoviendo rendimiento físico c) Reduce costo energético del movimiento articular como consecuencia a menor tensión muscular
---	---------	--	--

---

Sahin et al en 2016 menciona que los efectos fisiológicos el aumento de masa muscular y disminución de la sensibilidad de los nociceptores, así mismo Straszek, et al 2019 menciona que la hipoalgesia es inducida por los ejercicio, por ultimo Azab menciona que existe un aumento de la flexibilidad así como estimulación sensorial y reducción de costo energético, con estos datos recaudados se puede mencionar que existe en un potente efecto de hipoalgesia así como de hipertrofia en el musculo brindado por el ejercicio terapéutico.

---

## **4.2 Discusión**

Durante el estudio de Bolga et al 2018 se evidencia que los factores de riesgo por modificación de la biomecánica fueron el aumento en la abducción de rodilla, así como generar mayor fuerza vertical en el talón lateral en el segundo y tercer metatarsiano y debilidad del cuádriceps.

Por otro lado, Trojan et al en 2019 menciona que la patología desarrolla mayor modificación biomecánica cuando está asociada a una mayor intensidad durante la competencia en relación

a la práctica en deportistas. Esta condición clínica evidencia mayor riesgo de desarrollo de la patología por sobreuso.

El tratamiento de fortalecimiento de cadera y rodilla tendrán dar solución sobre el dolor y ganancias de fuerza como menciona Ferber et al, 2015, teniendo resultados más tempranos, los ejercicios enfocados en cadera a diferencia de los que son dirigidos en rodilla.

Por otro lado Khayambashi et al en 2012, menciona que los participantes tuvieron mayor efectividad para la mejora de dolor y estado de salud general en pacientes con síndrome femoropatelar se obtuvo por medio de fortalecimiento aislado de abductores de cadera así como de rotadores externos y no solamente fortalecimiento del cuádriceps

Se han definido distintas dosificaciones para las repeticiones el entrenamiento isotónico del síndrome femoropatelar, en el estudio de Khayambashi menciona que la intervención se realizaba durante 3 veces por semana 5 minutos de calentamiento y 20 minutos de descanso, implementado con diferentes tipos de ejercicio bilaterales de cadera. Redujo el dolor en comparación a los valores de la toma inicial.

Por otro lado, Straszek et al 2019, la intervención fue de 12 repeticiones de cada ejercicio con una fase concéntrica y excéntrica de 3 segundos, con una fase isométrica de 2 segundos.

Realizando estas dosificaciones participantes mejoraron en fuerza, y mejora en el equilibrio y propiocepción de rodilla.

Las intervenciones varían dependiendo de cada autor, Azab menciona que la intervención duró 3 meses con una frecuencia de sesiones de 3 veces por semana, con esto disminuyendo el dolor y aumentando la fuerza muscular, así como el estado funcional y calidad de vida de miembros inferiores.

A diferencia de autores como Chevidi et al, en 2016 menciona que existió una mejor intervención sobre la disminución del dolor y aumento de la funcionabilidad, así como de la fuerza muscular a las 8 semanas de intervención

### **4.3 Conclusión**

Respondiendo a la pregunta planteada sobre los beneficios del entrenamiento isotónico como tratamiento rehabilitador del síndrome femoropatelar en atletas femeninas de 20 a 35 años de edad se obtienen las siguientes conclusiones:

- Queda evidenciado que el síndrome femoropatelar es multifactorial, y existe una gran importancia en la modificación del patrón del movimiento ya que coexiste una alteración en la biomecánica, así como en la transmisión de cargas y en la ejecución del movimiento.
- Los parámetros del tratamiento son variados cuando hablamos del tipo de ejercicio, ya que existe múltiples combinaciones de ejercicio o elementos de apoyo, sin embargo, se puede observar que la duración del tratamiento siempre varía entre 6 a 12 semanas y que la dosificación es progresiva según el estado actual del paciente con el objetivo principal de brindar recuperación y mayor rendimiento deportivo.
- El tratamiento isotónico posee diversos efectos fisiológicos sobre los diferentes tipos de tejido que nos beneficiaran a la recuperación de los atletas, siendo las más importantes disminuciones de la sensibilidad de nociceptores, aumento de oxígeno en el cuerpo, hipertrofia muscular y efecto hipoalgésico inducido por el ejercicio.
- La rehabilitación de pacientes con síndrome femoropatelar debe ser multifacética teniendo en cuenta la biomecánica y el deporte que realiza cada paciente para saber

cómo tener un abordaje específico, el tratamiento isotónico sobre cuádriceps y músculos de cadera evidencia gran efecto sobre el dolor y la hipertrofia muscular, siendo la fase excéntrica la que aporta mayor resultados sobre la musculatura y a nivel fisiológico, la dosificación dependerá del terapeuta a cargo llevando este a progresión según lo necesite el paciente comenzando con ejercicios sin carga hasta progresar a los ejercicios con carga.

#### **4.4 Perspectivas y/o aplicaciones prácticas**

Buscar que se realicen futuras investigaciones para conocer más acerca del entrenamiento isotónico en pacientes atletas femeninas con síndrome femoropatelar.

Realizar un protocolo en cada deporte, educar al deportista y entrenadores para la realización correcta del mismo y con esto conocer más efectos, beneficios.

Realizar estudios experimentales con alta tecnología para reconocer la biomecánica en cada uno de los deportes, para poder relacionar la osteocinemática y artrocinemática del deportista con síndrome femoropatelar y ver como modifica la distribución de cargas en las extremidades para obtener un abordaje adecuado y garantizar una rehabilitación y rendimiento deportivo óptimo.

Realizar base de datos a nivel nacional en donde se incluya este tipo de lesiones deportivas para conocer más sobre ellas y el correcto abordaje no solo para la rehabilitación sino también para la prevención de lesiones en cada deporte.

## Referencias

- Aguilera, (2021). Bursitis de rodilla. Rev. Canal salud. Colaborador de Teladoc Health.
- Almeida, A., de la Rosa Santana J, López L. et al (2020). La articulación de la rodilla: lesión del ligamento cruzado anterior. *Revista científica estudiantil* vol. 3. Obtenido de: <http://revdosdic.sld.cu/index.php/revdosdic/article/view/38>
- Arias, Villasís y Miranda, (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio *Revista Alergia México*, vol. 63, núm. 2, pp. 201-206 Colegio Mexicano de Inmunología Clínica y Alergia, A.C. Ciudad de México.
- Barreno y Sanipatin, (2014). Eficacia de la aplicación de Kinesio Taping en el tratamiento fisioterapéutico de pacientes con tendinitis rotuliana. Universidad Nacional de Chimborazo Facultad de Ciencias de la Salud Carrera de Terapia física y deportiva. Recuperado de: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/1111>
- Domínguez, L., Magaña, J., y Domínguez, L. (2019). Síndrome femoropatelar por condromalacia rotuliana grado IV. *Acta Médica Grupo Ángeles*, 17(1), 72-74. Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-72032019000100072&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-72032019000100072&script=sci_arttext)
- Dutton RA, Khadavi MJ, Fredericson M. (2014). Update on rehabilitation of patellofemoral pain. *Current Sports Med*. Recuperado de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24819009/>
- Hermosa y Pascual. (2016). Rodilla. Hospital Universitario de Getafe. Vol. 12. 596-609.
- Kapandji, (2011) Fisiología Articular (Título del original: Physiologie Articulaire), Madrid; Editorial Médica Panamericana. Tomo 2. 5ta. Edición, Masson.

López, A., Ortega, C., Baesso, E. et al (2015). Condromalacia de rótula. Incidencia de algunos aspectos clínicos, terapéuticos y epidemiológicos. *Archivo Médico Camagüey*, 6(3).

Obtenido de: <http://revistaamc.sld.cu/index.php/amc/article/view/3473>

Marieb (2009) *Anatomía y fisiología humana* (Traductor Ediciones Gráficas Ariel S.L.)

Pearson Educación S.A. Ribera del Loira, Madrid (España).

Martin, (2015). *Anatomía, Biomecánica y función de la rótula. Fisioterapia traumatología y reumatología*. Rodilla.

Martínez, F. (2016). Tratamiento fisioterapéutico y suplementación nutricional en el abordaje de la condromalacia rotuliana. Recuperado de:

[http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/6740/9882\\_Mart%C3%ADnez%20Moreno,%20Fco%20javier.pdf?sequence=1](http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/6740/9882_Mart%C3%ADnez%20Moreno,%20Fco%20javier.pdf?sequence=1)

Martínez, L., y Fernández, R. (2016). Effects of inertial setting on power, force, work and eccentric overload during flywheel resistance exercise in women and men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. Recuperado de:

[https://www.researchgate.net/publication/308490943\\_Effects\\_of\\_Inertial\\_Setting\\_on\\_Power\\_Force\\_Work\\_and\\_Eccentric\\_Overload\\_During\\_Flywheel\\_Resistance\\_Exercise\\_in\\_Women\\_and\\_Men](https://www.researchgate.net/publication/308490943_Effects_of_Inertial_Setting_on_Power_Force_Work_and_Eccentric_Overload_During_Flywheel_Resistance_Exercise_in_Women_and_Men)

Moore, K., Dailey, A., y Agur, A. (2013). *Anatomía con Orientación Clínica*. Barcelona: Ovid Technologies. Obtenido de <https://bit.ly/2WlAoRj>

Netter, F. (2019). *Atlas de Anatomía Humana*. Barcelona: Elsevier Castellano.

Nordin y Frankel (2004) *Biomecánica básica del sistema musculoesquelético*. Edición Wlarealty. Aravaca (Madrid).

Osorio J, Vairo G, Rozea G, Bosha P, Millard R, Aukerman D, Et al. The effects of two therapeutic patellofemoral taping techniques on strength, endurance, and pain responses. *Physical Therapy Sport* 2013 11;14(4):199-206.

Petersen, W. Ellermann A, Gösele-Koppenburg A, Best R., Rembitzki I. (2014).

Patellofemoral pain syndrome. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 22(10), 2264-2274. Recuperado de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24221245/>

Queipo de Llano A., Queipo de Llano G., Serrano J. M., & Sánchez, A. (2016) Síndrome Patelofemoral Tratamiento rehabilitador. Grünenthal Pharma

Saavedra J, & Hernández R (Eds.), (2014). *Histología. Biología celular y tisular. Instructivo de laboratorio*, 6e. McGraw Hill.

<https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1503&sectionid=998387>

80

Sanchis, F. (2013). Efectos del ejercicio físico y la administración de alopurinol sobre biomarcadores musculares y cardiovasculares. El ejercicio físico como promotor de longevidad. *Departamento de fisiología*, 163, n.1.

Serpa, D. (2012). Efecto del entrenamiento Excéntrico sobre propiedades Biomecánicas del Tendón de Aquiles. España: Editorial de la universidad de granada

Silverthorn D, Johnson R, Ober C, Claire E (2015). *Human physiology: an integrated approach* (Seventh edition. Edición). Pearson Education Limited. Consultado el 6 de mayo de 2019.

Tous, J. (2010). Entrenamiento de la fuerza mediante sobrecargas excéntricas. En Romero, D. y Tous, J. *Prevención de lesiones en el deporte: claves para un rendimiento deportivo óptimo* (pp. 217-23). Madrid: Editorial Médica Panamericana