

Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



Instituto profesional en terapias y humanidades

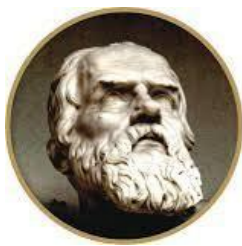
**BENEFICIOS TERAPÉUTICOS DE LOS EJERCICIOS EXCÉNTRICOS
EN MUSCULATURA DE MIEMBRO INFERIOR PARA DISMINUIR LA
TENDINITIS ROTULIANA AGUDA EN ATLETAS DE LA DISCIPLINA
DE PENTATLÓN CATEGORÍA ÉLITE DE 20 A 30 AÑOS DE EDAD
BASADO EN UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**



Que presenta

Isabel Brand Leu

Ponente



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

BENEFICIOS TERAPÉUTICOS DE LOS EJERCICIOS EXCÉNTRICOS EN MUSCULATURA DE MIEMBRO INFERIOR PARA DISMINUIR LA TENDINITIS ROTULIANA AGUDA EN ATLETAS DE LA DISCIPLINA DE PENTATLÓN CATEGORÍA ÉLITE DE 20 A 30 AÑOS DE EDAD BASADO EN UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA



Tesis profesional para obtener el Título de Licenciado en
Fisioterapia

Que Presenta

Isabel Brand Leu

Ponente

LFT. Itzel Dorantes Venancio

Director de Tesis

Lic. María Isabel Díaz Sabán

Asesor Metodológico

Ciudad de Guatemala, Guatemala.

2024

INVESTIGADORES RESPONSABLES

Ponente

Isabel Brand Leu

Director de Tesis

L.FT. Itzel Dorantes Venancio

Asesor Metodológico

Lic. María Isabel Díaz Sabán



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 09 de marzo 2024

Estimada alumna:
Isabel Brand Leu

Presente.

Respetable:

La comisión designada para evaluar el proyecto **"Beneficios terapéuticos de los ejercicios excéntricos en musculatura de miembro inferior para disminuir la tendinitis rotuliana aguda en atletas de la disciplina de pentatlón categoría élite de 20 a 30 años de edad basado en una revisión bibliográfica"** correspondiente al Examen General Privado de la Carrera de Licenciatura en Fisioterapia realizado por usted, ha dictaminado dar por APROBADO el mismo.

Aprovecho la oportunidad para felicitarla y desearle éxito en el desempeño de su profesión.

Atentamente,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Lic. Emanuel Alexander
Vásquez Monzón
Secretario

Lic. Dubilia Esmeralda
García Patzán
Presidente

Lic. Diego Estuardo
Jiménez Rosales
Examinador



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revelación en la Educación

Guatemala, 11 de mayo 2022

Doctora
Vilma Chávez de Pop
Decana
Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Galileo
Respetable Doctora Chávez:

Tengo el gusto de informarle que he realizado la revisión de trabajo de tesis titulado: **"Beneficios terapéuticos de los ejercicios excéntricos en musculatura de miembro inferior para disminuir la tendinitis rotuliana aguda en atletas de la disciplina de pentatlón categoría élite de 20 a 30 años de edad basado en una revisión bibliográfica"** de la alumna **Isabel Brand Leu**

Después de realizar la revisión del trabajo he considerado que cumple con todos los requisitos técnicos solicitados, por lo tanto, la autora y el asesor se hacen responsables del contenido y conclusiones de la misma.

Atentamente

Lic. Diego Estuardo Jiménez Rosales
Asesor de tesis
IPETH – Guatemala



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 13 de mayo 2022

Doctora
Vilma Chávez de Pop
Decana
Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Galileo

Respetable Doctora Chávez:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que la alumna **Isabel Brand Leu** de la Licenciatura en Fisioterapia, culminó su informe final de tesis titulado: **“Beneficios terapéuticos de los ejercicios excéntricos en musculatura de miembro inferior para disminuir la tendinitis rotuliana aguda en atletas de la disciplina de pentatlón categoría élite de 20 a 30 años de edad basado en una revisión bibliográfica”** Ha sido objeto de revisión gramatical y estilística, por lo que puede continuar con el trámite de graduación. Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente

Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón

Revisor Lingüístico
IPETH- Guatemala

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA COTEJO DE TESINA DIRECTOR DE TESINA

Nombre del Director: LFT. Itzel Dorantes Venancio
Nombre del Estudiante: Isabel Brand Leu
Nombre de la Tesina/sis: Beneficios terapéuticos de los ejercicios excéntricos en musculatura de miembro inferior para disminuir la tendinitis rotuliana aguda en atletas de la disciplina de Pentatlón categoría élite de 20 a 30 años de edad basado en una revisión bibliográfica
Fecha de realización: Primavera 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.	✓		
2.	El título es claro, preciso y evidencia claramente la problemática referida.	✓		
3.	La identificación del problema de investigación plasma la importancia de la investigación.	✓		
4.	El problema tiene relevancia y pertinencia social y ha sido adecuadamente explicado junto con sus interrogantes.	✓		
5.	El resumen es pertinente al proceso de investigación.	✓		
6.	Los objetivos tanto generales como específicos han sido expuestos en forma correcta, en base al proceso de investigación realizado.	✓		
7.	Justifica consistentemente su propuesta de estudio.	✓		
8.	El planteamiento es claro y preciso. claramente en qué consiste su problema.	✓		
9.	La pregunta es pertinente a la investigación realizada.	✓		

10.	Los objetivos tanto generales como específicos, evidencia lo que se persigue realizar con la investigación.	✓		
11.	Sus objetivos fueron verificados.	✓		
12.	Los aportes han sido manifestados en forma correcta.	✓		

13.	Los resultados evidencian el proceso de investigación realizado.	✓		
14.	Las perspectivas de investigación son fácilmente verificables.	✓		
15.	Las conclusiones directamente derivan del proceso de investigación realizado	✓		
16.	El capítulo I se encuentra adecuadamente estructurado en base a los antecedentes que debe contener.	✓		
17.	En el capítulo II se explica y evidencia de forma correcta el problema de investigación.	✓		
18.	El capítulo III plasma el proceso metodológico realizado en la investigación.	✓		
19.	El capítulo IV proyecta los resultados, discusión, conclusiones y perspectivas pertinentes en base a la investigación realizada.	✓		
20.	El señalamiento a fuentes de información documentales y empíricas es el correcto.	✓		
21.	Permite al estudiante una proyección a nivel investigativo.	✓		

Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución


LFT Itzel Dorantes Venancio

Nombre y Firma Del Director de Tesina

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA DE COTEJO TESINA ASESOR METODOLÓGICO

Nombre del Asesor: Licenciada María Isabel Díaz Sabán
Nombre del Estudiante: Isabel Brand Leu
Nombre de la Tesina/sis: Beneficios terapéuticos de los ejercicios excéntricos en musculatura de miembro inferior para disminuir la tendinitis rotuliana aguda en atletas de la disciplina de Pentatlón categoría élite de 20 a 30 años de edad basado en una revisión bibliográfica.
Fecha de realización: Primavera 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
1	Formato de Página	Si	No	
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	X		
i.	Times New Roman (Tamaño 12).	X		
j.	Color fuente negro.	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		
2.	Formato Redacción	Si	No	Observaciones
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.	Uso correcto de tildes.	X		
l.	Empleo mínimo de paréntesis.	X		
m.	Uso del pasado verbal para la descripción del	X		
n.	Uso del tiempo presente en la discusión de resultados y	X		
3.	Formato de Cita	Si	No	Observaciones
a.	Empleo mínimo de citas.	X		
b.	Citas textuales o directas: menores a 40 palabras, dentro	X		
c.	Citas textuales o directas: de 40 palabras o más, en	X		
d.	Uso de tres puntos suspensivos dentro de la cita para	X		
4.	Formato referencias	Si	No	Observaciones
a.	Correcto orden de contenido con referencias.	X		
b.	Referencias ordenadas alfabéticamente.	X		
c.	Correcta aplicación del formato APA 2016.	X		
5.	Marco Metodológico	Si	No	Observaciones
a.	Agrupó, organizó y comunicó adecuadamente sus ideas	X		
b.	Las fuentes consultadas fueron las correctas y de	X		
c.	Seleccionó solamente la información que respondiese a	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	X		
h.	Utilizó organizadores gráficos para ayudar al lector a	X		
i.	El método utilizado es el pertinente para el proceso de	X		
j.	Los materiales utilizados fueron los correctos.	X		
k.	El estudiante conoce la metodología aplicada en su	X		

Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución



Licenciada María Isabel Díaz Sabán

DICTAMEN DE TESINA

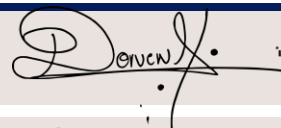
Siendo el día 13 del mes de mayo del año 2022.

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

Los C.C

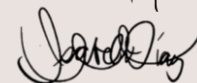
Director de Tesina
Función

LF.T. Itzel Dorantes Venancio



Asesor Metodológico
Función

Lic. María Isabel Díaz Sabán



Coordinador de Titulación
Función

Lic. Diego Estuardo Jiménez Rosales



Autorizan la tesina con el nombre de:

Beneficios terapéuticos de los ejercicios excéntricos en musculatura de miembro inferior para disminuir la tendinitis rotuliana aguda en atletas de la disciplina de Pentatlón categoría élite de 20 a 30 años de edad basado en una revisión bibliográfica

Realizada por el estudiante:

Isabel Brand Leu

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 tesis está dedicada a mi familia, por su apoyo en este proceso, por guiarme y apoyarme en momentos de suma importancia.

A mis entrenadores, a todo el equipo multidisciplinario del Comité Olímpico Guatemalteco y Asociación Nacional de Pentatlón Moderno por motivarme cada día a lograr mis objetivos.

A mi directora de tesis L.F.T Itzel Dorantes Venancio, por ser la clave fundamental durante este proceso, su paciencia, aporte profesional y excelente acompañamiento.

A mi asesora metodológica Lic. María Isabel Díaz Sabán, por su excelente guía en la metodología de mi trabajo de investigación.

Agradecimientos

Agradezco a mis padres, por su apoyo al desempeñarme en lo que me apasiona durante estos años y meses de arduo trabajo. Por siempre demostrarme con su ejemplo, esfuerzo, disciplina, constancia y dedicación se pueden lograr las metas.

A mi directora de Tesis L.F.T Itzel Dorantes Venancio y asesora metodológica Lic. María Isabel Díaz Sabán quienes con su excelente asesoría y acompañamiento me brindaron y forjaron una mejor versión de mí como estudiante y futura profesional.

Palabras clave

Tendón rotuliano

Tendinitis rotuliana

Ejercicio excéntrico

Reintegro al deporte

Anterior knee pain

Patelar tendinopathy

Eccentric exercise

High performance athletes

Modern pentathlon

Índice

Portadilla	i
Investigadores responsables	ii
Carta Galileo aprobación de examen privado	iii
Carta Galileo aprobación asesor de tesis	iv
Cartas Galileo aprobación revisor lingüístico	v
Listas de cotejo.....	vi
Hoja de dictamen de Tesis	x
Dedicatoria	xi
Agradecimientos.....	xii
Palabras clave.....	xiii
Resumen.....	1
Capítulo I.....	2
Marco teórico	2
1.1. Antecedentes generales	2
1.1.1. Sistema muscular	2
1.1.2. Contracción muscular.....	7
1.1.3. Articulación de rodilla.....	10
1.1.4. Ligamentos de rodilla.....	14

1.1.5. Músculos de rodilla	17
1.1.6. Tendón rotuliano.	22
1.1.7. Pentatlón.....	23
1.1.8. Gestos deportivos del pentatlón.	25
1.1.9. Lesiones en el pentatlón.	29
1.1.10. Tendinitis rotuliana	30
1.1.11. Fisiopatología.	32
1.1.12. Clasificación.....	36
1.1.13. Etiología de la tendinitis aguda	37
1.1.14. Epidemiología.	39
1.1.15. Pruebas diagnósticas.....	40
1.1.16. Cuadro clínico.	43
1.1.17. Afectaciones en su funcionalidad en el paciente.....	44
1.1.18. Proceso de rehabilitación.....	44
1.1.19. Tratamiento fisioterapéutico.....	45
1.2. Antecedentes Específicos	47
1.2.1 Pentatlón.....	47
1.2.2. Gesto deportivo.	51
1.2.3. Alteraciones motoras.....	52

1.2.4. Tendinitis rotuliana	53
1.2.5. Fases de entrenamiento.	54
1.2.6. Ejercicio excéntrico.	56
1.2.7 Aplicación y dosificación.	57
1.2.8. Músculos trabajados con el ejercicio excéntrico.	66
1.2.9. Fisiología del ejercicio.	67
1.2.10. Niveles de mejora en el deporte	68
1.2.11. Beneficios terapéuticos en el atleta	69
1.2.12. Fisiología de los beneficios.	71
Capítulo II	73
2.1. Planteamiento del problema	73
2.2 Justificación.....	76
2.3 Objetivos	79
2.3.1 Objetivo general.	79
2.3.2 Objetivos particulares.....	79
Capítulo III	80
Marco metodológico.....	80
3.1. Materiales	80
3.2. Métodos utilizados	83

3.2.1. Enfoque de investigación.	83
3.2.2. Tipo de estudio	83
3.2.3. Método de estudio.	84
3.2.4. Diseño de investigación.....	84
3.2.5. Criterios de selección.	85
3.3. Variables.....	87
3.3.1. Variable independiente.	88
3.3.2. Variable dependiente.	88
3.3.3 Operacionalización de variables.....	88
Capítulo IV	91
Resultados	91
4.1. Resultados	91
4.2. Discusión.....	110
4.3. Conclusiones	111
4.4. Perspectivas y/o aplicaciones prácticas.....	113
Referencias	115
Anexos	124

Índice de tablas

Tabla 1	5
Tabla 2	6
Tabla 3	16
Tabla 4	18
Tabla 5	21
Tabla 6	21
Tabla 7	29
Tabla 8	29
Tabla 9	29
Tabla 10.....	30
Tabla 11	36
Tabla 12	36
Tabla 13	39
Tabla 14	82
Tabla 15	87
Tabla 16	90

Índice de figuras

Figura 1	5
Figura 2	7
Figura 3	8
Figura 4	12
Figura 5	12
Figura 6	13
Figura 7	15
Figura 8	16
Figura 9	27
Figura 10	28
Figura 11	31
Figura 12	32
Figura 13	35
Figura 14	42
Figura 15	42
Figura 16	43
Figura 17	50
Figura 18	50

Figura 19	54
Figura 20	56
Figura 21	58
Figura 22	59
Figura 23	59
Figura 24	60
Figura 25	60
Figura 26	61
Figura 27	62
Figura 28	62
Figura 29	63
Figura 30	63
Figura 31	64
Figura 32	64
Figura 33	65
Figura 34	65
Figura 35	66
Figura 36	66

Resumen

Entre los traumatismos más habituales asociados a la práctica deportiva de categoría élite se encuentran las tendinopatías. La tendinitis rotuliana aguda es una de las patologías más frecuentes a nivel mundial en el área de la medicina y fisioterapia deportiva. El dolor puede iniciar de manera aguda e irse progresando a una cronicidad. Los principales causantes son los factores intrínsecos y extrínsecos, que llegan a impactar negativamente la funcionalidad del atleta.

Se realizó una investigación acerca de los beneficios terapéuticos de los ejercicios excéntricos en musculatura de miembro inferior para disminuir la tendinitis rotuliana aguda en atletas de la disciplina de Pentatlón categoría élite de 20 a 30 años de edad basado en una revisión bibliográfica. Explicando a través de la revisión bibliográfica actual, las alteraciones mecánicas que provocan una tendinitis rotuliana, describiendo las bases y fundamentos de los ejercicios excéntricos e identificando los factores causantes, parámetros de diagnóstico y como el tratamiento del ejercicio excéntrico frente a otras opciones de abordaje fisioterapéutico indica mejores resultados, así como los beneficios terapéuticos que proporciona.

La metodología empleada en esta investigación fue un enfoque cualitativo, tipo descriptivo, diseño no experimental-corte transversal y método de análisis y síntesis. Los resultados muestran que esta técnica otorga beneficios terapéuticos estadísticamente significativos en la disminución de la sintomatología.

Capítulo I

Marco teórico

En este capítulo se hace una detallada descripción de la patología seleccionada: la tendinitis rotuliana aguda y aporte sobre el ejercicio excéntrico con la finalidad de entender la patología con relación al tema y de esta manera dar a conocer la propuesta de intervención que se propone.

1.1. Antecedentes generales

1.1.1. Sistema muscular. Casi 700 músculos integran el sistema muscular. Este se define como los músculos del cuerpo controlados por la voluntad. Existen tres tipos de tejido muscular:

- a. Tejido muscular esquelético: Estriado, trabaja de forma voluntaria, incluye los músculos esqueléticos del cuerpo que producen movimientos voluntarios. Su actividad es controlada por la división somática del sistema nervioso.
- b. Tejido muscular cardíaco: También llamado miocardio, estriado y de acción involuntaria. Presente en la porción muscular del corazón y en el inicio de los grandes vasos. Trabaja gracias al sistema denominado automatismo.

- c. Tejido muscular liso: No estriado, involuntario, se encuentra en las paredes de las estructuras internas, como vasos sanguíneos, vías aéreas y órganos de la cavidad pélvica.

El sistema muscular del cuerpo contribuye a la homeostasis, mediante la contracción y relajación, el tejido muscular realiza cuatro funciones importantes:

- Producción de movimientos corporales
- Estabilizar posiciones del cuerpo
- Almacenar y movilizar sustancias dentro del organismo
- Termogénesis

(Tortora J, 2006)

Existen cuatro propiedades especiales del tejido muscular, estas son:

- a. Excitabilidad eléctrica: Se define como la propiedad de responder a estímulos generando potenciales de acción.
- b. Contractibilidad: Se define como la capacidad de generar tensión para realizar el trabajo.
- c. Extensibilidad: Se define como la capacidad de un músculo de ser extendido o estirado.
- d. Elasticidad: Se define como la capacidad de recuperar la forma original después de la contracción o extensión muscular.

El tejido conectivo tiene como función rodear y proteger al tejido muscular. La fascia es definida como una red continua por todo el cuerpo que se compone de tejido blando. Se impregna al cuerpo humano formando un cuerpo continuo de tres dimensiones de la matriz de soporte estructural que envuelve los músculos, los huesos y los órganos. (Investigación Fascia Congreso de 2007)

Existen 3 capas de tejido conectivo que se extienden desde la fascia para proteger y fortalecer el músculo esquelético.

- Epimisio: Capa más externa de tejido conectivo denso, irregular, que rodea todo el músculo.
- Perimisio: Capa de tejido conectivo denso e irregular que rodea grupos de 10 a 100 o más fibras musculares y los separa en haces llamados fascículos.
- Endomisio: En el interior de cada fascículo y separa fibras individuales entre sí, siendo estas en su mayor parte, fibras reticulares.

El sarcómero es definido como la unidad anatómica y funcional básica de una miofibrilla.

(Tortora J, 2006)

Tipos de fibras musculares esqueléticas:

Se clasifican en tres tipos principales:

- Fibras oxidativas lentas: También llamadas de tipo I
- Fibras oxidativas-glucolíticas rápidas: También llamadas de tipo IIA
- Fibras glucolíticas rápidas: También llamadas de tipo IIB

	Tipo I	Tipo IIA	Tipo IIB
Diámetro	Intermedio	Grande	Pequeño
Resistencia a la fatiga	Alta	Intermedio	Bajo
Velocidad de contracción	Lenta	Rápida	Baja
Actividad ATP	Baja	Alta	Alta

Sistema energético predominante	Aeróbico	Combinado	Anaeróbico
Motoneurona	Pequeña	Grande	Grande
Descarga	Baja	Alta	Alta

Tabla 1
Elaboración propia con información de (Gonzales G, 2020)

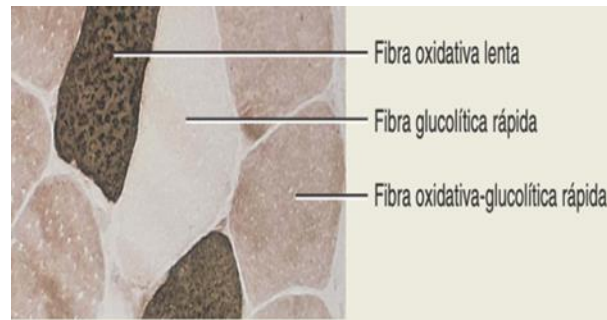


Figura 1

Imagen de (Tortora J, 2006) Corte transversal de 3 tipos de fibras musculoesqueléticas

La disposición fascicular afecta la fuerza y la amplitud de movimiento. Cuando una fibra muscular se contrae, se acorta alrededor del 70% respecto a su longitud de reposo. Cuanto más largas son las fibras de un musculo, mayor es la amplitud de movimiento que puede producir.

Paralela: Fascículos paralelos al eje longitudinal del músculo, terminan en uno y otro extremo en tendones planos



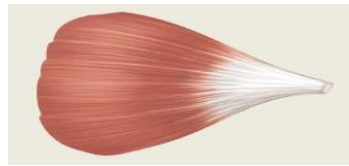
Fusiforme: Fascículos casi paralelos al eje longitudinal del músculo, terminan en tendones planos, los músculos se adelgazan hacia los tendones, donde el diámetro es menor que en el vientre



Circular: Fascículos en disposiciones circulares concéntricas forman los músculos de los esfínteres, que cierran un orificio o abertura

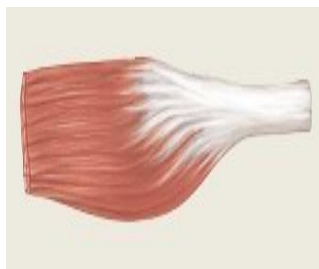


Triangular: Fascículos que se extienden por una amplia zona y convergen en un tendón central grueso, esto confiere un aspecto triangular al musculo



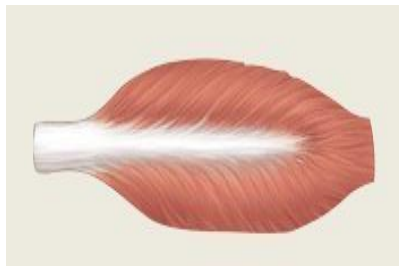
Unipeniforme:

Fascículos dispuestos de un solo lado del tendón



Bipeniforme: Fascículos

dispuestos a ambos lados de los tendones de posición central. Ejemplo: músculo recto femoral



Multipeniforme: Fascículos

se fijan oblicuamente, desde muchas direcciones, en varios tendones

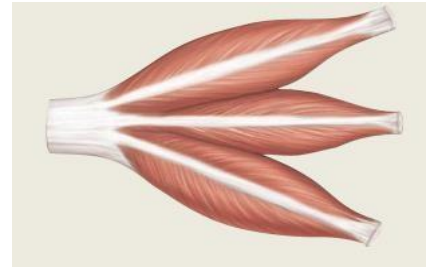


Tabla 2

Elaboración propia con información de (Tortora J, 2006)

1.1.2. Contracción muscular. La contracción muscular se produce por un proceso llamado mecanismo de deslizamiento de los filamentos. El músculo esquelético se acorta durante la contracción porque los filamentos gruesos y finos se deslizan uno sobre otro. Este mecanismo se genera porque las cabezas de miosina se unen y caminan a lo largo de los filamentos finos en ambos extremos de un sarcómero. En estado relajado, los extremos de los filamentos de actina que se extienden entre dos discos Z sucesivos comienzan a superponerse entre sí. En estado contraído, los filamentos de actina han sido traccionados hacia dentro entre los filamentos de miosina, superponiéndose entre sí en su máxima extensión. Los discos Z son traccionados por los filamentos de actina hasta los extremos de los filamentos de miosina, por ende produciéndose así el mecanismo de deslizamiento de los filamentos. El acortamiento de los sarcómeros causa acortamiento en toda la fibra muscular, que a su vez, induce el acortamiento de todo el músculo. (Guyton, 2016)

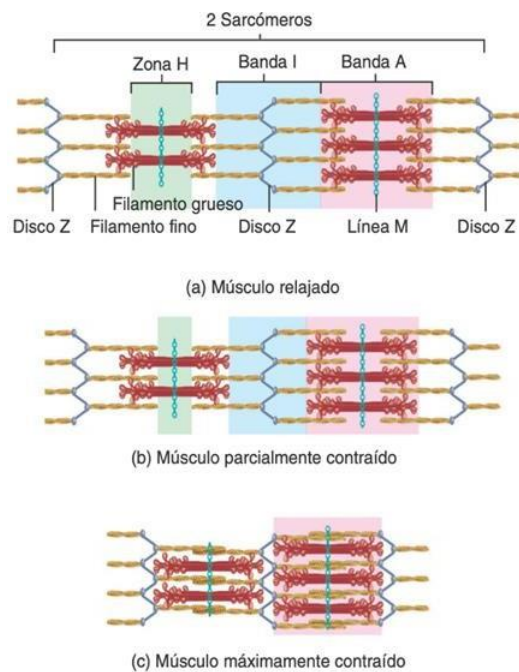


Figura 2

Imagen de (Tortora J, 2006)

Al comienzo del ciclo de contracción, el retículo sarcoplasmático libera iones de calcio hacia el sarcoplasma, se unen a la troponina, esta desplaza a la tropomiosina de los sitios de unión a miosina de la actina y una vez que los sitios de unión están libres, comienza la secuencia repetitiva que causa el desplazamiento de filamentos: el ciclo de contracción. Este consiste de cuatro pasos.

- a. Hidrólisis del ATP
- b. Unión de la miosina a la actina para formar puentes cruzados
- c. Fase de deslizamiento
- d. Separación de la miosina y la actina

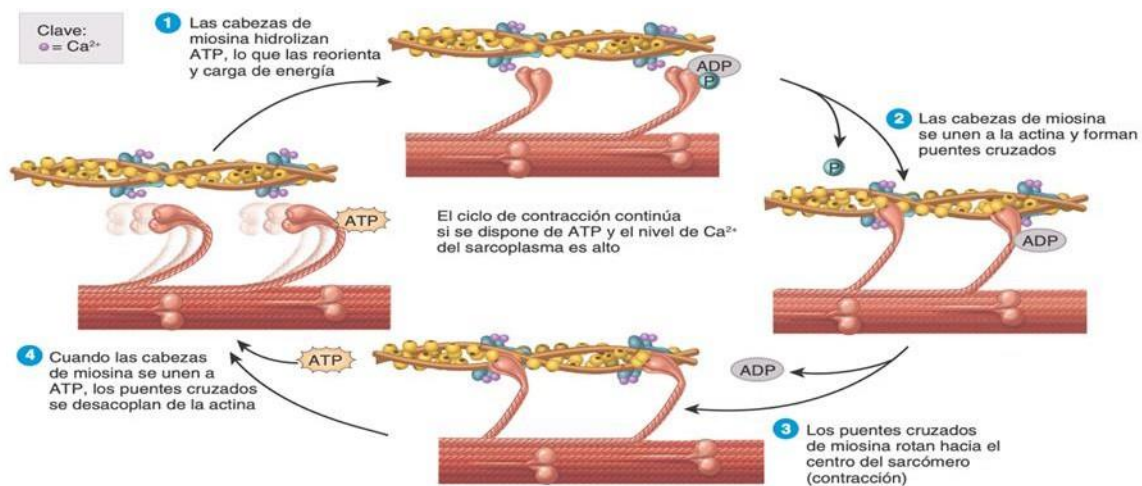


Figura 3

(Imagen: fuente de Tortora). Se visualiza el ciclo de contracción, los puentes cruzados rotan y desplazan a los filamentos finos sobre los filamentos gruesos hacia el centro del sarcómero. La acetilcolina liberada en la unión neuromuscular desencadena un potencial de acción muscular que provoca la contracción muscular.

Según (Guyton, 2016) el mecanismo de la contracción muscular tiene 8 pasos. Los cuales son:

- Un potencial de acción viaja a lo largo de una fibra motora hasta sus terminales sobre las fibras musculares.
- En cada terminal, el nervio secreta una pequeña cantidad de la sustancia transmisora acetilcolina.
- La acetilcolina actúa en una zona local de la membrana de la fibra muscular para abrir múltiples canales de cationes “activados por acetilcolina” a través de moléculas proteicas que flotan en la membrana.
- La apertura de los canales activados por acetilcolina permite que grandes cantidades de iones sodio difundan hacia el interior de la membrana de la fibra muscular. Esta acción provoca una despolarización local que, a su vez, conduce a la apertura de los canales de sodio activados por el voltaje, que inicia un potencial de acción de la membrana.
- El potencial de acción viaja a lo largo de la membrana de la fibra muscular de la misma manera que los potenciales de acción viajan a lo largo de las membranas de las fibras nerviosas.
- El potencial de acción despolariza la membrana muscular, y buena parte de la electricidad del potencial de acción fluye a través del centro de la fibra muscular, donde hace que el retículo sarcoplasmático libere grandes cantidades de iones calcio que se han almacenado en el interior de este retículo.

- Los iones de calcio indican fuerzas de atracción entre los filamentos de actina y miosina, haciendo que se deslicen unos sobre otros en sentido longitudinal, lo que constituye el proceso contráctil.
- Después de una fracción de segundo los iones calcio son bombeados de nuevo hacia el retículo sarcoplasmático por una bomba de Ca^{++} de la membrana y permanecen almacenados en el retículo hasta que llega un nuevo potencial de acción muscular, esta retirada de los iones de calcio desde las miofibrillas hace que cese la contracción muscular.

Existen 3 sistemas metabólicos musculares en el ejercicio. El ATP (Adenosín Trifosfato) es la única forma utilizable de energía para la contracción muscular. Debido a que la concentración de ATP es muy escasa, solo alcanza aproximadamente para 0.5 segundos de contracción muscular intensa, por ende se hace indispensable la existencia de diferentes sistemas energéticos o metabólicos que realiza la restitución del ATP para prolongar la vida muscular.

- a. Sistema de fosfocreatina-creatina
- b. Sistema de glucógeno ácido láctico
- c. Sistema aeróbico

(Guyton, 2016)

1.1.3. Articulación de rodilla. Una articulación es un punto de contacto entre dos huesos.

La articulación femorotibial es la más grande y compleja del cuerpo. Es una articulación gínglimo, tróclea o en bisagra porque su movimiento principal es tipo bisagra uniaxial. La superficie convexa de un hueso encaja en la superficie cóncava de otro hueso.

Consiste en tres articulaciones con una sola cavidad sinovial, las cuales son:

- a. Articulación tibiofemoral: Externamente, entre el cóndilo lateral del fémur, el menisco y el cóndilo laterales de la tibia
- b. Articulación tibiofemoral: Otra, internamente, entre el cóndilo medial del fémur, el menisco medial y el cóndilo medial de la tibia
- c. Articulación femoro-rotuliana: Intermedia, se encuentra entre la rótula y la superficie rotuliana del fémur

La articulación de rodilla es la más vulnerable a las lesiones porque es móvil, soporta peso y su estabilidad depende casi por completo de los músculos y ligamentos asociados. El fémur es el hueso más largo, más pesado y fuerte del cuerpo humano. Su extremo proximal se articula con el acetábulo del hueso coxal. Su extremo distal se articula con la tibia y la rótula. El cuerpo denominado diáfisis del fémur presenta una angulación medial y, en consecuencia, las articulaciones de la rodilla están más cerca de la línea media que las articulaciones de la cadera. Este ángulo de la diáfisis femoral llamado ángulo de convergencia es mayor en las mujeres, porque la pelvis femenina es más ancha.

El extremo distal expandido del fémur está formado por el cóndilo medial y el cóndilo lateral. Estos se articulan con los cóndilos medial y lateral de la tibia. Por encima de los cóndilos, se encuentran el epicóndilo medial y el epicóndilo lateral, en los que se insertan los ligamentos de la rodilla. En la superficie posterior, una zona deprimida entre los cóndilos se denomina fosa intercondílea. La carilla rotuliana se localiza entre los cóndilos, en la superficie anterior. Inmediatamente por encima del epicóndilo medial, se encuentra el tubérculo del aductor, una proyección rugosa que es un sitio de inserción del músculo aductor mayor. (Tortora J, 2006)

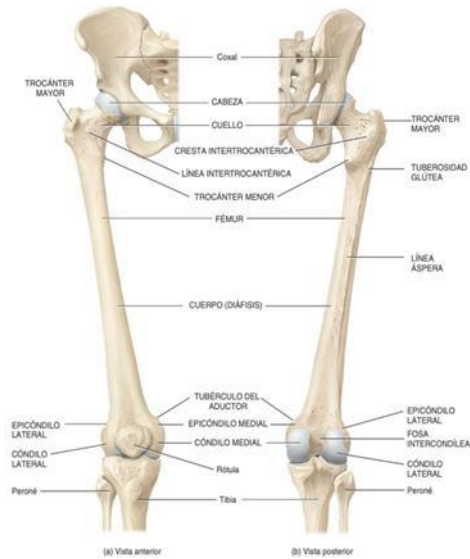


Figura 4

Imagen de (Tortora, 2006) Fémur en vista anterior y posterior

La rótula es el hueso de tipo sesamoideo más grande y flotante con localización anterior en la rodilla. Contiene una base, vértice y carillas articulares para contactar con los cóndilos femorales. Este sirve como palanca para el tendón rotuliano cuando se realiza la flexión. Su función primaria es la extensión de rodilla. (Moore, Dailey y Agur, 2013)

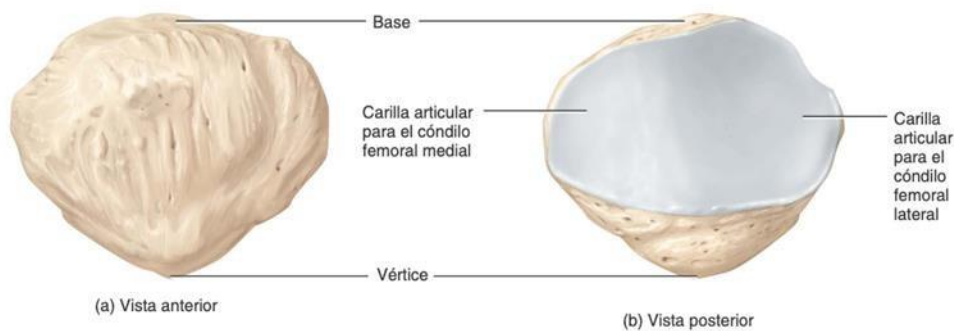


Figura 5

Rótula derecha en vista anterior y posterior – Imagen de (Tortora, 2006)

La tibia es el segundo hueso más largo del cuerpo humano después del fémur. Está articulada en su parte superior con el fémur y la rótula, lateralmente con el peroné y en su parte inferior con el tobillo. (Pró, 2012)

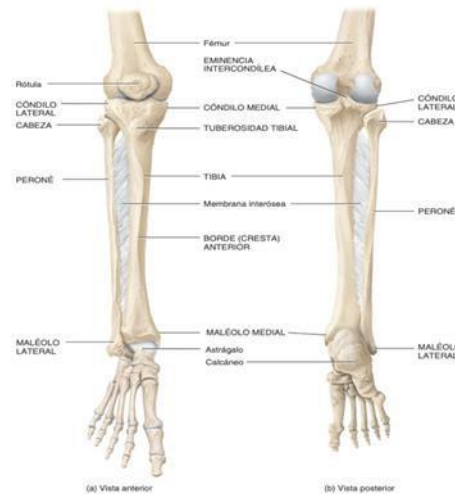


Figura 6

Imagen de (Tortora, 2006) Vista anterior y posterior de la tibia.

El peroné está localizado al lado de la tibia con la cual está conectado por su parte superior e inferior. Su pequeño extremo superior está situado hacia la parte trasera y por debajo de la cabeza de la tibia, excluido de la articulación de la rodilla. El extremo inferior se inclina un poco hacia delante proyectándose por debajo de la tibia formando la parte lateral de la articulación del tobillo. (Pró, 2012)

La goniometría se define como la disciplina que estudia la medición de los ángulos creados por la intersección de los ejes longitudinales de los huesos a nivel de las articulaciones. Sus objetivos principales son: evaluar la posición de una articulación en el espacio, es decir objetivar y cuantificar la ausencia de movilidad de una articulación y evaluar el arco de movimiento de una articulación en cada uno de los tres planos del espacio.

La articulación de la rodilla o femorotibial presenta movimientos de flexión, la cual tiene un valor normal de 0-150 ° (AO) / 0-135° (AAOS) y extensión activa con valor de 0° (AO) y 0° (AAOS), extensión pasiva con valor de 0-10° (AO) y 0-10° (AAOS), los cuales se realizan en plano sagital y eje transversal. (Taboadela C, 2007)

1.1.4. Ligamentos de rodilla. Su función principal es proteger y estabilizar las articulaciones permitiendo su movilidad, contribuir en el mantenimiento de la presión fisiológica intraarticular, intervenir de modo insustituible en los mecanismos de propiocepción y como desencadenantes del reflejo tendinomuscular. (Saló J, 2016)

Los ligamentos de rodilla están compuestos por ligamentos intracapsulares y extracapsulares.

Extracapsulares:

Según (Tortora 2006) las estructuras ligamentosas brindan estabilidad a la rodilla y actúan con frecuencia al momento de la extensión de rodilla. Estos son:

- **Ligamento rotuliano:** Corresponde a la continuación de la inserción del músculo cuádriceps femoral, se extiende desde la rótula hasta la tuberosidad de la tibia. Su función es reforzar la superficie anterior de la articulación.
- **Ligamento poplíteo oblicuo:** Ancho y plano, se extiende desde la fosa intercondílea y cóndilo lateral del fémur hasta la cabeza del fémur y cóndilo medial de la tibia. Su función es reforzar la superficie posterior de la articulación.
- **Ligamento poplíteo arqueado:** Se extiende desde el cóndilo lateral del fémur hasta la apófisis estiloides de la cabeza del peroné. Su función es fortalecer la región lateral inferior de la cara posterior de la articulación.
- **Ligamento colateral de la tibia:** Amplio y plano, se extiende desde el cóndilo medial del fémur hasta el cóndilo medial de la tibia y se une con firmeza al menisco medial. Los tendones de los músculos sartorio, recto interno y semitendinoso, que refuerzan la cara medial de la articulación, cruzan el ligamento, siendo esta su función de reforzar la cara medial de la articulación.

- **Ligamento colateral del peroné:** Redondo y se extiende desde el cóndilo lateral del fémur hasta la cara lateral de la cabeza del peroné, que se encuentra cubierto por el tendón del bíceps femoral. Su función es reforzar la cara lateral de la articulación
- Ligamentos intracapsulares:** Estos ligamentos se localizan dentro de la capsula. La función de estos ligamentos es conectar la tibia con el fémur. Se denominan así, por sus orígenes ya que se cruzan en trayectoria hacia sus inserciones, sobre el fémur
- **Ligamento cruzado anterior (LCA):** Se extiende posterolateral, anterior al área intercondílea de la tibia hasta la cara posteromedial del cóndilo lateral del fémur. Su función es evitar la hiperextensión de rodilla y el deslizamiento anterior de la tibia con respecto al fémur. Limita la hiperextensión de rodilla y evita el deslizamiento anterior de la tibia sobre el fémur
- **Ligamento cruzado posterior (LCP):** Se extiende anteromedial, desde la depresión del área intercondílea posterior de la tibia y menisco lateral hasta la cara lateral del cóndilo medial del fémur. Su función es evitar el desplazamiento posterior de la tibia en la flexión de rodilla (Tortora J, 2006).

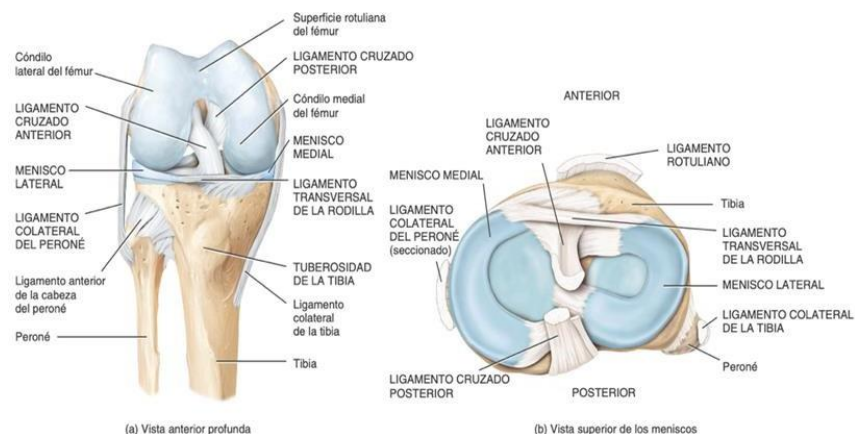


Figura 7

Articulación tibiofemoral derecha con sus respectivos ligamentos. Imagen de (Tortora J, 2006)

Los meniscos son placas fibrocartilaginosas en forma de C que se localizan entre las carillas articulares del fémur y la tibia, llevando a cabo una función amortiguadora, la cual proporciona la congruencia y absorción de impactos, posicionándose uno en el lado externo y otro en el lado interno de la articulación tibiofemoral. (Mayo Clinic, 2022)



Figura 8

Imagen de (Kenhub, 2022) Menisco medial.

Semejanzas y diferencias entre ligamentos y tendones:

Semejanzas	Diferencias
Densidad, empaquetado en haces cerrados	Los tendones poseen algunas células propias
Forma ondulada en reposo	Los tendones tienen los haces más alineados
Células entre los haces de fibras	Los tendones poseen más colágeno tipo 1
Tasa metabólica relativa baja	Los tendones poseen más enlaces cruzados
Aporte sanguíneo relativo escaso	El aporte sanguíneo es mayor en los ligamentos

Tabla 3

Elaboración propia con información de (Jurado B, 2008)

1.1.5. Músculos de rodilla. Los músculos estabilizadores de rodillas son:

Compartimiento anterior de rodilla (extensor)

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Acción
Cuádriceps femoral				
Recto femoral	Espina iliaca anteroinferior y la porción refleja por encima del acetábulo	Borde proximal de la rótula a través del ligamento rotuliano hasta la parte proximal de la tibia.	Crural L2,3,4	Extiende la articulación de la rodilla y flexiona la articulación de la cadera
Vasto lateral	Porción proximal de la línea intertrocantérea, borde anterior e inferior del trocánter mayor y línea áspera	Borde proximal de la rótula a través del ligamento rotuliano hasta la parte proximal de la tibia.	Crural L2,3,4	Extiende la articulación de la rodilla y flexiona la articulación de la cadera
Vasto medio	Superficie anterior y externa de dos tercios proximales del cuerpo del fémur, línea áspera y tabique intermuscular	Borde proximal de la rótula a través del ligamento rotuliano hasta la parte proximal de la tibia.	Crural L2,3,4	Extiende la articulación de la rodilla y flexiona la articulación de la cadera
Vasto interno	Mitad distal de la línea intertrocantérea, labio interno de la línea áspera, porción	Borde proximal de la rótula a través del ligamento rotuliano hasta la parte	Crural L2,3,4	Extiende la articulación de la rodilla y flexiona la articulación de la cadera

	proximal de la línea supracondílea interna	proximal de la tibia.		
Sartorio	Espina iliaca anterosuperior y mitad superior de la escotadura distal a la espina	Porción proximal de la superficie interna de la tibia	Crural L2,3,4	Rotación externa, abducción de cadera y flexión de la rodilla y rotación interna.
Bíceps femoral	Porción larga: Porción distal del ligamento sacrotuberoso y parte posterior de la tuberosidad del isquion	Cara lateral de la cabeza del peroné, meseta externa de la tibia y fascia profunda del lado externo de la pierna	Ciático (rama tibial) L5, S1, S2, S3	Extiende y ayuda a la rotación externa de la articulación de cadera
Tensor de la fascia lata	Porción anterior del labio externo de la cresta iliaca, superficie externa de la espina iliaca anterosuperior y superficie profunda de la fascia lata	En la cintilla iliotibial de la fascia lata, en la unión de los tercios proximal y medio del muslo	Glúteo superior L4, L5, S1	Produce la flexión, la rotación interna y la abducción de la articulación de la cadera, contribuye en la tensión de la fascia lata y puede ayudar en la extensión de rodilla

Tabla 4

Elaboración propia con información de (Kendalls, 2007)

Compartimiento posterior (flexor) de rodilla

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Acción
Bíceps femoral	Porción larga: distal al ligamento sacrotuberoso y parte posterior de la tuberosidad del isquion. Porción corta: <u>labio externo de</u>	Cara lateral de la cabeza del Peroné, meseta externa de la tibia y fascia profunda externa.	Porción larga: Ciático-rama tibial- L5, S1,S2,S3. Porción corta: Ciático - rama peronea- L5, S1, S2.	Producen flexión y rotación externa de la rodilla, extiende y ayuda a la rotación

	la línea áspera, dos tercios proximales a la línea supracondílea y tabique intermuscular externo.			externa de la cadera.
Semitendinoso	Tuberosidad del isquion por medio de un tendón común con la porción larga del bíceps femoral	Porción proximal de la superficie interna del cuerpo de la tibia y fascia profunda de la pierna	Ciático-rama tibial- L4,5 S1,2	Produce la flexión y rotación interna de la rodilla. Extiende la articulación de la cadera
Semimembranoso	Tuberosidad del isquion en la porción proximal y externa con respecto al bíceps femoral y al semitendinoso	Cara postero interna de la meseta interna de la tibia	Ciático-rama tibial- L4,5 S1,2	Produce la flexión y rotación interna de la rodilla. Extiende la articulación de la cadera
Poplíteo	Porción anterior del surco del cóndilo externo del fémur y ligamento poplíteo oblicuo de la articulación de la rodilla	Área triangular proximal a la línea del soleo sobre la superficie posterior de la tibia y fascia de cobertura del músculo	Tibial L4, L5, S1	Sin carga de peso (con origen fijo): rotación interna de la tibia sobre el fémur y flexiona la articulación de rodilla Durante la carga (con inserción fija): rotación externa del

				fémur sobre la tibia y flexiona la articulación de la rodilla
Gastrocnemio	Porción interna: porciones proximal y posterior del cóndilo interno y porción adyacente del fémur y capsula de la articulación de rodilla Porción externa: Cóndilo externo y superficie posterior del fémur y capsula de la articulación de rodilla	Parte media de la superficie posterior del calcáneo	Tibial S1, S2	Flexión de articulación de tobillo y ayuda a la flexión de rodilla
Plantar	Porción distal de la línea supracondílea externa del fémur y porción adyacente de su superficie poplíteo y ligamento poplíteo oblicuo de la articulación de rodilla	Parte posterior del calcáneo	Tibial L4, L5, S1, S2	Flexión de articulación de tobillo y ayuda a la flexión de rodilla
Recto interno	Mitad inferior de la sínfisis púbica y reborde interno de la rama inferior del pubis	Superficie interna de la diáfisis de la tibia, distal a la meseta, proximal a la inserción del	Obturador L2, L3, L4	Aducción de cadera, flexión y rotación interna de articulación de rodilla

		semitendinoso y lateral a la inserción del sartorio		
Sartorio	Espina iliaca anterosuperior y mitad superior de la escotadura inmediatamente distal a la espina	Porción proximal de la superficie interna de la tibia, cerca de su borde anterior	Crural L2, L3,L4	Produce la flexión, rotación externa y abducción en articulación de cadera. Flexiona la articulación y la rodilla e interviene en su rotación interna

Tabla 5

Elaboración propia con información de (Kendalls, 2007)

Músculos de rodilla agrupados de acuerdo con la acción articular de rodilla:

Flexión	Extensión	Rotación externa	Rotación interna
			En flexión:
Sartorio	Cuádriceps femoral	En flexión:	
Recto interno	Tensor de la fascia lata	Bíceps femoral porción corta	Sartorio
Poplíteo	Bíceps porción larga		Recto interno
Plantar			Poplíteo
Semitendinoso			Semimembranoso
Semimembranoso			Semitendinoso
Bíceps porción corta			
Bíceps porción larga			
Gastrocnemio			

Tabla 6

Elaboración propia con información de (Kendalls, 2007)

1.1.6. Tendón rotuliano. El tendón es una estructura anatómica de tejido conectivo fibroso denso que ancla el músculo al hueso. Su elemento básico es la proteína de colágeno, siendo el 70 % de colágeno tipo I y 2 % por fibras elásticas. (Sanchis F, 2013)

Su función principal es transmitir la fuerza muscular al esqueleto con mínima pérdida de energía, siendo este un factor importante en el rol de la propiocepción. Está formado por células denominadas tenocitos, la matriz extracelular constituida por proteínas estructurales, funcionales, glucosaminoglicanos y metalo-proteinasas. (Radice F, 2012)

Existen cuatro parámetros que pueden afectar a la capacidad adaptativa del tendón desde un punto de vista mecanobiológico, estos son: magnitud, velocidad, duración y frecuencia de la carga, por ende, la capacidad adaptativa del tendón estará determinada en gran parte por la propiedad viscoelástica y plástica que éste tenga. Un tejido que es capaz de volver a su forma original una vez cesa el estrés sobre esta estructura, se considera elástico. En caso de que no vuelva a su forma original, se considera viscoso. (Pérez A, 2020)

El tendón rotuliano se origina en el polo inferior de la rótula y se inserta en el tubérculo preespinal de la tibia. En condiciones normales tiene un color anacarado y a la hora de situaciones patológicas presenta un color amarillo-marrón. (Jurado B, 2008)

La vascularización del tendón proviene de tres orígenes, los cuales son la unión miotendinosa, unión osteotendinosa y del peritendón junto al mesotendón provenientes de tejidos vecinos. (Pangrazio O, 2009)

La zona de unión musculotendinosa (UMT) es el punto de encuentro o zona de transición donde se unen miofibrillas intracelulares con fibras extracelulares de colágeno. La UMT constituye una unidad funcional única, la cual es capaz de adaptarse a las distintas situaciones de

carga. Es una membrana plegada y extensa para aumentar la superficie de contacto y al mismo tiempo distribuir el estrés sobre el tejido. Es considerada ser una zona crítica durante la carga mecánica ya que en ella conviven el músculo y el tendón que responden de una manera diferente al estrés. La UMT es la placa de crecimiento del músculo debido a que las células son capaces de generar colágeno, también es considerada ser la zona de mayor sufrimiento al aplicar fuerzas de tracción durante la contracción muscular.

La unión osteotendinosa (UOT) se define como la inserción gradual del tendón en el hueso, la cual tiene un grosor de 1 mm. La unión del tendón al hueso se define como entesis, que se clasifica en dos categorías: entesis fibrosa y entesis fibrocartilaginosa, donde no existe vascularización. Existen dos tipos de unión osteotendinosa, la directa, donde el tendón se inserta en el hueso formando un ángulo recto y la indirecta, donde la inserción del hueso ocurre formando un ángulo agudo. (Jurado B, 2008)

El tendón rotuliano es considerado ser uno de los más potentes del cuerpo humano, aproximadamente de 4 o 5 centímetros de largo, 3 de ancho y 1 de grosor. Es una estructura esencial para mantenerse de pie frente a la gravedad, fundamental para caminar, correr y saltar, siendo su capacidad de estiramiento de 3 a 8 %. (Gómez J, 2016)

1.1.7. Pentatlón. El Pentatlón Moderno es una disciplina deportiva olímpica que fue creada por el fundador de los Juegos Olímpicos Modernos, Pierre de Coubertin en 1912, exclusivamente para el género masculino. La competición femenina se inició en los Juegos Olímpicos de Sidney 2000. A lo largo de la historia el Pentatlón ha sufrido de cambios de formato y reglamentos, como es la prueba combinada de tiro y carrera con el fin de captar al público y la media en eventos de alta importancia como los Juegos Panamericanos, Campeonatos Europeos, Campeonatos Mundiales y Juegos Olímpicos. Esto debido a los argumentos y criterios de retirar

la disciplina del formato olímpico. La Unión Internacional de Pentatlón Moderno (UIPM) y el Comité Olímpico Internacional (COI) aprobaron el deporte del Pentatlón hasta los Juegos Olímpicos de Los Ángeles 2028, siendo esta una gran noticia para el deporte, que con su historia, ha demostrado ser la única disciplina creada específicamente para los Juegos Olímpicos Modernos. Pierre De Coubertin menciona que el pentatleta, es el atleta ideal y completo, por las cualidades morales, físicas y mentales que conlleva. Consta de cinco disciplinas, las cuales son esgrima, natación, equitación y la prueba combinada (tiro-carrera), las cuales son realizadas en un solo día de competición.

La esgrima es el primer deporte con el que arranca la competición. El campo de juego, el cual es usado para este evento es llamado la pista. Se compone de una serie de combates o asaltos de 1 toque de espada de duración de 1 minuto, donde todos se enfrentan de manera directa, uno a uno. Si se acaba el minuto y ninguno logro tocar al oponente se toma como derrota para ambos atletas.

La natación consiste en 200 metros estilos libre, en esta prueba no se toma en cuenta la posición final en la serie, sino la marca o tiempo logrado para recorrer dicha distancia. Entre más rápido el tiempo, mayor será el puntaje obtenido.

La prueba de equitación se compone de un recorrido de 12 a 15 obstáculos de hasta 1.20mts de altura, el caballo es proporcionado por el comité organizador, sorteado y los atletas tienen un total de 20 minutos para acoplarse y familiarizarse con el caballo. El binomio que logre completar su recorrido sin ningún tipo de penalización obtiene el mejor puntaje.

Al completar las disciplinas de esgrima, natación y equitación, se suma cada puntaje obtenido. Para la salida de la prueba combinada, los competidores se clasifican de acuerdo con el sistema de hándicap, por sus puntuaciones alcanzadas en las disciplinas previamente

mencionadas. El puntaje equivale a segundos, es decir, el pentatleta que lidera la competición, por ende, tiene mayor número de puntos acumulados, comienza la prueba combinada como líder.

La prueba combinada está compuesta por la modalidad de tiro y carrera, donde se combina la precisión del tiro con pistola de aire, se deben de realizar 5 disparos efectivos en el menor tiempo posible para poder empezar con la fase de la carrera, la cual consiste en 800 metros. Esta secuencia se repite por 4 veces seguidas.

El ganador de la competencia es aquel pentatleta que logra obtener el mayor puntaje en las cinco pruebas, por ende, el primero en cruzar la meta. Logrando una óptima condición en sus habilidades técnicas como físicas en cada una de las disciplinas. La esgrima y carrera son las disciplinas que más se ven comprometidas con las lesiones tendinosas, por su alta demanda y carga a lo largo de la carrera y trayectoria de un atleta de categoría élite.

Las categorías del pentatlón se dividen de la siguiente manera:

- U-15 siendo estos los atletas de 15 años
- U-16 y 17, siendo estos los atletas de 16 y 17 años
- Categoría Junior, de 18 a 21 años
- Categoría Elite de 21 años en adelante

(UIPM, Union Internationale de Pentathlon Moderne, 2022)

1.1.8. Gestos deportivos del pentatlón. En el pentatlón existen 2 disciplinas que son de mayor relevancia a la hora del gesto deportivo y biomecánico. Estas son: la esgrima y carrera, ya que generan estrés y carga sobre el tendón rotuliano, debido a los saltos e impacto repetitivo que conllevan estas modalidades.

La natación, tiro y equitación son deportes, donde no se genera un golpe de manera excesiva. La esgrima es un deporte que exige una perfecta coordinación y reacción. Los gestos deportivos básicos para combatir, atacar y defender son la posición de guardia, paso atrás, paso adelante, fondo, doble fondo y flecha. El desplazamiento en la pista dependerá de la estrategia empleada por el atleta. El objetivo de la preparación es ubicarse en una distancia adecuada respecto a su oponente, con la finalidad de realizar una acción ofensiva o defensiva. Durante el gesto del fondo se realiza una extensión de brazo, seguida del lanzamiento, vuelo y caída de la pierna correspondiente al brazo armado, impulsada por la otra pierna, se estira velozmente el brazo armado sin tensión alguna mientras el cuerpo sigue inmóvil y la mano del brazo armado llega a situarse a la altura del hombro. En seguida se lanza el pie adelantado, estirando completamente la pierna aterrizando primero con el talón al suelo. El brazo no armado se estira intencionalmente de forma energética hacia atrás hasta quedar horizontal a la pierna retrasada. Este movimiento se divide en 3 fases, las cuales son analizadas mediante sus acciones musculares.

Fase 1: Movimiento concéntrico: Músculos de la cara anterior del muslo (cuádriceps, con la contracción principal de la cabeza del recto femoral), músculos de la cara anterior de la pierna (tibial anterior).

Movimiento excéntrico: Músculos de la cara posterior del muslo (bíceps femoral, semitendinoso y semimembranoso), músculos de la cara posterior de la pierna (gastrocnemio y tibial posterior).

Fase 2: Movimiento concéntrico: Músculos de la cara anterior de la pierna (tibial anterior) y músculos de la cara posterior del muslo (bíceps femoral, semitendinoso, semimembranoso).

Movimiento excéntrico: Músculos de la cara anterior del muslo (cuádriceps femoral) y músculos de la cara posterior de la pierna (complejo gastrosóleo)

Fase 3: Movimiento concéntrico: Músculos de la cara anterior del muslo (cuádriceps femoral) y músculos de la cara anterior de la pierna (tibial anterior).

Movimiento excéntrico: Músculos de la cara posterior del muslo en la semiflexión (bíceps femoral, semitendinoso y semimembranoso)

Durante el movimiento de fondo, en la etapa de caída es el momento que más carga y estrés recibe la articulación tibiofemoral. (Álvarez N, 2008)



Figura 9
Imagen de (López E, 2008) Atleta realizando el gesto del fondo

Durante la disciplina de carrera, se genera un proceso de locomoción en el cual el cuerpo humano, en posición erguida, se mueve hacia adelante soportando un peso alternativamente por ambas piernas. Mientras el cuerpo se desplaza sobre la pierna de soporte, la otra pierna se balancea hacia adelante como continuación o preparación para el siguiente apoyo. (Morales, 2012)

El ciclo de la carrera es definido como el movimiento ejecutado por una sola extremidad inferior, desde el contacto del talón hasta el siguiente contacto del mismo talón. (Barreto J, 2017)

La carrera presenta un patrón de movimientos de dos fases:

Fase de apoyo monopodal: El corredor contacta el suelo con un solo pie para tirar apoyo e impulsarse hacia adelante.

Fase de vuelo: El cuerpo se desplaza hacia adelante mientras ambos pies no tienen contacto con el suelo. El ciclo se completa con una nueva fase de apoyo monopodal, pero realizada por la pierna contraria. (Aynaguano E, 2020)



Figura 10

Imagen de: (Aynaguano E, 2020). Fases de la carrera

Componentes del Pentatlón	Capacidades
Tiro	Resistencia a esfuerzos de tendencia isométrica, resistencia anaeróbica, equilibrio estático y orientación
Esgrima	Flexibilidad, ritmo, anticipación, equilibrio, orientación, agilidad, resistencia anaeróbica, resistencia a esfuerzos de fuerza rápida, rapidez de reacción compleja y rapidez de traslación
Natación	Capacidad anaeróbica táctica, resistencia a la rapidez, rapidez de reacción simple, rapidez de traslación, resistencia a esfuerzos dinámicos, fuerza rápida, flexibilidad, equilibrio dinámico, orientación, ritmo, potencia aeróbica máxima
Equitación	Rapidez de traslación, rapidez de reacción simple y compleja, equilibrio estático y dinámico, fuerza isométrica, fuerza combinada, ritmo, orientación
Carrera	Rapidez de traslación, resistencia fuerza, flexibilidad, equilibrio dinámico,

orientación y ritmo, potencia aerobia
máxima, capacidad anaeróbica láctica

Tabla 7

Elaboración propia con información de (Delgado de la Cruz Y, 2018)

1.1.9. Lesiones en el pentatlón. En la actualidad, existen 2 publicaciones (Schmitz, 1985) y (Kelm, 2003) en las diferentes bases de datos asociado a las lesiones en el Pentatlón.

Localización	Lesiones agudas	Lesiones crónicas	Enfermedad	Otros	Total
Cabeza/cuello	4%	1%	92%	3%	40%
Pelvis/miembro inferior	39%	51%	8%	2%	37%
Hombro/miembro superior	38%	58%	0%	4%	13%
Torso	11%	14%	50%	25%	10%

Tabla 8

Elaboración propia con información de (Dennis J, 2010) Distribución del porcentaje de incidentes reportados por localización anatómica.

Disciplina	Lesión aguda	Lesión crónica	Enfermedad	Otros	Total
Carrera	18%	47%	32%	3%	36%
Esgrima	26%	46%	23%	5%	23%
Natación	6%	28%	61%	5%	19%
Equitación	40%	13%	33%	14%	15%
Tiro	0%	42%	58%	0%	7%

Tabla 9

Elaboración propia, con información de (Dennis J, 2010), Porcentaje de lesiones por evento específico en el pentatlón.

	Acute Injuries	Chronic Injuries	Illness	Others
Total	23%	33%	41%	3%
Contusions	26%			
Strains	23%			
Sprains	15%			
Ruptures	11%			
Fractures	10%			
Abrasions	6%			
Luxation	5%			
Others	4%			
Stress fractures		10%		
Tendinitis				
Fasciitis		72%		
Periostitis				
Existing sprains		4%		
Existing luxations		2%		
Others		12%		
Otitis				
Pharyngitis			91%	
Laryngitis				
Others			9%	

Tabla 10.

Percentage of distribution by type of reportable incidents (Kelm t al. 2003)

1.1.10. Tendinitis rotuliana. La tendinitis rotuliana deriva de una situación de predominio inflamatorio. También denominada rodilla de saltador o *jumpers knee* se define como un proceso o alteración inflamatoria del tendón rotuliano, siendo la causa primaria la sobrecarga funcional (Bonilla, 2016). Esta patología se ve asociada a deportes donde el movimiento de extensión de rodilla es sometido a alteraciones en la alineación del mecanismo extensor, inestabilidad asociada con fuerzas generadas en determinados traumatismos repetitivos, repentinos y balísticos con momentos de fuerza muy elevados (FCBarcelona, 2010).

La irrigación del tendón rotuliano proviene de las arterias geniculadas, por ende, depende de pequeños ramos terminales del nervio ciático, pero sobre todo el nervio poplíteo. (Jurado B, 2008)

Estas estructuras poseen un punto de unión de musculo tendón o también denominada unión miotendinosa (UMT) y un punto de unión de tendón hueso denominado unión osteotendinosa (UOT). Estas estructuras presentan un aspecto blanquecino debido a su vascularidad relativa, esta inervación de los vasos proviene principalmente de los músculos, que se irriga en diferente proporción dividido en tres secciones: UMT, cuerpo del tendón y UOT (Jurado, 2008).

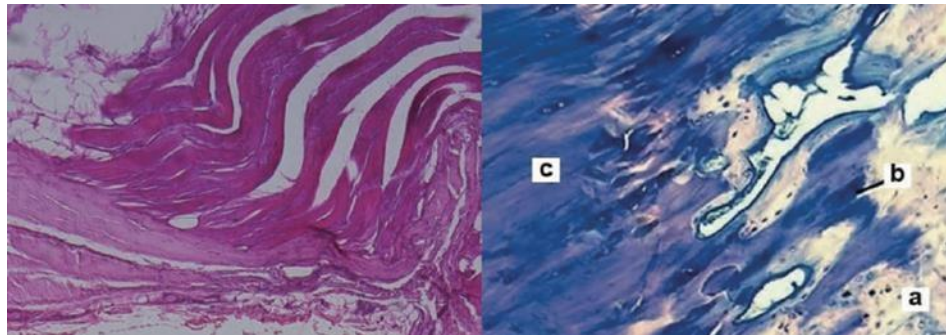


Figura 11

Imagen de: (Rosero D, 2016) Izquierda: Unión miotendinosa, derecha: unión osteotendinosa.

Desde un punto de vista microscópico el tendón se compone de:

- Tenocitos y fibroblastos: Forman el tejido tendinoso. Su función es sintetizar la sustancia fundamental y el colágeno.
- Tejido conjuntivo: Se encuentra en diferentes capas a lo largo del tendón, estas son:
 - a. Endotendón: Rodea a un conjunto de fibras de colágeno para formar un fascículo, donde se encuentran fibroblastos, vasos sanguíneos, nervios y vasos linfáticos. Su función es mantener a los fascículos unidos para formar la unidad del tendón.

- b. Epitendón: Vaina de tejido conectivo continua de la matriz interfascicular que recubre la superficie del tendón, denominada la primera capa externa del tendón.
- c. Peritendón: Es el conjunto formado por las capas externa, el epitendón y el paratendón.
- d. Matriz extracelular: Llamada también matriz extracelular, compuesta por una mezcla de proteoglicanos y agua. (Verdejo A, 2021)

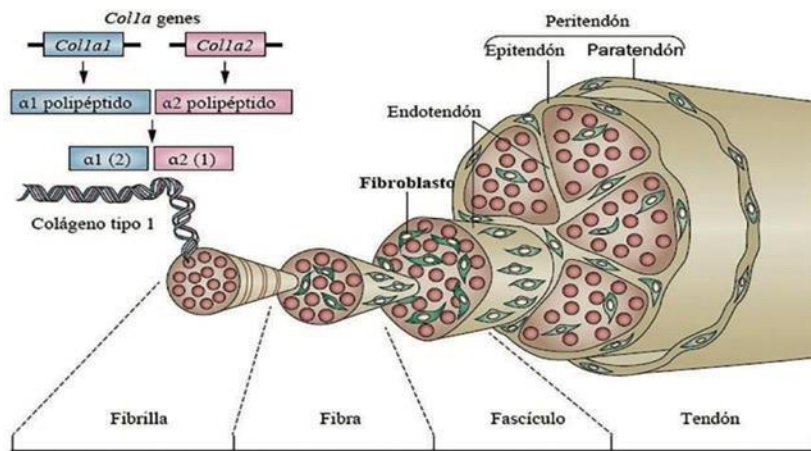


Figura 12

Imagen de: Nourissat G, 2015) Estructura jerárquica del tendón.

1.1.11. Fisiopatología. Las causas de la inflamación del tendón han estado en constante debate durante la última década en la medicina deportiva, ya que no existe congruencia entre dolor, la estructura y disfunción del mismo tendón. (Chierici L, 2019)

En la Guía de práctica clínica del Fútbol Club de Barcelona, publicado en 2012, existen cuatro modelos que explican los diferentes procesos fisiológicos que desarrollan la sintomatología de la tendinopatía rotuliana.

- a. Modelo tradicional

Este modelo refiere que el sobreuso del tejido tendinoso provoca una inflamación, por ende, dolor. Microscópicamente se visualiza un tendón de consistencia blanda o con fibras de colágeno desorganizadas, de color amarillo oscuro en la porción posterior profunda del polo inferior de la rótula, las fibras de colágeno desorganizadas y separadas por un aumento de la sustancia fundamental. Esta observación se describe como degeneración mucoide. Los hallazgos básicos son la degeneración del colágeno, junto con una fibrosis variable y neovascularización.

b. Modelo mecánico

El modelo mecánico atribuye a dos causantes del dolor, la primera, el colágeno intacto residual adjunto al área de lesión por el estrés incorporado que supera su capacidad normal de carga y la segunda a un dolor por un *impingement* tisular. Varios estudios han validado por técnicas de imagen su desacuerdo y contradicción al respecto, refiriendo que un paciente puede tener una anomalía morfológica menor o inexistente y aun así presentar síntomas, demostrando que el dolor tendinoso se debe a algo más que la pérdida de continuidad de colágeno. Se discute sobre el caso del *impingement* tisular o compresión. En este caso el tendón se inserta en una localización donde sufre una compresión por parte del hueso. Los autores que defienden esta teoría refieren que la causa del dolor rotuliano se atribuye a la compresión de la grasa infrapatelar por ser una estructura muy sensible con nociceptores, adaptándose una forma específica de tejido peritendinoso nociceptivo sensible a irritantes bioquímicos. Mencionando que el dolor no tiene que ser necesariamente de origen tendinoso. Los atletas deberían de obtener una mejoría sintomática cuando el tendón se libera de la compresión y el tendón se visualiza intacto, pero en este caso no es así.

c. Modelo bioquímico

La causa de dolor es causada por factores bioquímicos que activan los nociceptores, la sustancia P y los neuropéptidos. Se genera una irritación química, debido a una hipoxia regional y a la falta de células fagocitarias para desechar productos nocivos de la actividad celular. Estos nociceptores se localizan en la membrana sinovial, el periostio y la grasa infrapatelar. En la actualidad, este tercer modelo es aceptado y nombrado como válido por diferentes autores.

d. Modelo vasculonervioso

Este modelo se centra en el daño neural y la hiperinervación. Las fibras nerviosas que se encargan de detectar la sustancia P se encuentran en la unión hueso-periostio-tendón, de tal forma que los microtraumatismos repetitivos por el sobre uso en la zona antes mencionada producirán un ciclo o proceso de isquemias repetitivas que aportan y favorecen la liberación de sustancias de desecho y por ende de sustancia P, generando una hiperinervación sensitiva nociceptora. Este modelo refiere que la causa en una lesión tendinosa por degeneración descende de las células dañadas que liberan sustancias químicas tóxicas sobre las células adyacentes sanas. Actualmente este modelo es el más aceptado. (FCBarcelona, 2012)

El modelo que mejor correlación clínica tiene en la actualidad y engloba un proceso continuado en la patología de la tendinopatía es llamado continuum. Este modelo hace referencia a una evolución constante en la lesión, que se sustenta en las características de tres estados tisulares, las cuales se definen como tendinopatía reactiva, tendinopatía degenerativa y tendón desestructurado.

La tendinopatía reactiva no tiene respuesta inflamatoria de la célula. Estas se desarrollan por sobrecargas agudas de fuerzas tensionales o de compresión, sinónimo del resultado del aumento repentino de actividades físicas, contusiones directas a las que el tendón está poco adaptado y a tendones que han estado comprometidos a cargas altas, posterior a un periodo de descarga en un

deportista desentrenado saliendo de una lesión o una persona sedentaria que aumente su actividad física. Microscópicamente se define la tendinopatía reactiva como una respuesta hiperactiva celular a la carga y no se visualizan cambios en la matriz celular, por ende, la cantidad numeral de células tendinosas aumentan drásticamente.

La tendinopatía degenerativa se define como una progresión de la desorganización de la matriz de colágeno, cambios en las células y aparición neovascularización, siendo la falta de relación entre dolor y patología, ya que algunas tendinopatías llegan a ser asintomáticas. (Cook J, 2017)

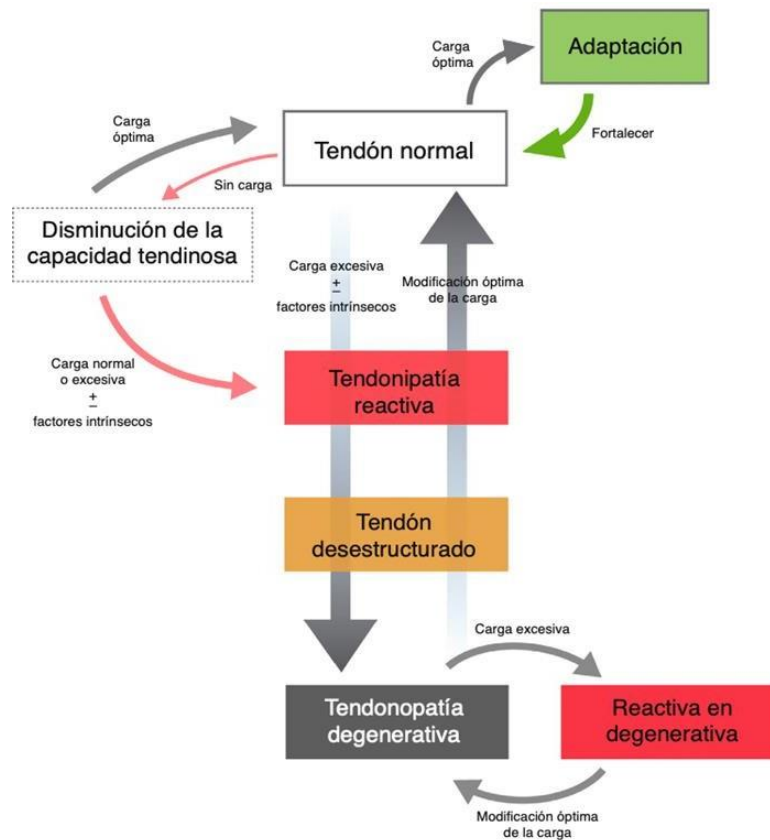


Figura 13

Imagen de (Cook J, 2017) Modelo del continuum de la patología del tendón, destacando la transición en las fases tempranas de lesión, siendo irreversible en la fase degenerativa.

1.1.12. Clasificación. Características clínicas según su estadio agudo o crónico según (Jurado B, 2008)

Tendinopatía aguda	Tendinopatía crónica
El momento de inicio es conocido (trauma)	El inicio de la lesión es desconocido
Dolor inicial, que disminuye progresivamente durante el proceso de intervención	Dolor intenso después de la actividad deportiva

Tabla 11

Elaboración propia con información de (Jurado B, 2008)

Según el autor (Jurado B, 2008) las tendinopatías son clasificadas de diferentes maneras y describe las siguientes según su tiempo de evolución:

- Tendinopatía aguda o tendinitis de 0 a 2 semanas
- Tendinopatía subaguda de 4 a 6 semanas
- Tendinopatía crónica mayor a 6 semanas

Desde el punto de vista histopatológico:

Diagnóstico	Patología macroscópica	Datos histopatológicos
Tendinosis	Degeneración intratendinosa debido a microtraumatismo, deterioro vascular o edad	Desorientación y desorganización del colágeno, neovascularización y celularidad aumentada
Tendinitis	Degeneración sintomática del tendón con rotura vascular y respuesta inflamatoria	Proliferación fibroblástica, hemorragia y organización del tejido de granulación
Tenosinovitis	Inflamación de la capa externa del tendón	Degeneración mucoide en el tejido areolar
Tenosinovitis con tendinosis	Paratendinitis asociada con degeneración intratendinosa	Cambios degenerativos con degeneración mucoide con o sin fibrosis y células inflamatorias.

Tabla 12

Elaboración propia con información de (Jurado B, 2008)

Paratendinitis: Se produce con el rozamiento del tendón sobre una protuberancia en el hueso. Esta solo afecta a la capa del tejido que cubre el tendón, y puede denominarse de diferentes maneras: Paratendinitis y Tenosinovitis. Se llega a considerar tenovaginitis cuando afecta a la vaina de la capa doble del tendón. Varios autores han coincidido que, dependiendo de la anatomía patológica, la tendinopatía se clasifica en:

- a. Tendinitis: Condición en la cual el tejido del tendón se expone a una respuesta inflamatoria.
- b. Tendinosis: Degeneración tendinosa sin respuesta celular inflamatoria dentro del tendón. (Barrera F, 2013)

1.1.13. Etiología de la tendinitis aguda. El autor (Jurado B, 2008) afirma que existen dos causas por las que el tendón sufre de una lesión. La causa extrínseca, por ende, un problema mecánico se asocia a razones externas del tendón, la cual tiene como solución reconocer la causa lesional, en otras palabras, identificar y corregir el origen del problema, siendo estas el sobreuso como primer factor, refiriéndose a el 4 % a 8 % de estiramiento repetitivo del tendón de su longitud original, lo que genera roturas macroscópicas y microscópicas en su estructura que llegan a determinar la gravedad de edema, inflamación y dolor. La actividad o ejercicio repetitivo de origen excéntrico inicia con la acumulación de microtraumatismos que llegan a debilitar los puentes de colágeno, la matriz y los elementos vasculares del tendón. El autor (*Leadbetter, 2014*) define la lesión por sobreuso cuando un proceso destructor debido a la aplicación de estrés supera el proceso de recuperación, refiriéndose a el principio de transición que se denomina la capacidad ideal de encontrar el equilibrio ideal entre el ejercicio y recuperación del atleta. Como segundo factor se encuentra la fatiga o debilidad muscular que se produce a un déficit propioceptivo, siendo esta una respuesta inadecuada por parte de la

musculatura siendo incapaz de alargarse para proteger al tendón de la lesión, por lo que se refiere a una pérdida de la capacidad de absorción de energía por la unidad músculo-tendinosa. Como tercer factor se describe la alteración del equilibrio muscular, siendo esta un factor importante en deportistas élite, debido a los desequilibrios entre músculos agonistas y antagonistas, la repetición de gestos y patrones durante la ejecución de determinados movimientos y técnicas que afectan a los músculos de mayor propulsión. Como cuarto factor se encuentra el sentido de aplicación de la fuerza muscular sobre el tendón, el cual es orientado en el sentido del eje del tendón y otro en el sentido de la tracción, siendo el ángulo de orientación de las fibras musculares un valor determinante en el tamaño de cada vector, refiriéndose a movimientos repentinos, inesperados y de máximo esfuerzo generando una oposición al estiramiento subsiguiente a la contracción muscular en la práctica deportiva.

La causa intrínseca, es decir el problema sistémico o de origen metabólico debe de ser tratado en un contexto más general. El envejecimiento tendinoso presenta dos fases: una fase inflamatoria y una fase de degradación biológica, manifestándose así una atrofia muscular selectiva de las fibras tipo II, con un déficit de fuerza muscular a velocidad rápida. El hundimiento metabólico es considerado el segundo factor intrínseco, que se define la delgada línea que separa el aumento del ejercicio con la capacidad de adaptación que interfieren y sobre estresan el tejido por encima del punto de normal mantenimiento y reparación celular, considerando una nueva solicitud de reincidencia previo a la regeneración completa, considerando una lesión permanente que se denomina como la tendinosis. (Jurado B, 2008)

Factores intrínsecos asociados a la tendinopatía:

Generales	Locales
• Sexo • Edad	• Mal alineaciones: Pie plano, cavo, hiperpronado o hipopronado,

• Grupo sanguíneo • Aporte sanguíneo • Isquemia/hipoxia	genu valgo/varo, anteversión del cuello femoral • Dismetría de miembros inferiores • Debilidades y desequilibrio muscular • Laxitud articular • Disminución de la flexibilidad • Rotula alta
---	---

Tabla 13

Elaboración propia con información de (Castro P, 2021)

Factores extrínsecos asociados a la tendinopatía:

- Métodos de entrenamiento
- Duración o intensidad excesiva
- Déficit de adaptación fisiológica
- Inadaptación a la especificad del entrenamiento
- Incrementos súbitos en el programa de entrenamiento
- Errores en la adaptación individual al entrenamiento
- Cambios de superficie de entrenamiento o calentamiento insuficiente
- Entrenamiento general inadecuado
- Recuperación insuficiente
- Problemas derivados del material (Jurado B, 2008)

1.1.14. Epidemiología. La tendinitis rotuliana aguda es hoy en día una importancia epidemiológica de primera categoría, ya que durante los últimos años el volumen de casos ha se ha incrementado significativamente, debido a que el nivel deportivo competitivo a nivel élite

cada vez está más alto, por ende, se realizan tiempos, cargas e intensidades más prolongadas de entrenamiento.

Globalmente practican el deporte de pentatlón en nivel élite 8 mil atletas. (UIPM, 2022)

En Guatemala, hay un total de 108 atletas asociados, siendo 40 atletas de categoría élite. (ADPMG, 2022)

El porcentaje más alto radica en Europa con el 80 %, siendo el país de Hungría con 22 medallas olímpicas, considerado la potencia mundial en base a resultados históricos en Juegos Olímpicos.

(UIPM-Unión Internationale de Pentatlón Moderne)

108 pentatletas de categoría élite, 54 femeninas y 54 masculinos fueron entrevistados por su trayectoria deportiva con relación a lesiones sufridas durante su entrenamiento o competición. Se concluye que la disciplina de carrera es la más factible en relación con recaídas o lesiones. (Kelm, 2003)

A nivel de Centroamérica, en la Ciudad de México, entre el 1 de mayo al 31 de octubre del 2017, se realizó una estadística sobre las principales patologías en atletas de alto rendimiento. Se tomaron en cuenta 3875 deportistas, con un total de 2253 lesiones manifestadas. La tendinitis rotuliana obtuvo de 285 casos, siendo esta un 12,64 %, la tercera patología más frecuente. (Castro P, 2017)

1.1.15. Pruebas diagnósticas. La valoración mediante el examen físico se inicia con la historia clínica, anamnesis, diagnóstico diferencial y todos los antecedentes médicos.

Se detectan los factores predisponentes, la causa de la sobrecarga deportiva, el plan de entrenamiento y competitivo realizado, superficie de entrenamiento, cargas de trabajo y calzado. (Benito A, 2019)

La valoración fisioterapéutica se concentra en las evaluaciones de fuerza, rangos de movimiento, el test de carga llamada *Squat* monopodal, el aterrizaje en salto bipodal y unipodal, por último, la dorsiflexión de tobillo puede generar un mayor riesgo si tiene menos de 36.5 grados. (Torras C, 2021)

La exploración clínica implica la valoración de posibles alineaciones, como las incorrectas del aparato extensor, del ángulo Q de Insall, de la pronación del retropié, de la asimetría de las extremidades inferiores, de la atrofia del cuádriceps y de la flexibilidad muscular de los isquiosurales, gastrocnemio y cuádriceps. (Pruna R, 2012)

La escala VISA-P (Victorian Institute of Sports Assessment for Patellar Tendinopathy) es la escala subjetiva más utilizada para la tendinopatía patelar. Se utiliza para medir la etapa de la lesión, el avance y efectividad del tratamiento fisioterapéutico. Un puntaje de 100 puntos indica un paciente sano y asintomático. El paciente en una etapa aguda tiene un aproximado de 55 puntos en la escala VISA. Debe ser utilizada en intervalos de 4 semanas o más.

La escala Knee Society Score (KSS) evalúa el dolor, estabilidad y rango de movilidad. (Abat F, 2021)

Métodos diagnósticos por imagen

La ecografía y la resonancia magnética son los métodos diagnósticos más comunes para evaluar y diagnosticar la estructura del tejido tendinoso.

La ecografía presenta una sensibilidad de 58% y una especificidad de 94%. La resonancia magnética muestra un 78% de sensibilidad y 86% de especificidad. (Benito A, 2019)

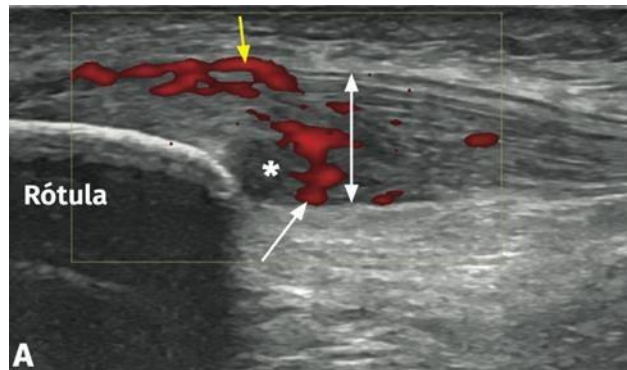


Figura 14

Imagen de (Abat F, 2021) Estudio ecográfico de una tendinopatía rotuliana. En vista longitudinal.



Figura 15

Imagen de: (Abat F, 2021). Corte transversal del mismo tendón.



Figura 16

Imagen de: (Abat F, 2021) Resonancia magnética de un paciente afectado por tendinopatía rotuliana de larga evolución.

1.1.16. Cuadro clínico. Las manifestaciones clínicas presentadas son el dolor directamente sobre el tendón rotuliano o debajo de la rótula, rigidez en la rodilla, particularmente al saltar, arrodillarse, agacharse sentarse o subir escaleras, dolor al flexionar la rodilla, debilidad en la pierna o pantorrilla, problemas de equilibrio, aumento de la temperatura, sensibilidad excesiva o hinchazón alrededor de la parte inferior de la rodilla. (Bonilla P, 2016)

El autor (Cook J, 2018) refiere que el dolor aparece de forma instantánea y está vinculado a la carga, sobre todo en gestos que almacenan y liberan energía, como el salto, el freno y el pivot. El dolor es considerado ser dependiente de la dosificación, quiere decir que irá en aumento en relación con el incremento progresivo de la carga, disminuye con el calentamiento, es raramente experimentado durante el reposo, aumenta notablemente el día después luego de la actividad física, al estar por tiempo prolongado en posición de sedente, se manifiesta en actividades de baja carga, como lo es bajar o subir las escaleras, realizar sentadillas y ponerse en cuclillas.

1.1.17. Afectaciones en su funcionalidad en el paciente. Las afectaciones funcionales, llegan a provocar déficits funcionales como la limitación en la flexión de rodilla luego del salto vertical, la tendencia a la extensión de cadera luego del salto horizontal, se encontrara una alteración de la postura y la alineación corporal, una menor flexibilidad de cuádriceps e isquiotibiales, se reflejara una pérdida de la dorsiflexión de tobillo en carga de peso y una notoria disminución de la fuerza en la musculatura de cuádriceps femoral, gastrocnemios y glúteo mayor. (Cook J, 2018)

1.1.18. Proceso de rehabilitación. Dentro de la fisioterapia existen diversos medios de abordajes terapéuticos para esta lesión, según la guía práctica clínica de las tendinopatías del servicio médico del Futbol club Barcelona (2012) en la fase aguda de tratamiento se trabaja un calentamiento con cicloergómetro sin impacto para el calentamiento del tendón, terapia manual equivalente a liberación miofascial del músculo cuádriceps femoral, movilización de rótula, extensibilidad manual del tendón transversal y longitudinal. (Cook J,2018)

El típico tratamiento conservador e inicial para la tendinitis rotuliana es el método PRICE, el cual se basa en la protección, reposo, hielo, compresión y elevación, siempre teniendo en cuenta el historial clínico, el deporte que realiza el atleta buscando la adaptación. (Alonso M, 2013)

El ejercicio excéntrico se basa en la resistencia generada al alejamiento del origen e inserción muscular, su práctica ha sido investigada por varios autores, por lo que es presentada como la mejor opción como tratamiento preventivo y rehabilitador de la tendinopatía, por su efecto estimulador en las fibras de acción rápida, permitiendo regenerar tensiones del 30 al 50 % mayores que la fuerza isométrica máxima, generando un efecto reparador posterior a la producción de microdesgarros musculares. (De La Puente E, 2019)

1.1.19. Tratamiento fisioterapéutico. La iontoforesis se define como una intervención terapéutica por la cual se administra un medicamento por vía transdérmica por medio de una corriente galvánica, siendo la lidocaína y la dexametasona los medicamentos más empleados en dicha patología investigada, generando un efecto analgésico, siempre en combinación de un programa de ejercicios. Los artículos científicos actuales han propuesto que el masaje transversal profundo también denominado Cyriax ha demostrado no obtener resultados favorables en la estructura tendinosa, provocando dolor sin beneficio alguno. La aplicación de la termoterapia, considerando su efecto de vasodilatación y estimulación de actividad celular y la crioterapia provocando un efecto desinflamatorio agudo se utilizan como método de intervención desde la antigüedad para las patologías de origen tendinoso. (Cardoso TB, 2019)

La electrólisis percutánea consiste en la aplicación de una corriente galvánica por medio de una aguja de acupuntura, la cual produce una reacción electroquímica, que da como resultado la destrucción del tejido lesionado y una inflamación local controlada. Esta técnica es recomendada llevarla a cabo de la mano con un ecógrafo para corroborar la localización correcta anatómicamente a la hora de la que la aguja llegue a la zona objetiva y así visualizar la reacción del proceso. Dicha técnica en combinación con ejercicios excéntricos con resistencia manual promueve los tiempos de regeneración, por ende, un acortamiento del tiempo de recuperación. (Viita MA, 2012)

Respecto a los tratamientos farmacológicos, el efecto de analgesia enmascara el dolor, permitiendo a los pacientes obviar los síntomas iniciales ocultando su recuperación. (Ziltener J, 2010)

Previo a realizar el ejercicio excéntrico, y dosificar el volumen, la intensidad, el tiempo de trabajo, reposo y la técnica, es de gran importancia tener en cuenta que la aparición de dolor solo

ocurra en la última fase de entrenamiento, la cantidad de carga según el estadio y situación, lo que conlleva a un aumento progresivo, debe de existir una flexibilidad óptima en el tendón, con el fin de soportar las altas tensiones que se producen en el recorrido de la contracción concéntrica y excéntrica. Con el fin de trabajar con la correcta alineación y sinergia entre el músculo y el tendón es necesario aplicar fuerza suficiente sobre la unión miotendinosa (UMT). (Cardelle S, 2016)

Según (Cook J, 2017) el tratamiento para la tendinopatía más investigado es el ejercicio excéntrico.

El estudio realizado por (Langbert et al) menciona que tras un programa de ejercicio excéntrico de 12 meses se evidencio un aumento de la producción de colágeno en los tendones dañados, incremento en la concentración de colágeno tipo 1 en el peritendón relacionándolo clínicamente con una disminución en los niveles de dolor. El ejercicio excéntrico mejora la estructura tendinosa a corto y largo plazo. El autor Alfredson refiere que, durante la ejecución de 12 semanas de ejercicio excéntrico, se produce en los neovasos tendinosos una interrupción temporal del flujo sanguíneo, demostrándolo mediante la visualización de la vascularización del tendón por medio de una ecografía Doppler. El entrenamiento excéntrico de manera repetitiva daña el vaso sanguíneo anormal y los nervios adyacentes que lo acompañan eliminando así el dolor. Otros estudios han mencionado reducciones del 45% del flujo sanguíneo capilar peritendinoso anormal. Durante el ejercicio excéntrico se produce un alargamiento de la unidad músculo-tendinosa y un aumento de la capacidad de los tendones para soportar cargas con el tiempo. (Verdejo A, 2021)

Las contracciones excéntricas son muy importantes en las actividades cotidianas y deportivas y se presentan como un elemento importante en los programas de ejercicios terapéuticos en tendinopatías. (Flórez, 2003)

El *squat* declinado es considerado ser el principal ejercicio rehabilitador en la intervención de las tendinopatías patelares. Según el autor (Soderman, 2001) el trabajo excéntrico produce un aumento de la fuerza de tensión tendinosa, provoca un efecto del estiramiento en el alargamiento de la unión músculo-tendinosa, en la reducción de la movilidad articular y alteración en la percepción del dolor proveniente del tendón. (Domínguez R, 2012)

Los programas de fortalecimiento muscular son elemento clave en el tratamiento de las tendinopatías rotulianas. El entrenamiento excéntrico consiste en un trabajo diario de 12 semanas. Se debe de realizar de forma progresiva, la dificultad del ejercicio y dosificación dependen de las características de cada atleta. El ejercicio excéntrico manual, en tirante musculador solamente en bajada, excéntrico en tirante musculador solamente en subida, excéntrico en tirante musculador con electroestimulación, excéntrico con máquina, excéntrico en plano inclinado y excéntrico en plano inclinado más vibración mecánica en dosificación correcta muestran resultados positivos respecto a la recuperación de la patología investigada. (Castro-Maldonado P, 2021)

1.2. Antecedentes Específicos

1.2.1 Pentatlón. El pentatlón moderno es la disciplina deportiva olímpica en la que se ejercen varias disciplinas deportivas durante una jornada por un mismo competidor. Los deportes que componen la competencia de pentatlón son: esgrima, natación, equitación, tiro y carrera. Este ámbito deportivo busca que los competidores hagan uso de habilidades, resistencia y

técnicas para la ejecución ideal de cada actividad. La secuencia de actividades empieza por esgrima, natación, así como ecuestre, posterior a conocer los puntos acumulados, se da inicio a carrera y tiro, puesto que el orden está ligado a la tabla de puntos (Villavicencio, 2018).

La exigencia de esta disciplina es ampliamente reconocida, tal como lo evidencia CONADE (2018) al indicar que:

Si ya requiere mucho esfuerzo el entrenamiento, la condición física, la concentración y tantas cosas más, en las que hay que ser tenaces para lograr ser un buen deportista, imagínate lo duro que será para el atleta que compite a un alto nivel, no en un sólo deporte, sino en cinco.

La incorporación del pentatlón moderno a los Juegos Olímpicos fue realizada en 1912, esto a través de gestiones por parte de Pierre de Coubertin, el cual figura como fundador de dicha competencia de categoría mundial. La trascendencia de este deporte se evidencia en que, para los Juegos Olímpicos de Verano realizados en Tokio durante el 2020, el pentatlón aún figura como parte de tan prestigiada competencia. En la página oficial de dicha competencia figuran las reglas, modalidades y demás datos importantes de cada especialidad. A continuación, se profundiza acerca de la carrera y esgrima como parte esencial del pentatlón (Marca, 2020).

La carrera es parte de los deportes que siempre han estado en el pentatlón y consiste en recorrer un total de 3200 metros en lapsos de 4 x 800 metros de distancia a gran velocidad por medio de una pista. En cuanto a la pista se dice que esta debe estar adecuadamente posicionada para que los espectadores, jueces y demás actores visualicen la competencia. En esta se debe trazar de forma clara la ruta que deben seguir los competidores. El diseño de estas instalaciones debe evitar situaciones que generen riesgo de lesión, claro esto bajo la condición de evadir los declives pronunciados o las vueltas que puedan ser interpretadas como brucas. (CONADE, 2018)

La esgrima se practica en pistas uniformes que evitan la creación de desventajas para los competidores. La iluminación debe ser idónea para cada ambiente, es decir, no debe haber exceso de luz que bloquee o dificulte la vista de los competidores, ni debe existir ausencia de luz que impida la correcta visualización. Es importante mencionar que para la competencia de pentatlón deben existir varias pistas en las que se desarrollen enfrentamientos simultáneos.

El equipo esencial que deben poseer los esgrimistas se compone de la espada y vestuario. La espada debe pesar menos de 770 gramos, esto para evitar sobrecarga y cansancio para los competidores. Además, el vestuario se compone de medias, careta, guantes, chaqueta y pantalón, los cuales comúnmente son del color representativo del país originario. En cada evento se deben marcar con letras las pistas y también deben existir pistas de reserva. (Ko B, 2021)

La Unión Internacional de Pentatlón Moderno ha dado a conocer la aprobación de un nuevo formato olímpico para los Juegos Olímpicos de París 2024, con una duración de 90 minutos y sistema de eliminación. La primera disciplina del Pentatlón comenzara con la equitación, seguida por la ronda de bonificación *“bonus round”* de esgrima, los 200 metros estilos libres y por último la prueba combinada conformada por carrera y tiro. Los descansos serán de 5 a 15 minutos entre cada disciplina. El objetivo del formato es crear un espectáculo innovador, más atractivo para la televisión y el público en general, llevando a cabo las 5 disciplinas en un solo lugar, el estadio o campo de juego. El presidente de la UIPM Dr. Klaus Schormann menciona: “Logramos un hito trascendental en la larga historia de nuestro amado deporte olímpico.” (UIPM, 2021)

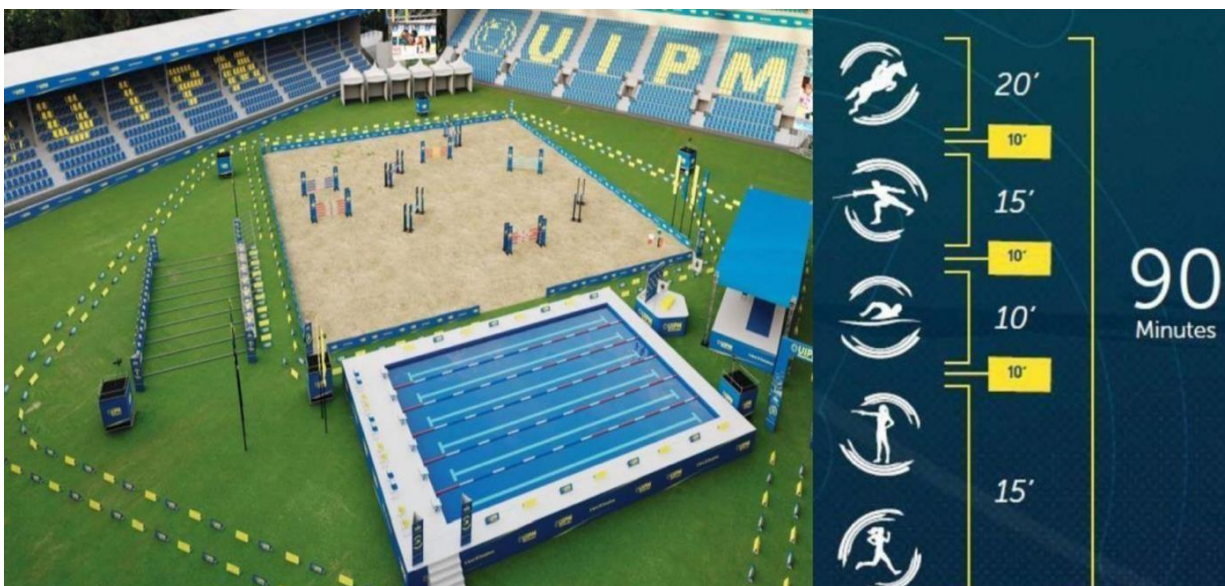


Figura 17

Fuente: Imagen de <https://www.blogolimpico.com/nuevo-formato-olimpico-pentatlon-moderno/>

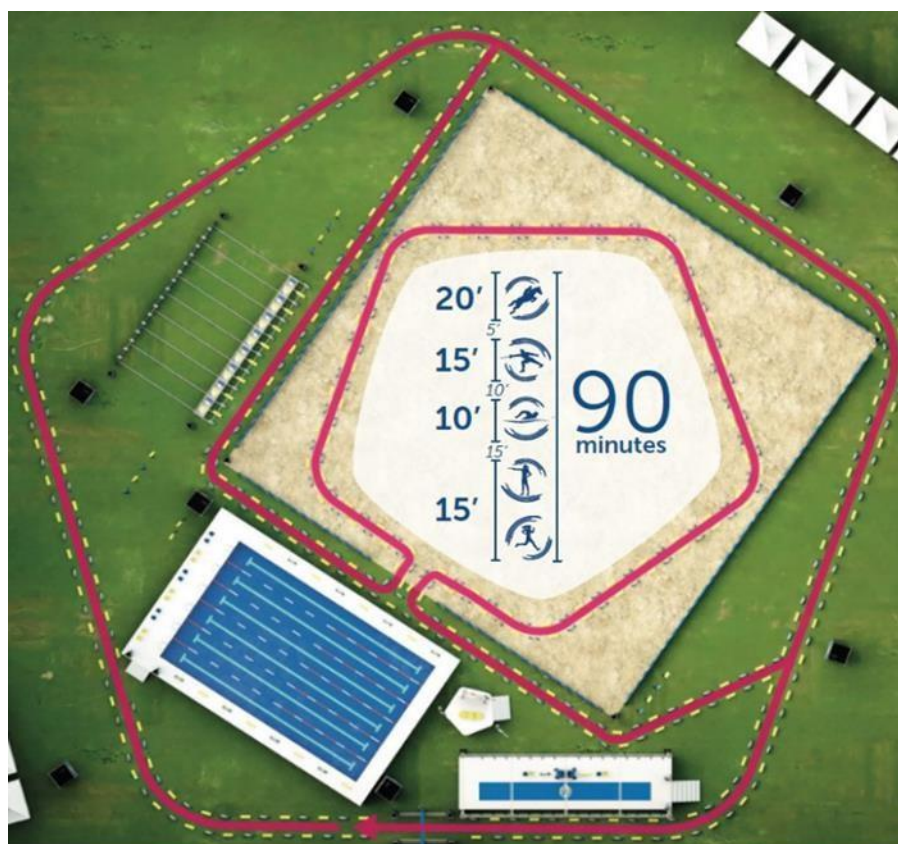


Figura 18

Fuente: Imagen de <https://notiulti.com/el-nuevo-formato-de-pentatlon-moderno-para-paris-2024-recibe-aprobacion-en-el-evento-de-prueba-final/>

1.2.2. Gesto deportivo. El gesto deportivo se trata del conjunto de movimientos que los deportistas realizan dependiendo del deporte que practican. Para los deportistas de categoría élite, estos gestos son vitales para desarrollar a la perfección cada movimiento y evitar lesiones. Existen distintos gestos deportivos debido a la variedad de deportes, por esto, cada deporte cuenta con especialistas, como fisiólogos, biomecánicos, fisioterapeutas y doctores de la rama deportiva. El especialista es quien se encarga de evaluar la exactitud, precisión y rapidez de los movimientos que realiza el deportista esto para determinar los cambios que debe hacer y mejorar la técnica. La técnica de los deportistas es crucial para determinar la excelencia y precisión del deporte que se practica. Cuando existen lesiones o daños durante la ejecución del deporte, pueden verse comprometidos diferentes áreas, una de esas es el gesto deportivo.

Por otro lado, Fernández (2018) redactó un artículo donde menciona como el gesto deportivo permite prevenir diversas lesiones que se causen por malas ejecuciones de movimiento. Esta cadena de movimientos se realiza para lograr la perfecta ejecución y mejorar las habilidades técnicas del deportista. El análisis detallado de los movimientos los revisa un especialista con la finalidad de apoyar al deportista a desarrollar las habilidades dependiendo de lo que necesita

La articulación de rodilla es la más afectada, siendo más del 90 por 100 intervenciones terapéuticas realizadas por lesiones derivadas de la disciplina de esgrima. La extensión incompleta de los miembros inferiores, la posición de guardia, las salidas sucesivas en carga al ejecutar movimientos como el fondo, doble fondo o la flecha en repeticiones altas, juegan un papel determinante en la lesión. (Polo G, 2013)

El patrón de pisada, es decir la manera con la que el corredor contacta con el suelo es un patrón biomecánico que llega a mal influenciar la estructura tendinosa, el apoyo tardío se vincula a más estrés y sobrecarga en la zona de la rótula. (Ogueta-Alday, 2016)

1.2.3. Alteraciones motoras. El desarrollo de las alteraciones suelen ser variadas, sin embargo, los casos más frecuentes son aquellos que explica la Federación de Enseñanza de CCOO de Andalucía (2010):” Las deficiencias motoras afectan a un grupo heterogéneo de personas que pueden oscilar en un continuo desde una lesión física o genética a un daño en el sistema nervioso central” (pag.1.). Ahora bien, cuando se habla de este tipo de padecimientos se usan el término permanente o temporal, el primero hace referencia a que el impedimento de control motor es de por vida y no hay forma de evitarlo, mientras que el segundo se entiende en aquellos casos en que los tratamientos fisioterapéuticos y pueden recuperar la movilidad y otras funciones motoras.

Los atletas que presentan alteraciones motoras comúnmente hablan de forma no inteligible, mueven partes del cuerpo sin control propio, no logran coordinar movimientos, alcanzan de manera limitada, no pueden acceder a medios de carácter corporal, así como manifiestan problemas en la motricidad de tipo gruesa y tipo fina. Todas las dificultades antes mencionadas se ven reflejadas en la succión, respiración, expresión (gestual y verbal), habla y audición (Cerpa, 2013).

Las alteraciones motoras en cuanto a la patología de la rótula, expertos han concluido que es importante comenzar el tratamiento adecuado y guiado por el especialista o entrenador. El tratamiento debe tomar como base distintas características, sin embargo, es necesario conocer si las alteraciones son causadas por causas intrínsecas o extrínsecas. Las causas de las alteraciones de la rótula se deben a distintas situaciones, tales como: músculos atrofiados, descompensaciones, tendones poco vascularizados, movimientos mal ejecutados, exceso de peso, degeneración de la estructura ósea, entre otros. Además de estudiar la composición anatómica de la rodilla del paciente para brindar el diagnóstico correcto, es importante recordar que la rodilla

está formada por tres partes fundamentales y estas son: el hueso del muslo, la tibia y la rótula. (Medacta International, 2022).

Se valoraron 24 tendones rotulianos de mujeres corredoras de categoría élite, se concluyó que las alteraciones en abducción de cadera, pronación de la articulación subastragalina, hiperextensión de rodilla, rótula alta y rotaciones de tibia y fémur fomenta la aparición de la tendinopatía rotuliana. (Manchachi C, 2018)

1.2.4. Tendinitis rotuliana. La tendinitis rotuliana insinúa una inflamación en el cuerpo del tendón, donde se produce una degeneración sintomática del tendón con rotura vascular y una respuesta inflamatoria. La clasificación de las tendinopatías se realiza a través de la evaluación del tiempo en regenerarse. Esta se divide en dos, aguda y subaguda, esto para lograr registrar la evolución de la lesión.

- La fase aguda: consiste en menos de dos semanas, en esta etapa se presenta la inflamación del tendón en los primeros días. Se producen leucocitos que permiten curar la lesión rápidamente, el dolor es alto en los primeros días, luego de 4 días se recomienda empezar con la intervención fisioterapéutica.
- La fase subaguda: tiene la duración de seis semanas aproximadamente, esto porque comienzan a surgir distintas células reparadoras. Por esto a las 48 horas la herida está cubierta por materia amorfa y las molestias disminuyen. (Arnal, 2020)



Figura 19

Imagen con fuente de: <https://www.deidiagnostico.com/tendinitis/>

1.2. 5. Fases de entrenamiento. Las fases del entrenamiento son cruciales para evitar lesiones graves por la mala ejecución de determinado movimiento. Se conforma por distintas etapas que cuentan con finalidades diferentes. El calentamiento es la primera fase del entrenamiento, esta consta de ejercicios básicos para comenzar la movilización de determinadas extremidades. Estos permiten preparar los movimientos físicos de menor intensidad a mayor. Es importante realizar esta etapa como actividad inicial antes de cualquier actividad física para lograr mejores resultados. Los expertos recomiendan que dure de 10 a 20 minutos por sesión de calentamiento y que la intensidad debe ir de menos a más. El calentamiento aumenta progresivamente la temperatura corporal, esto causa que en el cuerpo fluya más sangre. Los objetivos del calentamiento son:

- Preparación del individuo de carácter físico para aumentar la intensidad del ejercicio.
- Preparación psicológica del individuo para mantener la meta presente
- Prevenir y evitar lesiones graves en los músculos, extremidades y las articulaciones (Párr, sin fecha).

El desarrollo inicial es la segunda etapa importante del entrenamiento de cualquier deporte, esto porque son los ejercicios puramente del deporte que se practica con técnica, esfuerzo, y

táctica. Estos permiten el pleno desarrollo de las habilidades motrices que necesita el deporte para lograr su máxima expresión. Los objetivos fundamentales de esta etapa son: perfeccionamiento de la técnica. Práctica, aprendizaje y táctica. Es crucial desarrollar estas características para poder profesionalizarse en determinado deporte. La duración de esta etapa la determina el entrenador tomando en cuenta distintas características físicas, psicológicas y disciplina.

La relajación es la fase final de todo entrenamiento, esta sirve para tranquilizar los músculos, el corazón y la energía se normalice. Esta etapa dura entre 10-15 minutos, la intensidad depende totalmente del instructor y el número de ejercicios será determinado por la disciplina. Los tipos de ejercicios relajantes se dividen en dos, estos son: fuerza-resistencia y flexibilidad. Estos dos puntos son importantes para cualquier disciplina deportiva que se practique porque tiene la finalidad de prevenir lesiones y otras enfermedades. El método recomendable para aplicar la relajación es realizar 8 repeticiones por 4-8 series y realizar ejercicios suaves, respirando profundo.

El entrenamiento deportivo a nivel de alto rendimiento debe de ser un proceso planificado, el cual organiza cargas de trabajo progresivas, con el fin de estimular los procesos fisiológicos de supercompensación del organismo, favoreciendo el desarrollo de las diferentes capacidades y cualidades físicas del atleta, siendo el objetivo primario consolidar el rendimiento deportivo. El ciclo de entrenamiento contiene un periodo preparatorio, el cual tiene como objetivo abarcar la preparación física general y específica, el periodo competitivo, tiene como propósito mantener la forma alcanzada y trabajada durante la pretemporada con el fin de alcanzar las marcas, objetivos propuestos logrando el punto máximo para el momento competitivo. (Aldas H, 2015)

	Plan anual														
Fases del entrenamiento	Preparatoria					Competitiva					Transición				
Subfases	Preparación general		Preparación específica			Precom- petitiva	Competitiva			Transición					
Macro ciclos															
Micro ciclos															

Figura 20

Imagen de: <http://www.paidotribo.com/pdfs/1309/1309.0.pdf> División de un plan anual en sus fases y ciclos de entrenamiento

1.2.6. Ejercicio excéntrico. El ejercicio excéntrico se refiere al circuito de movimientos que tiene como finalidad aumentar la tensión en las fibras musculares, es decir, la musculatura se elonga bajo tensión, generando una acción frenada. Estos ejercicios se caracterizan por estirar el músculo en el momento que se mantiene una contracción muscular. Los principales beneficios de aplicar estos ejercicios son: aumento de fuerza muscular, aumento de elasticidad, mejora la postura, favorece la síntesis del colágeno, entre otros. También induce los cambios a nivel celular provocando una estimulación en las distintas extremidades. El ejercicio constante ayuda a producir el colágeno de forma natural y aporta al aumento de otros factores importantes (Quiros, 2021).

El ejercicio excéntrico se define como una contracción muscular donde la tensión que genera el músculo es menor que la resistencia externa que se le aplica, por ende, el músculo se elonga o distiende. (Chierici L, 2019)

La característica principal de los ejercicios excéntricos es su liberación de carga externa que brindan al realizarse, esto permite mayor concentración del músculo al realizar los movimientos

indicados. La fuerza y elasticidad de los músculos son importantes para desarrollar otras habilidades en el deporte. Estos se utilizan sobre todo cuando la persona se encuentra en recuperación de una lesión. Es importante realizar estos ejercicios acompañado de algún profesional en la rama de la fisioterapia o medicina. Por otro lado, se cree que los excéntricos favorecen la alineación de las fibras de colágeno generando fibras más resistentes, estimulando la actividad de los fibroblastos y previniendo las adherencias durante el proceso de curación entre el tendón y los tejidos adyacentes. (Gómez 2016)

1.2.7 Aplicación y dosificación. La aplicación y dosificación de los ejercicios excéntricos son fundamentales para una intervención adecuada de fisioterapia. El mecanismo *repeated bout effect* ha sido uno de los grandes avances en el trabajo excéntrico. Se refiere que tras una primera sesión del ejercicio excéntrico y después de una recuperación completa, la continuidad o repetición del mismo trabajo excéntrico proyecta un daño muscular mínimo, lo que equivale a un aumento de capacidad de absorber cargas y movilidad articular, generando un efecto protector a nivel de tejido conectivo. (Domínguez, 2012)

Todo programa de ejercicio excéntrico debe respetar lo siguiente: la consecución de la flexibilidad óptima, la aplicación de fuerza suficiente sobre la UMT, el dolor solo debe de estar presente al final del trabajo y la carga a determinar en cada situación respetando el principio de la individualidad. El protocolo de ejercicio excéntrico más conocido y extendido es el descrito por los autores *Curwin y Stanish*, el cual propone 3 series de 10 repeticiones, con un breve descanso o estiramiento entre series, los síntomas deben desaparecer tras 20 repeticiones, el malestar no debe ser intenso o aumentar de forma escalonada, si el dolor aparece antes de 20 repeticiones se reduce velocidad o carga y si el dolor no aparece después de 30 repeticiones se aumenta la carga o velocidad. (Cardelle V, 2016)

Se propone un programa de ejercicio excéntrico de 6 a 8 semanas, con el objetivo de generar un alivio completo de los síntomas que provoca la tendinitis rotuliana aguda.

1. Excéntrico manual: El atleta, se coloca al borde de la camilla y mantiene una contracción isométrica de cuádriceps en extensión completa de rodilla. El fisioterapeuta intentará, mediante la fuerza, hacer llegar la rodilla hasta unos 15-20° de flexión de rodilla a velocidad media.



Figura 21

Imagen con fuente de: (Castro P, 2021)

2. Excéntrico en tirante musculador únicamente bajada: En principio, se realiza un recorrido sin dolor y solo en la base de bajada. Una vez en la posición más baja, se mantendrá unos 4-5 segundos



Figura 22
Imagen con fuente de: (Castro P, 2021)

3. Excéntrico en tirante musculador en bajada y subida: La fase concéntrica de subida, se realizará a una mayor velocidad.



Figura 23
Imagen con fuente de: (Castro P, 2021)

4. Excéntrico en tirante musculador en bajada y subida: La fase concéntrica de subida, se realizará a una mayor velocidad.



Figura 24

Imagen con fuente de: (Castro P, 2021)

5. Excéntrico con máquina: Se hará énfasis en la fase excéntrica del movimiento, iniciando en extensión completa de rodilla, fase de bajada, llegando a los grados de flexión de recomendación.



Figura 25

Imagen con fuente de: (Castro P, 2021)

6. Excéntricos en plano: Se realiza un cuarto de sentadilla unipodal, ejecutando la fase de bajada sin dolor, manteniendo 15 grados de flexión por 3 a 4 segundos.



Figura 26

Imagen con fuente de: (Castro P, 2021)

En la siguiente propuesta de programa de ejercicio excéntrico, se tiene en cuenta en cuanto a cargas y velocidades de ejecución que dentro de cada nivel de progresión el dolor es el criterio para subir de nivel o mantenerse. Durante 12 semanas de trabajo se separan 4 niveles en sesiones de 5 sesiones por semana.

Nivel 1:

Semana 1 a la 3 - Total de 3-5 series x 15-20 repeticiones

- Squat sin carga: Se debe de tener en cuenta el principio de la individualidad, realizándolo unipodal o bipodal.
 - a. Fase excéntrica lenta y fase concéntrica lenta (1 semana: 5 sesiones)



Figura 27

Imagen con fuente de (Alonso M, 2013)

- b. Fase excéntrica lenta y fase concéntrica rápida
- c. Fase excéntrica rápida y fase concéntrica rápida

Variante: Se puede incluir en los últimos días de cada fase planos inclinados con tirante musculador



Figura 28

Imagen con fuente de (Alonso M, 2013)

Nivel 2:

Semana 4 a la 6 - Total de 3-5 series x 15-20 repeticiones

- Squat con carga ligera: Se debe de tener en cuenta el principio de individualidad, se puede realizar de manera unipodal bipodal.
 - a. Fase excéntrica lenta y fase concéntrica lenta
 - b. Fase excéntrica lenta y fase concéntrica rápida



Figura 29

Imagen con fuente de (Alonso M, 2013)

c. Fase excéntrica rápida y fase concéntrica rápida



Figura 30

Imagen con fuente de (Alonso M, 2013)

Variante: En los últimos días de cada fase, se puede introducir planos inclinados o inestables y series con tirante musculador en plano inclinado.



Figura 31

Imagen con fuente de (Alonso M, 2013)

Nivel 3:

Semana 7 a la 9 - Total de 3-5 series x 15-20 repeticiones

- Squat con carga media: Se debe de tener en cuenta el principio de la individualidad
 - a. Fase excéntrica lenta y fase concéntrica lenta
 - b. Fase excéntrica lenta y fase concéntrica rápida



Figura 32

Imagen con fuente de (Alonso M, 2013)

- c. Fase excéntrica rápida y fase concéntrica rápida

Variante: Durante los últimos días de la fase, se puede introducir planos inclinados, ejercicios en prensa horizontal con apoyo inestable, bipodal y unipodal.



Figura 33

Imagen con fuente de (Alonso M, 2013)

Nivel 4:

Semana 10 a la 12 - Total de 3-5 series x 15-20 repeticiones

- Squat con cargas altas: Se debe de tener en cuenta el principio de individualidad
 - a. Fase excéntrica lenta y fase concéntrica lenta (7 días)
 - b. Fase excéntrica lenta y fase concéntrica rápida (7 días)



Figura 34

Imagen con fuente de (Alonso M, 2013)

- c. Fase excéntrica rápida y fase concéntrica rápida (7 días)



Figura 35

Imagen con fuente de (Alonso M, 2013)

Variante: Se puede introducir variantes unipodales o bipodales, si las cargas son elevadas y el atleta puede pasarse a la variante de la prensa horizontal o inclinada.



Figura 36

Imagen con fuente de (Alonso M, 2013)

1.2.8. Músculos trabajados con el ejercicio excéntrico. Los músculos trabajados con el ejercicio excéntrico son de gran beneficio para tratar distintas problemáticas a nivel estructural y funcional de los atletas, además de facilitar la regeneración de tejidos y a prevenir la reincidencia de lesión. Los movimientos precisos y técnicamente correctamente realizados tienen gran peso en la industria y ámbito del deporte, esto porque es necesario apoyar el talento y habilidad de los deportistas con el fin de evitar que tengan lesiones por no ejecutar de manera óptima algún salto, gesto, pase o determinada acción. La aceleración de los movimientos puede causar accidentes o lesiones graves que lleven al deportista a dejar las competencias por temporadas. Durante la implementación de estos ejercicios es crucial registrar los avances, procedimientos, métodos,

tiempo. Esto para verificar el funcionamiento de los ejercicios y el proceso de rehabilitación que necesitará la persona para volver a realizar determinada actividad o reintegro a la actividad física. (BLDC, 2019).

Los grupos musculares que toleran o soportan peso como lo es ella musculatura extensora, cuádriceps femoral y la flexora siendo el grupo muscular isquiotibial son los indicados para realizar el ejercicio excéntrico. La sentadilla con una sola pierna en una base inclinada mayor a 15 grados aumenta la fuerza del tendón patelar en un 40 %. (Bonilla P, 2016)

La localización anatómica que más se suele trabajar de una manera excéntrica son el tendón de Aquiles, el rotuliano, el maguito de los rotadores de la articulación glenohumeral y los tendones de los epicóndilos medial y lateral del codo. La musculatura isquiotibial es la más trabajada excéntricamente, mencionando que un estudio llevado a cabo con 1000 futbolistas profesionales demostró que el ejercicio excéntrico durante 10 semanas en dicha musculatura reducía el 70 % de lesiones nuevas y recurrentes.

(CGCFE-Consejo General de Colegios de Fisioterapeutas de España, 2017)

1.2.9. Fisiología del ejercicio. El autor Calderón (2015) expone que:

De forma general y simple la fisiología del ejercicio ha abordado dos aspectos importantes: la respuesta o ajuste y la adaptación. Estos cambios pueden ser temporales y desaparecer después del ejercicio. Es lo que se conoce como son las respuestas o ajustes. Sin embargo, cuando las variaciones permanecen en el tiempo, bien sea de la estructura, de la función o ambos, facilitando una mejor respuesta frente al mismo estímulo se habla de adaptaciones. (pág. 2)

El autor (Jurado B, 2008) refiere que el fortalecimiento muscular excéntrico llega a generar una serie de adaptaciones fisiológicas a distintos niveles, mencionando la utilización de oxígeno, la frecuencia cardíaca, la cual no es limitada a la hora de la carga excéntrica, la presión arterial se ve aumentada debido al efecto opresor y Valsalva, se da un aumento de la temperatura periférica, provoca un menor uso de energía, lo que pospone o retrasa la aparición de fatiga muscular.

La capacidad de un atleta para realizar una tensión muscular depende de elementos estructurales y de patrones nerviosos. Tras la ejecución de las cargas excéntricas, se dan a cabo cambios a nivel estructural del atleta, estos son un aumento de proteínas contráctiles, un incremento en número y tamaño de las miofibrillas, mayor cantidad, tamaño y fuerza del tejido conjuntivo, tendinoso y ligamentoso, se da un aumento de las enzimas y de los nutrientes almacenados. (Rosa A, 2015)

1.2.10. Niveles de mejora en el deporte. Los niveles de mejora en el deporte son importantes para garantizar el óptimo rendimiento del deportista y que se encuentre listo para retomar las actividades. El proceso de recuperación para todo deportista es complejo y variable, debido a que depende del tipo de lesión, cómo se lo hizo, tratamiento y actitud. Es importante que al retomar actividades deportivas se establezca un entrenamiento suave e ir incrementando semana tras semana, esto para evitar lesiones nuevas. La actitud de los deportistas ante esta situación es crucial para desarrollar los ejercicios de recuperación. Esto se debe a la motivación que tiene para recuperarse y retomar actividades, en muchos casos sucede que los deportistas sufren de depresión, esto provoca que el proceso de recuperación sea lento. (Valcarce E, 2015) expone lo siguiente:

Los valores de puntuación obtenidos en los factores del cuestionario RESTQ-Sport revelaron que los sujetos muestran niveles de recuperación más elevados en comparación con los niveles

de estrés, tanto en la dimensión total de recuperación (RT), comparándola con la dimensión total de estrés (ET), como en las dimensiones particulares: recuperación no específica del deporte (RNED) y recuperación específica del deporte (RED) frente a escala de estrés no específica del deporte (ENED) y escala de estrés específica del deporte (EED) respectivamente teniendo en cuenta las escalas que más puntuaron, de nuevo aparecieron elementos de recuperación como: autorregulación, autoeficacia y bienestar, estar en forma física. Por otra parte, los valores más bajos corresponden a escalas de estrés como: estrés general, estrés social, *Burnout*, fatiga emocional. (pág. 9)

Las técnicas de cargas excéntricas permiten la recuperación parcial y completa de lesiones causadas por la mala ejecución de algún movimiento o gesto repetitivo. Estos ejercicios mejoran la condición del músculo y nivelan el control del sistema nervioso. Es importante destacar que distintas investigaciones han arrojado que es imposible recuperar al 100% el movimiento de la rótula comparándola con el movimiento natural. Sin embargo, estos ejercicios son fundamentales para lograr recuperar el 80 o 90% de la movilidad de rótula y estructuras adyacentes. (Álvarez, A, 2017).

El ejercicio excéntrico puede dar una mejoría de 50 a 70%, permitiendo incluso al paciente llegar al nivel funcional que tenía antes de la lesión. (Vega A, 2014)

1.2.11. Beneficios terapéuticos en el atleta. Los beneficios terapéuticos en el atleta son diversos, esto depende del deporte que se practica y el crecimiento personal. El principal es la salud física y mental que obtienen los atletas cuando practican el deporte que les apasiona. La prevención de diferentes enfermedades o inestabilidad emocional, que pueden llegar a presentar por las actividades cotidianas. El ejercicio terapéutico consiste en actividades físicas enfocadas en aliviar determinadas dolencias o molestias corporales que son causadas por realizar

movimientos de forma incorrecta. Es importante que estas actividades sean guiadas o prescritas por profesionales para mejores resultados.

Los objetivos del ejercicio terapéutico es mejorar los movimientos corporales y aliviar las molestias que se presentan. Los ejercicios deben ser diseñados por expertos después de realizar una consulta general para verificar el comportamiento de los órganos. Es importante restablecer la movilidad y capacidad de la zona afectada para disminuir el riesgo de una lesión superior. El ejercicio terapéutico es importante realizarlo en todo momento, no solo para la recuperación de algún atleta, sino que también durante la preparación de este. (Fisiofocus 2019) menciona que: “Puede pensarse erróneamente que los beneficios del ejercicio terapéutico son solo visibles durante la rehabilitación de pacientes. No obstante, también es un gran aliado para mejorar el estado físico general del receptor cuando esté en tratamiento derivados de ejercicio excéntrico (activos, manual y resistencia) (párr. 4)”.

Cabe resaltar que entre otros beneficios terapéuticos excéntricos podemos encontrar:

- Ayuda a la fuerza muscular, resistencia y velocidad articular
 - Aumenta la fuerza explosiva reactiva
 - Facilita el alargamiento muscular, por ende, una ejecución más eficiente del gesto deportivo
 - Aumento del grosor del tendón y de su fuerza de tracción, que favorecerá su regeneración a su estructura normal
 - Aumento de la fuerza y resistencia del complejo músculo-tendinoso
 - Reeducación de la sensibilidad propioceptiva y control neuromuscular
- (FCBarcelona, 2021)

El principal objetivo de la contracción excéntrica es disipar la energía en la desaceleración y convertir la energía potencial del movimiento en energía elástica, por medio de los tendones en las fases iniciales del movimiento. (McNeill W, 2015)

Los estudios afirman que los ejercicio excéntricos sistematizados, con una buena orientación clínica y metodológica presentan grandes beneficios terapéuticos , los cuales se caracterizan por generar una mayor fuerza con una menor percepción de esfuerzo que una contracción concéntrica, electromiográficamente la contracción excéntrica necesita 50 % menos actividad que una contracción concéntrica en un mismo movimiento y el consumo de oxígeno es dos a tres veces menor que el de la contracción concéntrica. (Baldi J, 2017)

Se considera que no solamente es recomendable realizar una correcta rehabilitación, sino que posteriormente se debe de seguir un trabajo que asegure una readaptación al entrenamiento, a la competición y finalmente establecer un programa de entrenamiento preventivo específico de la lesión provocada, ya que el factor de riesgo de lesiones recidivas llegan a ser más severas que las lesiones primarias. Los beneficios del trabajo excéntrico tienen como respuesta un aumento de la fuerza de tensión tendinosa, un efecto del estiramiento en el alargamiento de la unión musculotendinosa y en la reducción de la movilidad articular, beneficio en la alteración de la percepción del dolor proveniente del tejido tendinoso, por lo que se refiere a un beneficio a nivel metabólico y en las propiedades mecánicas del tendón, lo cual presenta una evolución favorable en la patología investigada. (Domínguez R, 2012)

1.2.12. Fisiología de los beneficios. El tendón resulta fortalecido gracias a una mayor actividad fibroblástica y a la aceleración colágena caracterizada por un engrosamiento de fibras y fibrillas de colágeno y un aumento de los enlaces cruzados del tropocolágeno, por lo que se

refiere a una alineación de fibras tendinosas de forma óptima para responder a las elevadas cargas mecánicas del músculo. (Jurado B, 2008)

Fisiológicamente el trabajo excéntrico produce respuestas morfológicas, a nivel celular y molecular, una rápida adaptación que estimula el crecimiento muscular, también denominado hipertrofia. Los músculos se adaptan al estrés mecánico por un daño continuo de la fibra musculoesquelética y a la matriz celular seguida de acciones excéntricas que se desarrolla por señalizaciones celulares para lesiones desadaptadas, mostrando respuestas individuales dependiendo del modo de activación muscular, la variabilidad genética, el grupo muscular trabajado, el volumen, la intensidad y el inicio del ejercicio. (Montes M, 2014)

La estadística presenta un incremento significativo en el ángulo de penneación con un total de 7.7 % y el área de sección transversal del cuádriceps un 13.8% en tan solo 5 semanas de ejercicio excéntrico de la articulación tibiofemoral. Se ha comprobado en una investigación en deportistas con tendinopatía rotuliana, ejecutando un programa de entrenamiento excéntrico de rodilla por 12 semanas que incluyen 4 series de 10 repeticiones, mostrando mejora significativa de 90% en los máximos niveles de fuerza y percepción subjetiva del dolor. (Moister- Muñoz F, 2017)

Capítulo II

Planteamiento del Problema

2.1. Planteamiento del problema

La lesión de la tendinitis rotuliana aguda es considerada una de las lesiones más frecuentes en deportistas que practican deporte de alto impacto repetitivo, ya que tiene relación directa con el tipo de fuerza que actúa sobre el tejido tendinoso. A consecuencia de esto, los deportistas obtienen un déficit funcional a la hora de la práctica deportiva. Por medio de los ejercicios excéntricos, disminuye el cuadro clínico de dicha patología.

La tendinitis rotuliana, también denominada rodilla de saltador o *jumpers knee* se define como la patología que afecta al tendón rotuliano, siendo este un proceso o alteración inflamatorio del tejido tendinoso que une la rótula con la tibia por el uso excesivo del tendón. (Bonilla, 2016). Se distingue por una combinación de inflamación, dolor difuso o localizado en el polo inferior de la rótula, pérdida de la función, daño térmico y respuestas compresivas adaptativas. (Suer y Abd-ElSayed, 2019)

La deficiente y técnicamente incorrecta práctica de los deportes a nivel profesional es causante de los diferentes tipos de lesiones. Se estima que alrededor de 50% de los deportistas padecen de lesiones tendinosas y como consecuencia se ven en la necesidad de suspender sus actividades deportivas. (Sopeña, 2018). Las tendinopatías son las lesiones más frecuentes del aparato locomotor, consideradas de las principales causas de la consulta en medicina deportiva y fisioterapia.

Diferentes estudios demuestran que entre el 30% y el 50% de lesiones se producen por sobreuso, dentro de las más comunes, se encuentra la tendinitis rotuliana, con una incidencia media de 14 %. (Longo, 2010). En la Ciudad de México, entre el 1 de mayo al 31 de octubre del 2017, se realizó una estadística sobre las principales patologías en atletas de alto rendimiento. Se tomaron en cuenta 3875 deportistas, con un total de 2253 lesiones manifestadas. La tendinitis rotuliana obtuvo un resultado de 285 casos, siendo esta un 12,64%, la tercera patología más frecuente. (Castro, 2017). Según (Montaños 2019), la población más afectada son los deportistas de alto rendimiento, siendo el 14 % de la población en general. Esta lesión de origen tendinoso tiene una incidencia mayor en la edad más productiva o mediana edad, debido a la fuerza de tracción a la que es sometido el aparato extensor durante la práctica deportiva a causa de los diferentes factores intrínsecos y extrínsecos. (Alvarenga, 2016).

La tendinopatía rotuliana representa el 30 %- 45 % de las lesiones que padecen los atletas de alto rendimiento que están comprometidos en deportes de alto impacto, como lo es el pentatlón, refiriéndose a las disciplinas de esgrima y carrera. Un tercio de los deportistas que requieren de intervención fisioterapéutica por la tendinopatía rotuliana no obtuvieron un reintegro a la actividad deportiva durante al menos 6 meses, lo que genera un impacto negativo en la carrera y trayectoria de los atletas élite. (Abat, 2021)

A pesar de presentar manifestaciones clínicas, los atletas continúan con sus actividades deportivas habituales por lo que la lesión empeora causando un aumento en el dolor el cual irá limitando el rendimiento deportivo ocasionando una pérdida de la calidad y función de la ejecución del movimiento, rango de movimiento articular, propiocepción, estabilidad y coordinación, lo que genera un estado de fatiga y sobre esfuerzo con más rapidez. Finalmente, el dolor podrá presentarse en reposo total, sin necesidad de realizar el deporte en específico. En caso de cronificarse, se puede presentar atrofia y debilidad del músculo cuádriceps con énfasis en el vasto oblicuo medial. Empeorando el estado físico del atleta y aumentando el riesgo de ruptura tendinosa total. (Khan, 2003).

En la actualidad existen varias lagunas de conocimientos en los mecanismos del ejercicio excéntrico en las estructuras tendinosas. Las complicaciones que surgen en la rehabilitación pueden darse por un diagnóstico tardío, ya que interfieren y comprometen el tejido tendinoso y estructuras anatómicas adyacentes a la hora de la práctica deportiva de alto rendimiento en atletas que realizan saltos o cambios de ritmo de manera continua o repetitiva por la carga sobre el aparato extensor de rodilla, sobre todo en el tejido tendinoso (Bonilla, 2016). Esta condición puede llegar a ser de carácter crónico y a la vez incapacitante, dando como resultado un aumento de los gastos médicos del deportista. (Stuhlman, 2016)

Dentro de la fisioterapia existen diversos medios de abordajes terapéuticos para esta lesión, como la crioterapia en la fase inicial, terapia manual por medio de la movilización de la rótula, extensibilidad manual del tendón por medio de técnicas transversales y longitudinales, trabajo de descarga parcial por medio de la terapia acuática y electroterapia por medio de corrientes galvánicas posterior a la actividad deportiva.

El tratamiento mediante el ejercicio excéntrico consiste en un concepto vinculado a la tolerancia a la carga, donde la resistencia ejercida se aleja de las inserciones musculares.

La tracción del tendón comprometido estimula la síntesis del propio tendón mejorando el tiempo de recuperación y generando un efecto reparador a micro desgarros, lo que conlleva a una remodelación de tejidos, se generan cambios en la estructura dañada y disminución del dolor patelar con el objetivo de lograr la capacidad funcional del paciente en su reintegro al deporte de alto rendimiento. (Malliaras, 2015)

Cada disciplina deportiva tiene una región corporal en la que la probabilidad de lesión es aumentada. El deporte de pentatlón moderno es considerado la disciplina más completa dentro de los deportes olímpicos. Son cinco disciplinas las cuales están conformadas por esgrima, natación, equitación y la prueba combinada (tiro y carrera). (UIPM, 2021)

Sin embargo, existe un desconocimiento en relación a los beneficios terapéuticos y fisiológicos de los ejercicios excéntricos, es entonces cuando la rehabilitación física preventiva e inmediata juega su mayor rol, dado a eso, se debate ¿Cuáles son los beneficios terapéuticos encontrados en la revisión bibliográfica de los ejercicios excéntricos en la musculatura de miembro inferior para disminuir la tendinitis rotuliana aguda en atletas de la disciplina de Pentatlón categoría élite de 20 a 30 años de edad?

2.2 Justificación

Las tendinopatías rotulianas según Stuhlman (2016) tienen una prevalencia global entre el 8%, el 13% en atletas recreativos y el 20% en atletas de élite. 108 pentatletas de categoría élite, 54 femeninas y 54 masculinos fueron entrevistados por su trayectoria deportiva con relación a

lesiones sufridas durante su entrenamiento o competición. Se concluye que la disciplina de carrera es la más factible con relación a recaídas o lesiones. El 33 % de los atletas cuestionados han sufrido de la patología de origen tendinoso. (Kelm, 2003)

La tendinitis rotuliana aguda se define como el dolor localizado en el tendón en el polo inferior de la rótula, la cual es asociada a deportes donde se ve comprometido el aparato extensor de rodilla a determinados traumatismos repetidos, repentinos y balísticos con momentos de fuerza muy elevados, lo que equivale a una clara relación entre los desajustes biomecánicos de la rótula y las tendinopatías rotulianas. Dentro de la fisioterapia existen diversos medios de abordajes terapéuticos para esta lesión, como la crioterapia en la fase inicial, termoterapia en fases crónicas, terapia manual por medio de la movilización de la rótula, extensibilidad manual del tendón por medio de técnicas transversales y longitudinales, trabajo de descarga parcial por medio de la terapia acuática y electroterapia por medio de corrientes galvánicas posterior a la actividad deportiva. El ejercicio excéntrico provoca un aumento de la longitud, de forma activa, de la unión musculotendinosa, estos generan un efecto de estiramiento sobre la unión miotendinosa y por ende menos tensión, un aumento del grosor del tendón y de su fuerza de tracción, que acelera el proceso de regeneración. (FCBarcelona, 2010)

Según la guía de práctica clínica de las tendinopatías, investigación realizada por el servicio médico del FC Barcelona en el 2012, los ejercicios excéntricos, los cuales generan la fuerza de contracción al mismo tiempo que la elongación muscular, han demostrado muy buenos resultados a corto y medio plazo en pacientes que presentan tendinitis rotuliana, refiriendo una disminución de la fragilidad y favoreciendo la síntesis de colágeno, gracias a las correcciones biomecánicas realizadas durante el ejercicio. El mecanismo *repeated bout effect* ha sido uno de los grandes avances en el trabajo excéntrico. Se refiere que tras una primera sesión del ejercicio

excéntrico y después de una recuperación completa, la continuidad o repetición del mismo trabajo excéntrico proyecta un daño muscular mínimo, lo que equivale a un aumento de capacidad de absorber cargas y movilidad articular, generando un efecto protector a nivel de tejido conectivo. (Domínguez, 2012)

Los estudios en los que se analiza un trabajo excéntrico para tratar la tendinitis indican los beneficios de este tipo de tratamiento. En el año 2012 se comparó el ejercicio excéntrico y concéntrico, donde se evaluó el dolor y movilidad de rodilla antes, durante y después del programa de intervención de 12 semanas. Después de 4 semanas, el grupo de los ejercicios excéntricos obtuvieron un resultado beneficioso ya que tenían significativamente menos dolor. El estudio concluye que los ejercicios excéntricos fomentan la formación de fibras de colágeno del tendón, lo que equivale a una facilitación de la remodelación del tejido comprometido. (Gómez, 2016)

Mediante el trabajo excéntrico de la musculatura de miembros inferiores, se logra aumentar la funcionalidad del tendón rotuliano, apoyando a los atletas de alto rendimiento a volver a realizar los gestos deportivos de su determinada disciplina, es por eso que es de suma importancia realizar un estudio basado en la evidencia actual ya que mediante esta investigación se analizaran los beneficios terapéuticos que se obtienen de la realización de ejercicios excéntricos en la tendinitis rotuliana, favoreciendo el tiempo de recuperación, gastos y longevidad deportiva.

Es factible este trabajo de investigación debido al gran número de evidencia bibliográfica científica que se recopiló en las diferentes bases de datos ya que proponen una solución a un problema.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo general. Identificar los beneficios terapéuticos de los ejercicios excéntricos en miembro inferior enfocados en tendinitis rotuliana en atletas de alto rendimiento de pentatlón moderno de 20 a 30 años de edad para mejorar la reintegración al gesto deportivo a través de la evidencia científica actual.

2.3.2 Objetivos particulares.

- Explicar a través de la revisión bibliográfica actual, las alteraciones mecánicas que provocan una tendinitis rotuliana en atletas de pentatlón de alto rendimiento de categoría élite de 20 a 30 años de edad para reconocer cual es el gesto deportivo con mayor incidencia y brindar una óptima recuperación terapéutica
- Describir las bases y fundamentos de los ejercicios excéntricos en la musculatura de miembro inferior enfatizados a la aplicación de pentatletas de alto rendimiento de categoría élite de 20 a 30 años de edad en tendinitis rotuliana para mejorar la reintegración al gesto deportivo basado en la consulta de la literatura científica
- Exponer a través de la revisión bibliográfica los beneficios terapéuticos de los ejercicios excéntricos en tendinitis rotulianas en pentatletas de alto rendimiento de categoría élite de 20 a 30 años de edad para su correcta recuperación física durante el ciclo olímpico deportivo competitivo.

Capítulo III

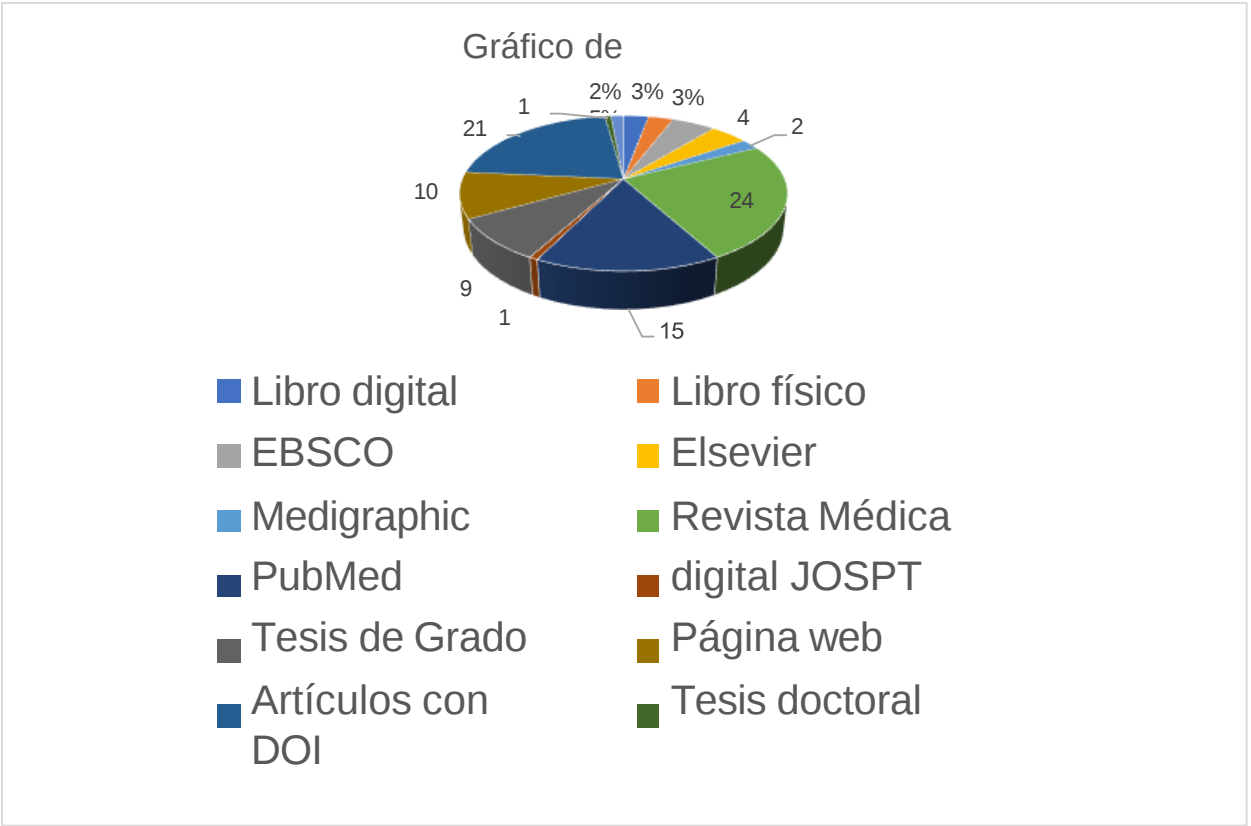
Marco metodológico

En este capítulo, se dará a conocer el tipo de enfoque de investigación, mencionando los diferentes buscadores que fueron utilizados para reunir la información de la presente revisión bibliográfica sobre la tendinitis rotuliana aguda. De esta delimitación de información se obtuvieron datos relevantes enlistando los criterios tomados en cuenta para poder enriquecer la misma y así responder a los objetivos de investigación.

3.1. Materiales

A partir de una revisión bibliográfica, se realizó una búsqueda amplia de artículos científicos, revistas médicas, tesis de maestría y pregrado de diferentes universidades de Latinoamérica, páginas web de fuentes médicas oficiales y libros electrónicos como físicos de goniometría de miembro inferior, anatomía de la estructura de la rodilla y fisiología del ejercicio, incluyendo las siguientes bases de datos: Elsevier, Medigraphic, Scielo, PubMed y JOSPT, brindando información

acerca de datos sobre la patología de la tendinitis rotuliana aguda y su tratamiento: el ejercicio excéntrico. En la siguiente gráfica se muestran los materiales:



Gráfica 1: Gráfico de buscadores. Fuente: Elaboración propia. Gráfico de pie que muestra las diferentes plataformas de búsqueda para la recolección de información en la revisión bibliográfica

Fuentes utilizadas:

Fuente	Cantidad
Libro digital	4
Libro físico	4
EBSCO	7
Elsevier	6

PubMed	21
Jospt	1
Medigraphic	4
Revista médica digital	35
Página web	13
Artículos con Doi	29 (parte de bases de datos)
Tesis de grado	12
Tesis doctoral	1
Scielo	2
Totales	110

Tabla 14

Fuentes utilizadas. Elaboración propia.

Durante esta investigación, se lograron resultados satisfactorios y verídicos dados por las siguientes palabras claves: tendón rotuliano, tendinitis rotuliana, ejercicio excéntrico, reintegro al deporte, anterior knee *pain*, *patelar tendinopathy*, *eccentric exercise*, *athletes*, *modern pentathlon*.

3.2. Métodos utilizados

3.2.1. Enfoque de investigación. Un enfoque cualitativo se basa en dispersar y esparcir data de información. Este enfoque se fundamenta en sí mismo, por lo que la investigación es subjetiva del tema investigado. La técnica de recolección de información es a través de revisiones de archivos, observación, cuestionarios abiertos, entre otros, donde se profundiza sobre el tema y se contextualiza el entorno, (Hernández-Sampieri, 2014).

La investigación se despliega acorde al enfoque cualitativo, donde se utiliza la recolección y análisis de información. Las variables de estudio han sido investigadas de fuentes primarias con base a la técnica de recolección de información de palabras claves, con el objetivo de poder describirlas en el contexto y así mismo comprender su relación y realizar un análisis interpretativo de las variables tanto la dependiente que es la tendinitis rotuliana aguda, y la variable independiente que es el ejercicio excéntrico. De esta forma se busca la dispersión y expansión de la tendinitis rotuliana aguda y evidenciar los beneficios terapéuticos, en base a la evidencia científica, del ejercicio excéntrico.

3.2.2. Tipo de estudio. La presente investigación se considera de tipo descriptivo. “El estudio descriptivo busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice” (Hernández-Sampieri, 2014). En otras palabras, se recolecta información de los conceptos o variables o intenta medir estos aspectos, ya sea de forma individual o conjunta. (Hernández- Sampieri, 2014)

Está investigación es de tipo descriptivo dado que se considera como patología a la tendinitis rotuliana aguda, describiendo sus componentes como la anatomía, etiología, biomecánica, fisiología y su clasificación, remarcando su definición para un mejor entendimiento del tema de

estudio investigado con respecto al ejercicio excéntrico en el manejo del dolor en atletas de alto rendimiento.

3.2.3. Método de estudio. La presente investigación se desarrolla con base al método de análisis y síntesis. El método analítico-sintético realiza un análisis de forma individual, el cual desarma mentalmente un fenómeno en sus cualidades, propiedades y componentes. La síntesis establece una unión de los analizado previamente, permitiendo descubrir características semejantes o generales entre dos elementos, integrando esas partes para estudiarlas de manera integral. (Rodríguez y Pérez, 2017)

Se pretende desarrollar un análisis de toda la información recolectada acerca de los beneficios terapéuticos del ejercicio excéntrico como técnica en pentatletas de categoría élite que sufren de tendinitis rotuliana aguda, para brindar una mejor intervención fisioterapéutica de la sintomatología más evidente como el dolor.

3.2.4. Diseño de investigación. El tipo de diseño de investigación designado para este estudio es no experimental y de corte transversal. El objetivo de este diseño de investigación es la recolección de datos en un solo momento y sus propósitos pueden variar en analizar cuál es el nivel y modalidad de una o varias variables en un momento dado, evaluar la situación, comunidad, evento, fenómeno o contexto en un punto del tiempo y por último ubicar cual es la relación entre un conjunto de variables en un momento dado. “Por su dimensión temporal o el número de momentos o puntos en el tiempo, en los cuales se recolectan datos.” (Hernández y Baptista,2010)

Este tipo de diseño es aquel que se realiza sin manipular deliberadamente las variables, basándose en su contexto natural para después analizarlos. Se tiene en consideración el tiempo de recolección de datos, el cual se refiere al diseño transversal, donde los datos se recolectan en un solo momento, teniendo como objetivo describir las variables y su interrelación en un momento determinado. (Baena, 2017)

Se pretende realizar un diseño de investigación que permita recuperar datos ya existentes de las variables consideradas, sin manipularlas. Se considera de corte transversal debido a que se establece una fecha de inicio y finalización, acoplado al calendario académico, siendo este el primer semestre del año 2022.

3.2.5. Criterios de selección. Los criterios de inclusión se localizan en los protocolos de investigación, distribuidos en una lista que numera las características definitorias que deben cumplir los sujetos para ser reclutados en la investigación estudiada. La población que acate con los criterios de interés según la pregunta de investigación cumple las características clínicas y demográficas que la hacen válida para ser investigada. (Suarez-Obando F, 2016)

Los criterios de exclusión se caracterizan porque, aun cumpliendo los criterios de inclusión, muestran otras características que no deberá tener la muestra, es decir nunca entraron e ingresaron al estudio. Se relaciona a las condiciones que presentan los participantes y que puedan llegar a alterar, modificar o cambiar los resultados, que en resultado los forman no elegibles para el estudio. (Arias-Gómez J, 2016)

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículos con DOI	Artículos sin evidencia científica alguna
Artículos en español, alemán e inglés	Artículos en portugués
Artículos científicamente comprobados del año 2012 en adelante	Artículos científicamente comprobados, anteriores al año 2000
Artículos científicos, tesis y publicaciones médicas que hacen mención sobre los beneficios terapéuticos de los ejercicios excéntricos en atletas élite de Pentatlón para disminuir la tendinitis rotuliana aguda	Artículos científicos, tesis y publicaciones médicas que hacen mención sobre los efectos de la técnica de punción seca en pacientes masculinos sedentarios con síndrome postural
Artículos científicos sobre deportistas de alto rendimiento	Artículos científicos sobre la población sedentaria de edad media
Libros en idioma español	Libros en idioma inglés
Artículos científicos que hablen sobre la patología de la tendinopatía rotuliana	Artículos científicos que hablen sobre la patología de origen ligamentoso de otras estructuras
Deportistas de alto rendimiento de 20 a 30 años	Deportistas que no cumplen con el rango de edad estipulado

Artículos científicos, tesis y publicaciones médicas que hacen mención sobre los beneficios terapéuticos del ejercicio excéntrico en la tendinitis rotuliana aguda	Artículos científicos, tesis y publicaciones médicas que hacen mención sobre los beneficios terapéuticos de la punción seca en pacientes masculinos sedentarios con síndrome postural
Revisiones bibliográficas que se hayan encontrado en las bases de datos con respaldo científico como tesis de grado, revistas médicas, libros físicos y digitales	Revisiones bibliográficas que no se encuentren en las diferentes bases de datos, que no provengan de fuentes con un respaldo científico
Artículos científicos que hablen sobre el deporte de Pentatlón Moderno, su historia, disciplinas, gestos deportivos y formato competitivo	Artículos científicos que hablen sobre pacientes geriátricos con patologías de origen neurológico

Tabla 15

Fuente: Elaboración propia. Se describen los criterios de inclusión y exclusión de la investigación en la selección de artículos científicos.

3.3. Variables.

“Constituyen todo aquello que se mide, la información que se colecta a los datos que se recaban con la finalidad de responder las preguntas de investigación, las cuales se especifican en los objetos” (Arias-Gómez J, 2016) Villasís y Miranda, 2016)

Las variables son denominadas a las características, propiedades y constructos que requieren diversos valores, siendo estos un símbolo o representación de una abstracción que adquiere un valor no constante, esto quiere decir elementos constitutivos de la estructura de la hipótesis.

(Núñez M, 2007)

3.3.1. Variable independiente. La variable independiente es considerada el centro de máxima atención de la investigación, ya que es el posible efecto o el resultado de la presencia o manifestación de la variable dependiente. Es modificable, por ende, puede estudiar los efectos que ejerce sobre la variable dependiente. La variable independiente que se designó para esta investigación, son los ejercicios excéntricos. (Oyola-Garcia,2021)

3.3.2. Variable dependiente. La variable dependiente es definida como la causa de la presencia o manifestación de la variable independiente. Es una variable que se investiga, se debe medir y no se manipula, ya que con esto se ve el efecto que ejerce la variable independiente sobre ella. En esta investigación se considera como variable dependiente la tendinitis rotuliana. (Oyola-Garcia,2021)

3.3.3 Operacionalización de variables

Tipo de variable	Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Fuentes
Variable independiente	Ejercicio excéntrico	Contracción muscular, en la cual la tensión que genera el	El papel primario de la contracción excéntrica es la desaceleración y absorción de energía mecánica que es	De la Iglesia M, 2018

músculo es	liberada en forma de calor. El
menor que la	Componente Elástico en
resistencia	Serie (CES) comprende un
externa que se	elemento contráctil y un
le aplica, por lo	elemento no contráctil, como
que el músculo	unidad primaria del CES, el
se aleja o	tendón es presionado de
elonga del	manera selectiva durante la
centro del	carga externa que produce la
músculo.	gravedad o la inercia en los
	segmentos corporales, que en
	actividades deportivas de alto
	nivel se acerca mucho al pico
	máximo de fuerza.,
	revirtiendo el ciclo de lesión
	por la activación de
	mecanorreceptores que
	estimulan la producción de
	colágeno por medio de una
	mayor actividad fibroblástica,
	de modo que las fibras
	tendinosas quedan alineadas
	de forma óptima para

			responder a las demandas mecánicas del músculo.	
Variable	Tendinitis	Condición	Se produce una degeneración	Cardelle
dependiente	rotuliana	clínica de	sintomática del tendón.	S, 2016
	aguda	sobreuso y sobrecarga del tendón rotuliano, con una etiopatogenia desconocida y una sintomatología marcada.	Marcada por el dolor de la región anterior de rodilla manifestando en el polo inferior de la rótula, con rotura vascular y respuesta inflamatoria, acompañada de una degeneración mixoide consistente en la acumulación de mucopolisacáridos ácidos en el tejido conectivo con alteración de los elementos fibrilares, las fibras colágenas y elásticas se fragmentan y desaparecen, mientras que las fibras musculares lisas se alteran y pueden desaparecer.	

Tabla 16

Capítulo IV

Resultados

En el presente capítulo se presentan los artículos científicos recopilados y obtenidos durante la presente investigación. Estos resultados demuestran y proveen las alteraciones mecánicas que provocan una tendinitis rotuliana aguda, las bases y fundamentos de los ejercicios excéntricos y los beneficios terapéuticos a la hora del trabajo excéntrico. A continuación, se visualiza en 3 tablas con sus respectivos autores, el nombre del artículo, materiales y métodos y los resultados obtenidos de cada investigación bibliográfica.

4.1. Resultados

A continuación, se describen los resultados obtenidos de la información bibliográfica recopilada para defender y responder el **primer objetivo de investigación**: Las alteraciones mecánicas que provocan una tendinitis rotuliana en atletas de pentatlón de alto rendimiento de categoría élite de 20 a 30 años para reconocer cual es el gesto deportivo con mayor incidencia y brindar una óptima recuperación terapéutica.

Nombre, fecha y título	Descripción de la metodología	Metodología fisioterapéutica	Resultados
Backman L, (2011) Low range of ankle dorsiflexion predisposes for patellar tendinopathy in junior elite basketball players: a 1-year prospective study	Se presenta un estudio de cohorte, población muestra de jugadores de baloncesto suecos de nivel élite nacional entre 14 a 20 años de edad. Se investigaron 90 jugadores (47 hombres y 43 mujeres, total de 180 rodillas. 75 jugadores cumplieron los criterios de inclusión. En el seguimiento, 12 jugadores (16,0%) habían desarrollado tendinitis rotuliana unilateral.	Se determinaron diferentes características y factores de riesgo potenciales para la tendinitis rotuliana, incluyendo el rango de dorsiflexión de tobillo en la pierna dominante y no dominante. Los datos se recopilaron durante un periodo de 1 año y el seguimiento, incluida la reevaluación, se realizó al final del año.	Se encontró que los jugadores tenían un rango medio de dorsiflexión del tobillo significativamente más bajo al inicio del estudio que los jugadores sanos, con una diferencia de media de $-4,7$ ($p = 0,038$) para el miembro dominante y $-5,1$ ($p = 0,024$) para el miembro no dominante. El análisis estadístico complementario mostró que los jugadores con un rango de dorsiflexión inferior a $36,5$ grados tenían un riesgo de $18,5\%$ a $29,4\%$ de desarrollar tendinitis rotuliana dentro del año, en comparación con el $1,8\%$ al $2,1\%$ de los jugadores con un rango de dorsiflexión superior a $36,5$. La absorción de energía cinética en el impacto y durante el rango de dorsiflexión de tobillo después de aterrizar de un salto es de 37% a 50% de la energía cinética total absorbida, lo que lleva a una compensación y reducción del rango de dorsiflexión. El instante en el que el tobillo es llevado a la dorsiflexión máxima se produce al despegue, cuando la rodilla está en flexión, por lo que afecta a la biomecánica del salto, lo que resulta en un aumento de carga sobre el tendón rotuliano.

Lun K, (2020) Sagittal patellar flexion angle measurement determines greater incidence of patella alta in patellar tendinopathy patients	Se presenta un estudio retrospectivo de casos y controles, 99 pacientes de una edad media de 22,9 años, 32 mujeres (32,3%) y 67 hombres (67,7%), incluidos 48 pacientes con tendinopatía rotuliana y 51 controles fueron analizados.	Se obtuvieron imágenes de resonancia magnética (MRI) y se examinaron para seleccionar pacientes con dolor en la parte anterior de la rodilla. Este grupo sintomático se dividió en dos cohortes de pacientes: aquellos con y sin características de tendinopatía rotuliana en la resonancia magnética. Se revisaron las radiografías laterales de rodilla y dos revisores independientes midieron el SPFA, el ángulo de flexión de la rodilla y la relación Insall-Salvati (IS) a partir de las radiografías.	Hubo una altura patelar media significativamente mayor ($p=0,002$, $d=0,639$) y una mayor incidencia de rótula alta en la cohorte de tendinopatía rotuliana (25,0 %) en comparación con los controles (3,9 %) ($p=0,022$, $d=0,312$). Las mediciones de la relación Insall-Salvati no mostraron diferencias en la incidencia de la rótula alta entre las cohortes de tendinopatía y control. Hubo una excelente confiabilidad inter e intraobservador de las mediciones de SPFA (ICC 0.99), siendo este el primer estudio que demuestra una mayor incidencia de rotula alta en pacientes con tendinopatía rotuliana en comparación con el grupo de control.
Lazaro R, (2021) Patellar mobility and lower limb kinematics during functional activities in individuals	Se presenta un estudio de tipo casos y controles, con una población de 11 pacientes con tendinopatía rotuliana y 11 pacientes sin	Utilizando un artrómetro patelofemoral (PFA), se midió el desplazamiento patelar lateral y medial máximo. Se realizó un	Los pacientes con tendinopatía rotuliana tienen una movilidad patelar lateral significativamente mayor en comparación con los controles ($12,21 \pm 3,33$ mm frente a $9,19 \pm 1,92$ mm, $P = 0,017$). Los pacientes con tendinopatía rotuliana mostraron una aducción máxima de cadera significativamente mayor con

with and without patellar tendinopathy	tendinopatía rotuliana, de 18 a 40 años de edad	análisis de movimiento en 3-D para determinar los movimientos de las articulaciones de las extremidades inferiores durante las pruebas de salto vertical con descenso y caída con una sola pierna.	salto vertical con caída ($2,7 \pm 6,3$ frente a $-5,6 \pm 4,2$; $P = 0,003$) y con descenso ($17,0 \pm 3,8$ frente a $12,5 \pm 4,4$ $P = .024$). Se demostró un aumento de la rotación externa máxima del tobillo con salto vertical con caída ($21,1 \pm 5,9$ frente a $14,8 \pm 5,5$, $p = 0,023$) y descenso ($15,6 \pm 5,5$ frente a $9,0 \pm 6,0$, $p = 0,017$).
Tayfur A, (2021) Are Landing Patterns in Jumping Athletes Associated with Patellar Tendinopathy? A Systematic Review with Evidence Gap Map and Meta-analysis	Se presenta una revisión sistemática con un mapa de brechas de evidencia y un meta-análisis Una cohorte prospectiva (calidad moderada), una cohorte transversal (calidad moderada) y 14 estudios de casos y controles (cuatro de calidad alta, siete moderada y tres de baja calidad), incluidos 104 JPT, 14 con tendinopatía previa, Se retuvieron 45 con anomalía del tendón	Se realizaron búsquedas en tres bases de datos desde el inicio hasta mayo de 2021 en busca de estudios observacionales o ensayos que evaluaran la biomecánica del aterrizaje en atletas de salto con PT (JPT). Se evaluó la calidad con una lista de verificación modificada de Downs y Black, el riesgo de sesgo con la herramienta Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies (QUADAS-2) y los niveles de	Todos los estudios tenían un alto riesgo de sesgo. El meta-análisis mostró una asociación entre la dorsiflexión del tobillo inferior y la presencia de tendinopatía durante los aterrizajes con caída y remate, y los JPT redujeron la potencia y el trabajo de la articulación de la rodilla durante la aproximación de voleibol o los aterrizajes con caída (evidencia moderada). La evidencia limitada sugirió que los JPT tenían cargas más bajas en el tendón rotuliano durante los aterrizajes de caída. Evidencia fuerte o moderada no mostró relación entre el PT y los ángulos máximos de la rodilla y la cadera en el plano sagital o el rango de movimiento; ángulos de cadera, rodilla o tobillo en contacto inicial (IC); velocidades angulares de la rodilla, cinemática máxima del tronco o ángulos del tronco en IC; momentos de cadera, rodilla o tobillo en el plano sagital; y fuerza de reacción vertical máxima del suelo (vGRF) e impulso vGRF. Las brechas identificadas fueron que ningún estudio investigó

rotuliano (PTA) asintomática y 190 controles.	evidencia con los criterios de van Tulder.	simultáneamente a atletas con PT anterior, PT actual y PTA, y faltan estudios de velocidades angulares articulares en IC, velocidades angulares de tobillo y cadera después del aterrizaje, rigidez de la pierna, tasa de carga de fuerzas y activación muscular.
---	--	---

Segundo objetivo. Bases y fundamentos de los ejercicios excéntricos en la musculatura de miembro inferior enfatizados a la aplicación de pentatletas de alto rendimiento de categoría élite de 20 a 30 años de edad.

	Descripción de la metodología	Metodología fisioterapéutica	Resultados
Araya F, (2012) Ejercicio excéntrico declinado en la tendinopatía patelar crónica	Se presenta un estudio de revisión sistemática, en la cual se desarrolló una estrategia de búsqueda, donde se incluyeron ensayos clínicos aleatorizados y ensayos clínicos controlados que cumplieron con los criterios de elegibilidad, siendo las bases de datos usadas: Medline,	Las intervenciones terapéuticas estudiadas fueron un programa de ejercicio excéntrico estándar comparado con un programa de ejercicio excéntrico declinado en 25 grados ambos en una modalidad tipo sentadilla, aplicando la misma intervención. La dosificación del ejercicio consiste en tres series de 15 repeticiones en cada extremidad dos veces al día durante un periodo de rehabilitación de 12 semanas. En el protocolo de entrenamiento de Young et al (2005) se realizaron los ejercicios	Los resultados obtenidos muestran una evidencia contradictoria de que un programa de ejercicio excéntrico declinado en 25 grados es más efectivo en la disminución del dolor y la mejora de la funcionalidad a corto, medio y largo plazo, que un programa de ejercicio excéntrico estándar.

Cinahl, Pedro, Central y Lilacs. La búsqueda preliminar identifico 143 artículos elegibles, al aplicar los límites de búsqueda y los criterios de selección, solamente quedaron 4 estudios. Un grupo fue tratado con un programa de ejercicio excéntrico en un plano declinado (41 pacientes) y el otro con un programa de entrenamiento estándar (42 pacientes). Los tamaños de muestra variaron entre 15 y 90 pacientes con un promedio de 46 pacientes por estudio, siendo el promedio de rango de edad de 23 años.	en una sola pierna (sintomática) a unos 60 grados de flexión, progresando ambos grupos con adición de peso de 5 kg siempre en ausencia de dolor, mostrando mejoría significativa ($p < 0,05$) en ambos grupos durante el pre y post entrenamiento. A las 12 semanas mediante la escala VISA no mostro diferencias y a los 12 meses el grupo de ejercicio declinado excéntrico presenta una mejoría de un 94%, comparado con un 41% del ejercicio excéntrico estándar. En el protocolo de entrenamiento de Visnes et al (2005) en escala EVA muestra una disminución significativa en ambos grupos en la primera semana de entrenamiento ($p=0,022$), en la comparación de la escala de VISA a la 12. Semana, no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos ($p=0,39$). En el protocolo de entrenamiento de Frohm et al (2007), ambos grupos mostraron mejoría significativa en la escala VISA a la 12. Semana($p=0,001$), en la escala de EVA ambos
---	---

		grupos mostraron una disminución a la 12. semana: grupo de entrenamiento excéntrico declinado ($p=0,003$) y grupo de entrenamiento excéntrico estándar ($p=0,008$), sin diferencias estadísticamente significativa en la comparación de ambos grupos. En el protocolo de entrenamiento de Purdam et al (2004), en la escala EVA a la 12. Semana reduce 7,42 a 2,85 cm ($p=0,004$) en el grupo de entrenamiento excéntrico declinado, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas en el grupo de entrenamiento excéntrico estándar durante el mismo periodo. ($p=0,144$).	
Scattone R, (2015) Rehabilitation of Patellar Tendinopathy using hip extensor strengthening and Landing-Strategy Modification: Case Report With 6-Month Follow-up	Se presenta un reporte de caso, donde se analiza un atleta de categoría élite de voleibol masculino de 21 años de edad	Con un historial clínico de 9 meses de dolor en el tendón rotuliano, el dolor se midió con una escala analógica visual. La discapacidad se midió con el cuestionario del Victorian Institute of Sport Assessment- patella. Estas evaluaciones se realizaron antes y después de un período de 8 semanas. intervención, así como a los 6 meses de la intervención. La	Los resultados muestran después de la intervención de 8 semanas y 6 meses después de la intervención, el atleta estaba completamente asintomático durante la participación deportiva. Este resultado clínico favorable estuvo acompañado por un aumento del 50 % en el momento extensor de la cadera, una disminución del 21 % en el momento extensor de la rodilla y una disminución del 26 % en la fuerza del tendón rotuliano

		cinemática y la cinética de la cadera y la rodilla durante el salto vertical con caída y la fuerza isométrica también se midieron antes y después de la intervención de 8 semanas. La intervención consistió en cadera entrenamiento de modificación de la estrategia de aterrizaje con salto y fortalecimiento de los músculos extensores. El paciente no interrumpió la práctica/competencia de voleibol durante la rehabilitación.	durante el aterrizaje con salto medido a las 8 semanas. La intervención de 8 semanas de fortalecimiento de los músculos de la cadera y modificación del aterrizaje con salto disminuyó el dolor y la discapacidad y mejoró la biomecánica del aterrizaje con salto en un atleta con tendinopatía rotuliana.
Alves Da Cunha R, (2012) Comparative study of two protocols of eccentric exercise on knee pain and function in athletes with patellar tendinopathy: randomized controlled study	Estudio aleatorio controlado y prospectivo, donde se compararon dos protocolos de ejercicio excéntrico, con una población de 17 participantes (14 hombres y tres mujeres) completaron la evaluación de ocho semanas y 14 (11 hombres y tres mujeres) completaron la evaluación de seguimiento de 12 semanas	Se comparó la efectividad de dos protocolos de ejercicio excéntrico (realizado con y sin dolor), en la mejora de la función de la rodilla y la intensidad del dolor en deportistas con tendinopatía rotuliana. 7 deportistas de ambos sexos con diagnóstico de tendinopatía rotuliana fueron seleccionados y asignados aleatoriamente a dos grupos de tratamiento. El primer grupo de voluntarios realizó ejercicios de sentadillas excéntricas en una pendiente con dolor en el tendón rotuliano. El segundo grupo de voluntarios fue instruido para realizar el mismo	Hubo mejoría en ambos grupos cuando se compararon los resultados de las evaluaciones realizadas a las ocho y 12 semanas de iniciado el tratamiento con la evaluación inicial; sin embargo, no se encontró diferencia significativa entre el grupo que realizó ejercicio con dolor y el grupo que realizó ejercicio sin dolor. Análisis de la probabilidad de obtener mejoría clínica para las puntuaciones VISA y EVA a las ocho y 12 semanas, no hubo diferencia entre ambos grupos. Un programa de ejercicio excéntrico en un plano inclinado utilizando sentadillas, realizado con o sin presencia de dolor, fue efectivo para mejorar el

	ejercicio, pero sin presentar dolor en el tendón rotuliano durante la ejecución. El tratamiento tuvo una duración de 12 semanas y la evaluación del dolor y la función se realizó mediante VISA-P y EVA antes de iniciar el tratamiento, a las ocho semanas de la intervención y al finalizar el tratamiento. Los pacientes fueron sometidos a tres sesiones de fisioterapia por semana, durante 12 semanas, con un total de 36 sesiones. Los pacientes de ambos grupos realizaron ejercicios de sentadillas hasta 60° de flexión de rodilla en pendiente de 25°, en los que la parte excéntrica del ejercicio se realizaba con el miembro lesionado y la parte concéntrica con el miembro contralateral. Se realizaron tres series de 15 repeticiones con un intervalo de un minuto entre cada serie. Se utilizó un instrumento de sentadilla con barra guiada para el incremento de carga en el ejercicio, lo que permitió agregar placas de cinco a cinco kilos. La carga utilizada en el EE varió para cada paciente en función del	dolor y la función en atletas con tendinopatía rotuliana.
--	--	--

		grupo de tolerancia al dolor y del grupo en el que se encontraba.	
Martinez F, (2021) Alternativa para la planificación del entrenamiento de los atletas de Pentatlón	Se presenta un estudio de investigación que combina los enfoques cuantitativos y cualitativos que se desarrolló en la Escuela de Iniciación deportiva Escolar (EIDE) Hector Ruiz de Villa Clara, Cuba.	El objetivo de este estudio fue establecer un procedimiento metodológico para la planificación del entrenamiento de los atletas de Pentatlón en la Escuela de Iniciación Deportiva Escolar (EIDE) Hector Ruiz de Villa Clara.	Los principios que sustentan la metodología del entrenamiento son: el principio del estímulo eficaz para el entrenamiento, la carga individualizada, carga creciente, carga variada, alteración de la carga, relación óptima entre carga y especialización de la carga, por lo que se da como resultado un proceso de planificación del entrenamiento, el cual es la determinación del modelo de periodización a adoptar, la selección de periodos, etapas, mesociclos y microciclos, determinación de la dinámica de entrenamiento a utilizar, selección de medios y tareas a planificar y determinación de volúmenes e intensidades a utilizar por medios y tareas. La alternativa elaborada en la que se integran todos los factores de rendimiento permitirá resolver las insuficiencias existentes en la planificación del entrenamiento de los atletas de Pentatlón, por lo tanto en base a los fundamentos de esta investigación se le facilitó a los entrenadores la planificación del entrenamiento y contribuirá a mejores

			resultados en este deporte a lo largo del ciclo olímpico.
Odoardo O, (2016) La planificación de las cargas por sus componentes fundamentales en las clases de entrenamiento deportivo	Se presenta un estudio de corte no experimental, descriptivo con sentido cualitativo, donde la muestra seleccionada fue intencional, integrada por los profesores de deporte frente a atletas, de los centros provisionales de alto rendimiento de la provincia de Granma.	El objetivo de este estudio es demostrar las características y tratamiento a la dosificación de cargas	Los componentes de la carga más utilizados son: la duración, el volumen, la intensidad y densidad. Siendo de suma importancia las características individuales de los atletas, su nivel de adaptación, edad, sexo, nivel de capacidades físicas y experiencia motriz.

Tercer objetivo. Beneficios terapéuticos de los ejercicios excéntricos en tendinitis rotulianas en pentatletas de alto rendimiento de categoría élite de 20 a 30 años de edad para su correcta recuperación física durante el ciclo olímpico deportivo competitivo.

Nombre, fecha y título	Descripción de la metodología	Metodología fisioterapéutica	Resultados
Jonsson P, (2005) Superior results with eccentric compared to concentric quadriceps training in patients with jumper's knee: a prospective	Se presenta un estudio prospectivo aleatorizado, donde se analizaron 19 tendones rotulianos	El objetivo de este estudio aleatorizado fue comparar los resultados del doloroso entrenamiento excéntrico del cuádriceps en una tabla declinada con el doloroso	En el grupo excéntrico, para 9/10 tendones los pacientes estaban satisfechos con el tratamiento, la EVA disminuyó de 73 a 23 (p,0,005) y la puntuación VISA aumentó de 41 a 83 (p,0,005). En el grupo concéntrico, para 9/9 tendones los pacientes no estaban satisfechos y no hubo diferencias significativas en la EVA (de 74 a 68, p <0,34) y la puntuación VISA (de 41 a 37, p <0,34). En el seguimiento (media de

randomized study	entrenamiento del cuádriceps concéntrico en una tabla declinada en un grupo de atletas que fueron retirados de su actividad deportiva durante las primeras 6 semanas de tratamiento. Los atletas (edad media 25 años) con rodilla de saltador fueron aleatorizados para recibir un tratamiento con entrenamiento de cuádriceps excéntrico doloroso o concéntrico doloroso en una tabla de declive. 15 ejercicios se repitieron tres veces, dos veces al día, 7 días a la semana, durante por 12 semanas. Todos los pacientes abandonaron las actividades deportivas durante las primeras 6 semanas. La edad, la altura, el peso y la duración de los síntomas fueron	32,6 meses), los pacientes del grupo excéntrico todavía estaban satisfechos y practicaban deportes, pero todos los pacientes del grupo concéntrico habían sido tratados quirúrgicamente o con inyecciones esclerosantes. El entrenamiento de cuádriceps excéntrico, pero no concéntrico, en una tabla de declive, reduce el dolor en la rodilla del saltador. El estudio tenía como objetivo incluir 20 pacientes en cada grupo, pero se detuvo en el control de la mitad del tiempo debido a los malos resultados obtenidos en el grupo concéntrico.
------------------	---	--

similares entre los grupos. Para la evaluación se utilizaron escalas analógicas visuales (VAS; estimación del dolor por parte del paciente durante el ejercicio) y puntajes del Victorian Institute of Sport Assessment (VISA), antes y después del tratamiento, y la satisfacción del paciente.

Romero-Rodriguez, D (2011) Efficacy of an inertial resistance training paradigm in the treatment of patellar tendinopathy in athletes: a case series study	Se presenta un estudio de serie de casos con mediciones antes y después de la prueba, 10 atletas masculinos con tendinopatía rotuliana crónica, 5 unilateral y 5 bilateral con un rango de 25 años de edad, evaluando un total de 15 tendones.	Los sujetos completaron un programa de entrenamiento de 6 semanas empleando un ergómetro de volante de prensa de piernas. Las mediciones previas y posteriores evaluaron la fuerza máxima de las extremidades inferiores y la altura del salto con contra movimiento vertical (CMJ). Se recogieron análisis de electromiografía de superficie (SEMG) de los músculos paraespinal, recto femoral, bíceps femoral y gastrocnemio medial. Todas las mediciones se realizaron una semana antes y después del período de entrenamiento. Las medidas clínicas del dolor y la función del tendón se evaluaron mediante una	La fuerza excéntrica aumentó después del entrenamiento (90%, $p < 0,05$). De manera similar, las puntuaciones VAS y VISA también mejoraron después del entrenamiento (60 % y 86 %, respectivamente, $p < 0,01$). No hubo cambios en la altura del CMJ. El entrenamiento a corto plazo con sobrecarga excéntrica inercial dio como resultado una función muscular mejorada y una reducción del dolor subjetivo en la tendinopatía rotuliana de larga duración. En respuesta a un entrenamiento excéntrico se puede observar un aumento de la fuerza de tensión tendinosa, un efecto del estiramiento en el alargamiento de la unión musculotendinosa y en la reducción de la movilidad articular, alteración en la percepción del dolor proveniente del tendón. El entrenamiento excéntrico mejora la capacidad del músculo para absorber cargas y proporciona un efecto protector ante las roturas. El ejercicio excéntrico no interviene solo en la prevención, sino también en el tratamiento de las lesiones y en la posterior readaptación para el entrenamiento y la competición, por ende, se menciona que los mecanismos isoinerciales ayudan en la prevención de lesiones, en el tratamiento de las mismas, y en el rendimiento deportivo.
---	---	--	---

escala analógica visual (VAS) y un cuestionario de tendinopatía rotuliana (VISA) al inicio, después del entrenamiento y en el seguimiento (12 semanas). Se empleó la prueba de rango con signo de Wilcoxon para las comparaciones de datos.

FWED: 4x10 rep max, pausa 2 min, 2 días x semana por 6 semanas, 12 sesiones alta intensidad/baja frecuencia, 48 horas de reposo entre sesiones.

Wai-Chun Lee, (2020) Changes on Tendon Stiffness and Clinical Outcomes in Athletes Are Associated with Patellar Tendinopathy After Eccentric Exercise	Se presenta un ensayo controlado aleatorizado, con una población de 34 atletas masculinos en temporada con tendinopatía rotuliana durante más de 3 meses fueron asignados al azar en grupos de ejercicio y combinados.	Este estudio investigó el cambio de las propiedades mecánicas y los resultados clínicos y sus interrelaciones después de un ejercicio de 12 semanas sobre una tabla declinada con una sola pierna con y sin terapia de ondas de choque extracorpóreas (ESWT). La rigidez y la tensión del tendón se examinaron mediante ultrasonografía y dinamometría. Se utilizaron la escala analógica visual y la puntuación del Victoria Institute of Sports Assessment-patella (VISA-p) para evaluar el dolor y la disfunción. Estos parámetros se midieron antes y después de la intervención.	Se muestra una reducción significativa de la rigidez del tendón ($P = 0,02$) y aumento de la tensión del tendón ($P = 0,00$); y se observó una reducción de la intensidad del dolor ($P = 0,00$) y disfunción ($P = 0,00$). Las correlaciones significativas entre los cambios en la rigidez del tendón y la puntuación VISA-p ($\rho = -0,58$, $P = 0,05$); alteración en la tensión del tendón, intensidad del dolor ($\rho = -0,63$, $P = 0,03$); y la puntuación VISA-p ($\rho = 0,60$, $P = 0,04$) se detectaron después del programa de ejercicios. La modulación inducida por el ejercicio excéntrico sobre las propiedades mecánicas del tendón y los síntomas clínicos están asociados en atletas con tendinopatía rotuliana. La rigidez del tendón se redujo y la tensión aumentó después de 12 semanas de ejercicio excéntrico entre atletas en temporada con tendinopatía rotuliana. El aumento de la tensión del tendón no fue mejorado por la adición de ESWT (Onda de choque). La modulación de las propiedades mecánicas del tendón se relacionó una mejora en los resultados clínicos al finalizar el programa de ejercicios excéntricos. Esta observación sugiere que la modulación de las propiedades mecánicas del tendón en el tendón afectado podría ser uno de los mecanismos de tratamiento inducidos por el ejercicio para atletas con tendinopatía rotuliana. No se pudo demostrar que la combinación de ejercicio y ESWT (onda de choque) sea más efectiva que el ejercicio solo entre sujetos con tendinopatía rotuliana.
---	---	---	--

Maroto-Izquierdo S, (2017) Skeletal muscle functional and structural adaptations after eccentric overload flywheel resistance training: a systematic review and meta-analysis	Se presenta una revisión sistemática y un metaanálisis de ensayos controlados aleatorios. Se realizó una búsqueda en bases de datos electrónicas [PubMed, MEDLINE (SPORTDiscus) , Web of Science, Scopus y PEDro] para identificar todas las publicaciones que empleaban FW (Flywheel) - EOT (Eccentric Overload) hasta el 30 de abril de 2016. Los resultados se analizaron como resultados continuos utilizando efectos aleatorios. modelo para calcular una diferencia de medias estandarizada (SMD) y un IC del 95 %. Un total de 9 estudios con 276 sujetos y 92 tamaños del efecto cumplieron con	Se analizó el efecto de fuerza con volante (FW) con sobrecarga excéntrica (FW-EOT) sobre el tamaño muscular y las capacidades funcionales (fuerza y potencia) en atletas élite y sujetos sanos, comparando las adaptaciones inducidas por la fuerza con volante (FW) con las provocadas por las intervenciones tradicionales de ejercicios excéntrico.	La estimación combinada general del análisis de efectos principales fue 0,63 (IC del 95 %: 0,49-0,76) con un efecto general Z significativo ($p < 0,001$) de 9,17. No se encontró heterogeneidad significativa (valor de $p = 0,78$). El metaanálisis mostró diferencias significativas entre FW-EOT frente al entrenamiento de fuerza convencional en fuerza concéntrica y excéntrica, potencia muscular, hipertrofia muscular, altura del salto vertical y velocidad de carrera, a favor de FW-EOT. Este metaanálisis proporciona evidencia que respalda la superioridad de FW-EOT, en comparación con el ejercicio tradicional con pesas, para promover las adaptaciones del músculo esquelético en términos de fuerza, potencia y tamaño en sujetos sanos y atletas.
---	--	---	--

	los criterios de inclusión y se incluyeron en los análisis estadísticos.		
O'Sullivan K, (2012) The effects of eccentric training on lower limb flexibility: a systematic review	Se presenta una revisión sistemática, en la cual dos revisores independientes realizaron búsquedas sistemáticas en 6 bases de datos electrónicos para identificar ensayos clínicos aleatorios que comparan la efectividad del entrenamiento excéntrico con una intervención diferente o con un grupo de control sin intervención. 6 estudios cumplieron con los criterios de inclusión/exclusión y fueron evaluados mediante la escala PEDro. Las diferencias en los músculos estudiados y las medidas de resultado utilizadas no permitieron un análisis agrupado.	Se incluyeron estudios que evaluaron la flexibilidad utilizando tanto el rango de movimiento articular (ROM) como la longitud del fascículo muscular (FL).	Hubo pruebas consistentes y sólidas de los seis ensayos en tres grupos musculares diferentes de que el entrenamiento excéntrico puede mejorar la flexibilidad de las extremidades inferiores, evaluada utilizando el ROM articular o el FL muscular. Los resultados apoyan la hipótesis de que el entrenamiento excéntrico es un método eficaz para aumentar la flexibilidad de los miembros inferiores. Se requiere más investigación para comparar el aumento de la flexibilidad obtenido después del entrenamiento excéntrico con el obtenido con el estiramiento estático y otras intervenciones de ejercicio. Con base en seis estudios de alta calidad en diferentes grupos musculares, esta revisión sistemática demostró evidencia consistente de que el entrenamiento excéntrico es un método eficaz para aumentar la flexibilidad de las extremidades inferiores, medida mediante el ROM articular o el FL muscular en participantes no lesionados. Combinado con la evidencia de que el entrenamiento excéntrico también está asociado con beneficios que incluyen reducciones en el dolor, la discapacidad y la recurrencia de lesiones, así como alteraciones en el torque máximo, las curvas de longitud-tensión muscular y el rendimiento deportivo, el entrenamiento excéntrico es una parte importante de la rehabilitación de las extremidades inferiores. Aún no está

			claro si las mejoras en la flexibilidad con el entrenamiento excéntrico reducen la necesidad de estiramiento estático para aumentar la flexibilidad y si las mejoras en la flexibilidad son similares con otras intervenciones de ejercicios
Castro-Maldonado P, (2021) Programa de ejercicios excéntricos en tendinopatías para atletas de alto rendimiento	Se describen los protocolos de ejercicios excéntricos, que demostraron la eficacia del ejercicio excéntrico. La eficacia de este tipo de ejercicio se debe a la respuesta de los tendones al entrenamiento excéntrico.	Establecer la eficacia de los protocolos de ejercicios excéntricos, desde su concepción hasta su aplicación, a padecimientos de tendinopatía y enunciar la ventaja que tienen sobre otros tipos de ejercicios	En esta revisión bibliográfica, se reportan que los programas de ejercicios excéntricos, bien diseñados, mejoran significativamente a los pacientes con tendinopatías y los resultados se mantienen a medio-largo plazo. La revisión de la literatura que aquí se presenta arroja luz sobre los beneficios que tienen los ejercicios excéntricos, especialmente, en el proceso metabólico y en las propiedades mecánicas en el tendón, lo cual, específicamente, ayuda a la evolución favorable de estas patologías. Gómez- Díaz (2016) menciona los ejercicios excéntricos de Alfredson como el estudio más importante, donde plantea tres teorías que explican su efectividad: se da una alteración en la percepción del dolor, se destruye la vascularización que aparece en la tendinopatía y con ello las terminaciones nerviosas que la acompañan y el aumento de la resistencia a la tracción del tendón, lo que produce una elongación de la unidad musculotendinosa, dando la capacidad de soportar menores tensiones durante el movimiento.

4.2. Discusión

De acuerdo con la autora (Castro P, 2021) menciona que la incorporación del ejercicio excéntrico en la rehabilitación del paciente con tendinitis rotuliana es la manera más eficaz de lograr efectos y beneficios terapéuticos en el paciente, mientras el autor (Wasilewski J, 2007) está en contra ya que refiere que, hay poca evidencia sobre los ejercicios excéntricos, enfatizando que el ejercicio concéntrico aporta más beneficios terapéuticos.

Por caso contrario (Lun K, 2020) menciona que pacientes con una rótula alta, están más predispuestos a una tendinopatía rotuliana, mientras que el autor (Backman L, 2011) menciona que el deportista con una dorsiflexión de tobillo menor a 36,5 grados tiene una mayor predisposición de adquirir una tendinopatía rotuliana.

En tercera instancia la revisión del (FCBarcelona, 2012) asegura que la dosificación basada en el protocolo de Alfredson, se compone de 3 series de 15 repeticiones, en 2 sesiones diarias durante 12 semanas. Mientras que el autor (Romero-Rodríguez, 2011) está en contra y asegura que la dosificación ideal son 4 series de 10 repeticiones, en 1 sesión diaria durante 6 semanas. Desde otra perspectiva el autor (Alves Da Cunha R, 2012) argumento que el ejercicio excéntrico es efectivo mediante un protocolo inclinado de 25 grados, mientras (Araya F, 2012) se impone, justificando que el ejercicio excéntrico más efectivo, es el protocolo estándar.

Para finalizar se presenta una discusión sobre la utilización de cual agente físico o intervención invasiva es más efectiva en la rehabilitación. (Andriolo L, 2019) menciona que su intervención de plasma rico en plaquetas en una combinación de ejercicio excéntrico es la más efectiva, mientras que el autor (Abat F, 2014) tiene su contra respuesta, mencionando que la

combinación del ejercicio excéntrico junto a la electrólisis intratisular percutánea es el tratamiento ideal para las tendinopatías rotulianas.

4.3. Conclusiones

Respondiendo a la pregunta planteada acerca de cuáles son los beneficios terapéuticos de los ejercicios excéntricos en musculatura de miembro inferior para disminuir la tendinitis rotuliana aguda en atletas de la disciplina de pentatlón categoría élite de 20 a 30 años se obtienen las siguientes conclusiones:

- Las alteraciones mecánicas que provocan una tendinitis rotuliana son los movimientos o gestos en abducción de cadera, pronación de la articulación subastragalina, hiperextensión de rodilla, rótula alta y rotaciones de tibia y fémur. La extensión incompleta de los miembros inferiores, la posición de guardia, las salidas sucesivas en carga al ejecutar movimientos como el fondo, doble fondo o la flecha en repeticiones altas, el patrón de pisada, es decir la manera con la que el corredor contacta con el suelo es un patrón biomecánico que llega a mal influenciar la estructura tendinosa, el apoyo tardío se vincula a más estrés y sobrecarga en la zona de la rótula. El instante en el que el tobillo es llevado a la dorsiflexión máxima se produce al despegue, cuando la rodilla está en flexión, por lo que afecta a la biomecánica del salto, lo que resulta en un aumento de carga sobre el tendón rotuliano.

- Las bases y fundamentos de los ejercicios excéntricos se basan en la recuperación y absorción de energía cinética. El ejercicio y protocolo más empleado es el de Alfredson, haciendo énfasis a la sentadilla con asistencia humana, realizando 3 series de 15 repeticiones, en 2 sesiones diarias durante 12 semanas, lentas con control del movimiento, con un retorno pasivo a la posición inicial, percibiendo una leve sensación de dolor y realizando un incremento de la carga con relación al dolor. La intervención de 8 semanas de fortalecimiento de los músculos de la cadera y modificación del aterrizaje con salto disminuyó el dolor y la discapacidad y mejoró la biomecánica del aterrizaje con salto. Un programa de ejercicio excéntrico en un plano inclinado utilizando sentadillas, realizado con o sin presencia de dolor, fue efectivo para mejorar el dolor y la función en atletas con tendinopatía rotuliana. El principio de la gradualidad y planificación de las cargas se basa en la duración, volumen, intensidad y densidad del entrenamiento. La dosificación para la técnica a realizar es dependiente del nivel de adaptación y a la etapa de preparación.

- Considerando los beneficios terapéuticos en cuanto a la correcta recuperación física durante el ciclo olímpico deportivo olímpico se consideran ser los siguientes: efecto protector que disminuye la regresión de lesión, disminución de dolor, mejora en la funcionalidad del paciente, aumento de la fuerza de tensión tendinosa, alteración en la percepción del dolor proveniente del tendón, se produce un aumento de la temperatura central y una disminución de la temperatura periférica, requiere menor uso de energía por lo que es más factible a baja velocidad y menos factible a alta velocidad, mejora la

sensibilidad propioceptiva, fuerza y resistencia de la unión músculo-tendinosa y aumenta la elasticidad en tejidos contráctiles y no contráctiles

El ejercicio excéntrico frente a otras opciones de abordaje fisioterapéutico indica mejores resultados en cuanto a manejo, resolución de dolor, mejora de la funcionalidad, efectos a largo plazo, reintegro a la actividad deportiva y efectos secundarios casi nulos. Los recientes avances y conocimientos sobre la patología tendinosa comparten la opción de un trabajo en conjunto de un agente físico y el ejercicio excéntrico, siempre descartando el reposo absoluto siguiendo el control de los factores intrínsecos y extrínsecos que predisponen la lesión, educando a los atletas sobre como modificar la carga de acuerdo a su sintomatología como aumentar o disminuir la carga de manera correcta, modificando los factores que puedan estar generando la sobrecarga tendinosa. La tendinitis rotuliana aguda y el campo de la tendinopatía en general sigue siendo un debate constante sobre la causa y el abordaje fisioterapéutico ideal por todas las variables en cuenta, por lo que se debe ir priorizando los factores centrados en el atleta, su disciplina y sus fases de recuperación para descubrir la selección del modo de ejercicio excéntrico a la largo de la rehabilitación física continua.

4.4. Perspectivas y/o aplicaciones prácticas

A corto plazo se fomentará a los estudiantes de último año de la licenciatura en fisioterapia el correcto uso e inducción del ejercicio excéntrico en la población investigada.

A mediano plazo se trabajará junto al equipo médico con las diferentes Asociaciones, Federaciones nacionales deportivas, de la mano con la Confederación Autónoma de Guatemala (CDAG) y junto al Comité Olímpico Guatemalteco (COG), fomentando la educación

preventiva como rehabilitadora y correcta aplicación del ejercicio excéntrico, con el fin de proveer una mejor intervención a los atletas de alto rendimiento, por ende, lograr mejores resultados para Guatemala a lo largo del ciclo olímpico competitivo. Se añadirán en las bases de datos nacionales deportivas, en las páginas web, boletines informativos, canales de televisión y eventos informativos como charlas de información científica acerca de las lesiones que sufren los deportistas, de esa manera lograr llevar un mayor control del rendimiento deportivo desde las categorías infantiles a élite con el objetivo de prevenir lesiones en los atletas de futuras generaciones.

A largo plazo se desarrollará un estudio experimental, con el fin de determinar que tratamiento fisioterapéutico, además del ejercicio excéntrico, otorga y establece el mejor resultado para el tratamiento de una tendinitis rotuliana aguda. Se buscará e incentivará que se realicen futuras investigaciones experimentales para aumentar el conocimiento acerca de los beneficios terapéuticos de los ejercicios excéntricos, con el objetivo de exponer los cambios e impactos positivos que puede llegar a obtener el atleta en su carrera deportiva y calidad de vida para prevenir una lesión o reintegrarse a la actividad deportiva.

Referencias

- Abat F, Diesel WJ, Gelber PE, Monllau JC, Sánchez-Ibañez JM. Effectiveness of the Intratissue Percutaneous Electrolysis (EPI®) technique and isoinertial eccentric exercise in the treatment of patellar tendinopathy at two years follow-up. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2014; 4 (2): 188-193.
- Abat Gonzales, F. (2021). Tendinopatía rotuliana: Enfoque diagnóstico y escalas de valoración funcional, *Revista Española de Artroscopia y Cirugía Articular (AEA)* Vol.28 Núm.73
- ADPMG, (2022), Asociación Nacional de Pentatlón Moderno de Guatemala
- Alonso M y Muriarte D (2013) Propuesta de recuperación funcional deportiva tendinopatía rotuliana. *Revista de preparación física en el futbol* ISSN: 1889-5050
- Alvarenga, R. (2016). Abordaje Kinésico y modalidades para el tratamiento de tendinopatía rotuliana, revisión bibliografía (Tesis de grado). Universidad de las Américas, Paraguay.
- Álvarez, A. (2017). Rehabilitación de la rotura del ligamento cruzado anterior en el fútbol. https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/23475/TFG_ALVAREZ,A.pdf;jsessionid=F2BFF04CA002D97620EFA27892B05084?sequence=3
- Álvarez, N. (2008) Nora María Álvarez González, D. A. (2008). Análisis biomecánico de la articulación de la rodilla izquierda durante el gesto del fondo en la esgrima. *END - Escuela Nacional del Deporte.*
- Alves Da Cunha R, (2012) Comparative study of two protocols of eccentric exercise on knee pain and function in athletes with patellar tendinopathy: randomized controlled study *Rev Bras Med Esporte – Vol. 18, No 3 – Mai/Jun, 2012* University São Paulo City (UNICID), São Paulo, SP, Brazil.
- Andriolo, L., Altamura, S. A., Reale, D., Candrian, C., Zaffagnini, S., & Filardo, G. (2019). Nonsurgical Treatments of Patellar Tendinopathy: Multiple Injections of Platelet-Rich Plasma Are a Suitable Option: A Systematic Review and Meta-analysis. *The American journal of sports medicine*, 47(4), 1001–1018. <https://doi.org/10.1177/0363546518759674>
- Araya Quintanilla, F.; Gutiérrez Espinoza, H.; Aguilera Eguía, R.; Polanco Cornejo, N.; Valenzuela Fuenzalida, J.J.
Ejercicio excéntrico declinado en la tendinopatía patelar crónica: revisión sistemática *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, vol. 5, núm. 2, junio, 2012, pp. 75-82 Centro Andaluz de Medicina del Deporte Sevilla, España
- Arias-Gómez, Jesús, & Villasís-Keever, Miguel Ángel, & Miranda Novales, María Guadalupe (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*,

63(2),201-206.[fecha de Consulta 31 de Marzo de 2022]. ISSN: 0002-5151. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>

- Arnal, R (2020) Motivaciones para el ejercicio físico y su relación con la salud mental y física: un análisis desde el género. Universitat Jaume I de Castello. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2020.n1.v1.1792>
- Aynaguano E, (2020). Luxofractura talonavicular asociada a fractura de pilón tibial con inestabilidad de tobillo, Revista Universitaria con proyección científica, académica y social. DOI: <https://doi.org/10.31243/mdc.uta.v4i1.256.2020>
- Backman, L. J., & Danielson, P. (2011). Low range of ankle dorsiflexion predisposes for patellar tendinopathy in junior elite basketball players: a 1-year prospective study. The American journal of sports medicine, 39(12), 2626–2633. <https://doi.org/10.1177/0363546511420552>
- Baena, P. G. M. E. (2017). Metodología de la investigación (3a. ed.). Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com> Created from bibliotecacijsp on 2018-07-30 15:50:55.
- Baldi Monge, J., & Sáenz Ulloa, D. (2017). El ejercicio excéntrico. Revista Ciencia Y Salud Integrando Conocimientos, 1(2), Pág. 8–9. <https://doi.org/10.34192/cienciaysalud.v1i2.77>
- Barrera F, 2013.Prevencción de la tendinopatía rotuliana con ejercicios excéntricos en deportistas. Universidad Católica San Antonio, Murcia, España
- Barreto, J (2017). Biomecánica de la marcha atlética. Análisis cinemático de su desarrollo y comparación con la marcha normal, revista cubana de investigaciones médicas Rev Cubana Invest Bioméd vol.36 no.2 Ciudad de la Habana
- Benito A, (2018-2019) Trabajo final de grado, Evaluación y Abordaje terapéutico de la tendinopatía rotuliana.
- BLDC. (2019). Ejercicios excéntricos: que son, beneficios y ejercicios. <https://www.sport.es/labolsadelcorredor/ejercicios-excentricos-guia-rutinas-consejos/>
- Bonilla, P (2016) Tendinitis rotuliana (rodilla de saltador), Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica LXXIII (620) p. 519-523
- Calderón, F. (2015). El fundamento de la fisiología del ejercicio. https://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/rev2_calderon.pdf
- Cardelle Vázquez S. Resultados de la aplicación de programas de ejercicio excéntrico en la tendinitis rotuliana en deportistas. Universidade da Coruña; 2016.

Cardoso TB, Pizzari T, Kinsella R, Hope D, Cook JL. Current trends in tendinopathy management. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2019;33(1):122-140. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1521694219300233?via%3Dihub>

Castro-Maldonado P, (2020) Programa de ejercicios excéntricos en tendinopatías para atletas de alto rendimiento, *Revista digital: Actividad Física y Deporte*, 7 (1), 1-16. Centro Médico Nacional, Ciudad de México, México. <https://doi.org/10.31910/rdafd.v7.n1.2021.1674>

Cerpa, M, (2013) Alteración motora <https://es.scribd.com/presentation/148239586/Alteraciones-Motoras>

(CGCFE-Consejo General de Colegios de Fisioterapeutas de España)

Chierici L, García OL. Readaptación funcional y ejercicio excéntrico en tendinopatía rotuliana: un proyecto de investigación. 2019. Trabajo fin de grado. Universidad de Laguna. <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/15226>

Cook J. L. (2018). Ten treatments to avoid in patients with lower limb tendon pain. *British journal of sports medicine*, 52(14), 882. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099045>

CONADE. (2018). Pentatlón Moderno.

México.<https://conadeb.conade.gob.mx/Documentos/Publicaciones/Pentatlon.pdf>

De La Fuente, A., Valero, B., y Cuadrado, N. (2019). Abordaje fisioterápico de la tendinopatía rotuliana: revisión sistemática. *Fisioterapia*, 41(3). Doi:10.1016/j.ft.2019.02.007

De La Iglesia M, 2018. Ejercicios excéntricos en patología musculoesquelética. Trabajo de fin de grado. Universidad Complutense de Madrid, España

Delgado-De la Cruz, Y., de la Cruz-Gómez, L. M., & Copello-Janjaque, M. (1). La selección del contenido para la planificación del entrenamiento en el Pentatlón Moderno. *Acción*, 14. Recuperado a partir de <http://accion.uccfd.cu/index.php/accion/article/view/24>

Dennis J, (2010) Epidemiology of injury in Olympic sports, *The encyclopedia of sports medicine*, an IOC medical commission publication.

Domínguez R, (2012) Beneficios del entrenamiento excéntrico en el alto rendimiento y la salud, *Revista digital No. 171*, Buenos Aires, Argentina

FCBarcelona, (2010), Guía de práctica clínica de las tendinopatías: Diagnóstico, tratamiento, y prevención, versión 3-4, Barcelona, España

Federación de Enseñanza de CCOO de Andalucía. (2010). Deficiencias motoras. España. ISSN: 1989-4023.

- Fernández, P. (2018). Gesto deportivo: la importancia del cuidado de los pies en el rendimiento. España. <https://www.saludadiario.es/opinion/gesto-deportivo-la-importancia-del-cuidado-de-los-pies-en-el-rendimiento#:~:text=Cuando%20hacemos%20deporte%20o%20realizamos,de%20bal%C3%B3n%20o%20un%20salto>.
- Figuerola D, Figuerola F, Calvo R. Patellar Tendinopathy: Diagnosis and Treatment. *J Am Acad Orthop Surg*. 2016;24(12):e184-e192. https://journals.lww.com/jaaos/Abstract/2016/12000/Patellar_Tendinopathy__Diagnosis_and_Treatment.11.aspx
- Fisiofocus. (2019). Beneficios del ejercicio terapéutico para la salud. <https://www.fisiofocus.com/es/articulo/beneficios-ejercicio-terapeutico-salud>
- Gómez, J (2016) Eficacia de los ejercicios en tendinopatías rotulianas del deportista, Revisión bibliográfica, *ArchMed Deporte*, 33(1): p.59-66, Santa Cruz de Tenerife, España
- González, G. (2020). Tipo de fibra muscular y su relación con el abordaje fonoaudiológico en los trastornos de la deglución. *Revista Chilena de Fonoaudiología*, 19, 1-7. doi:10.5354/0719-4692.2020.60189
- Guyton, (2016) Hall, J. E., & Guyton, A. C. (2016). *Guyton y Hall: Compendio de fisiología médica* (13a ed. --.). Barcelona: Elsevier.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed. --.). México D.F.: McGraw-Hill.
- Hincapié G, (2013) *Investigación Fascia Congreso 2012: La fascia: sistema de unificación estructural del cuerpo*. Tesis de grado, Universidad CES-UAM, Medellín, Colombia
- Jonsson, P., & Alfredson, H. (2005). Superior results with eccentric compared to concentric quadriceps training in patients with jumper's knee: a prospective randomised study. *British journal of sports medicine*, 39(11), 847–850. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2005.018630>
- Jurado, A., Medina, I. (2008). *Tendón valoración y tratamiento en fisioterapia*. Barcelona, España: Paidotribo.
- Kendall, F., McCreary, E., Provance, P., Rodgers, M., y Romani, W. (2007). *Músculos, pruebas funcionales, postura y dolor*. Madrid, España: Marbán.
- Khan K, (2003) The painful nonruptured tendón: clinical aspect, *Clinical Sports Medicine*, PubMed [https://doi.org/10.1016/s0278-5919\(03\)00035-8](https://doi.org/10.1016/s0278-5919(03)00035-8)
- Kelm J, (2003) Sport injuries, sport damages and diseases of world class athletes practicing modern pentathlon, *Sportverletzungen Sportschaden: Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-traumatologische Sportmedizin*, 17(1): 32-38, DOI: 10.1055/s-2003- 38591

Kenhub, 2022 <https://www.kenhub.com/es/library/anatomia-es/articulacion-de-la-rodilla>

Ko, B. G., Cho, E. H., Chae, J. S., & Lee, J. H. (2021). Relative Contribution among Physical Fitness Factors Contributing to the Performance of Modern Pentathlon. *International journal of environmental research and public health*, 18(9), 4880. <https://doi.org/10.3390/ijerph18094880>

Lazaro, R. M., Souza, R. B., & Luke, A. C. (2021). Patellar mobility and lower limb kinematics during functional activities in individuals with and without patellar tendinopathy. *The Knee*, 30, 241–248. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2021.04.002>

Lee, W. C., Ng, G. Y., Zhang, Z. J., Malliaras, P., Masci, L., & Fu, S. N. (2020). Changes on Tendon Stiffness and Clinical Outcomes in Athletes Are Associated With Patellar Tendinopathy After Eccentric Exercise. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 30(1), 25–32. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000562>

Longo G, (2010) New options in the management of tendinopathy, *J Sports Med*, 1: p. 29-27, *Campus Biomédico*, Rome, Italy <https://dx.doi.org/10.2147%2FJoajsm.s7751>

López Adán, Enrique (2008). El tocado con fondo en la esgrima de alto nivel: estudio biomecánico del fondo en competición. El golpe recto clásico. Tesis (Doctoral), Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF) (UPM).

Lun, K. K., Bennie, S., Crowley, J. D., Lucas, P., Cross, M., Walsh, W. R., & Dan, M. J. (2021). Sagittal patellar flexion angle measurement determines greater incidence of patella alta in patellar tendinopathy patients. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*, 29(9), 3115–3123. <https://doi.org/10.1007/s00167-020-06372-z>

Malliaras P, (2015) Patellar Tendinopathy: Clinical Diagnosis, Load Management, and advice for challenging case presentations, *Jospt*, doi.org/10.2519/jospt.2015.5987

Marca. (2020). Pentatlón moderno. *Enciclopedia deportiva*. <https://especiales.marca.com/juegos-olimpicos/pentatlon.html>

Maroto-Izquierdo, S., García-López, D., Fernández-Gonzalo, R., Moreira, O. C., González-Gallego, J., & de Paz, J. A. (2017). Skeletal muscle functional and structural adaptations after eccentric overload flywheel resistance training: a systematic review and meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport*, 20(10), 943–951. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.03.004>

Martinez, F (2021) Alternativa para la planificación del entrenamiento de los atletas de Pentatlón Moderno. *Revista Universidad&Ciencia*, Vol. 10, No. 3, septiembre-diciembre (2021) ISSN: 2227-2690 RNPS: 2450, Escuela de Iniciación Deportiva Escolar, Villa Clara Cuba. <http://revistas.unica.cu/uciencia>

- Medacta International. (2022). Anatomía de la rodilla. <https://www.medacta.com/ES/anatoma-de-la-rodilla#:~:text=La%20articulaci%C3%B3n%20de%20la%20rodilla,largo%20del%20final%20del%20f%C3%A9mur>.
- McNeill W, (2015) About eccentric exercise. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2015.05.002>
- Moister-Muñoz F, (2017). Efectos del entrenamiento con sobrecargas isoinerciales sobre la función muscular. *Revista internacional de medicina y ciencias de la actividad física y del deporte*, vol.17 num. 68 p 757-773 Universidad autónoma de Madrid, Madrid España
- Montañez A, (2019) Efectividad de los ejercicios excéntricos como tratamiento de la tendinopatía rotuliana. Revisión bibliográfica, Facultad de Medicina, Grado de Fisioterapia, Universidad Miguel Hernández
- Montes M, (2014). Manjarrez Montes de Oca, R. (2021). Efecto de la ingesta oral de beta-hidroxi-beta-metilbutirato sobre indicadores de daño muscular inducido por una sesión de ejercicio excéntrico en adultos jóvenes físicamente activos.
- Moore, K., Dailey, A., y Agur, A. (2013). Anatomía con orientación clínica. España: Wolters Kluwer.
- Morales, L. B. (2012). Imagen de la función y disfunción tibial posterior: un enfoque multimodal. (pág. 52). Granada: Seram <https://dx.doi.org/10.1594/seram2012/S-0862>
- Nourissat, G., Berenbaum, F. & Duprez, D. Tendon injury: from biology to tendon repair. [Revista científica]. 2015.
- Núñez M, (2007) Las variables: estructura y función en la hipótesis. *Investigación Educativa* vol. 11 N.º 20, 163- 179 Julio-Diciembre 2007, ISSN 17285852. Magíster en Educación. Especialidad en Lengua y Literatura. Docente Asociada de la Facultad de Educación. Universidad Nacional Mayor de San Marcos
- Odoardo O, (2016) La planificación de las cargas por sus componentes fundamentales en clases de entrenamiento deportivo. ED Deportes, Revista Digital. Buenos Aires, Argentina
- Ogueta-Alday, (2016) Factores que afectan al rendimiento en carreras de fondo. Universidad de León, España.[doi:10.5232/ricyde](https://doi.org/10.5232/ricyde)
- O'Sullivan K, 2012 The effects of eccentric training on lower limb flexibility: a systematic review. *British journal of sports medicine*, 46(12), 838-845. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090835>

- Oyola-Garcia,(2021) De la Torre-Ugarte-Guanilo, Mónica, & Oyola-García, Alfredo (2014). Los determinantes sociales de la salud: una propuesta de variables y marcadores/indicadores para su medición. Revista Peruana de Epidemiología, 18(1),1-6.[fecha de Consulta 29 de Marzo de 2022]. ISSN: . Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=203132677002>
- Pangrazio O, (2009) Tendinopatías en deportistas. Medigraphic Artemisa, Volumen 5, Número 1. Asunción, Paraguay
- Pérez Domínguez A, Paricio Rufino A. Comparativa del ejercicio excéntrico y el ejercicio de carga progresiva para el tratamiento de la tendinopatía rotuliana: una revisión sistemática. 2020. Trabajo fin de Grado. Universidad de Laguna. <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/19864>
- Polo Portes CE, Del Castillo Campos MJ, Ramos Álvarez JJ. Etiopatogenia y clasificación. Mecanismos lesionales. En: Lesiones músculo-tendinosas en el medio deportivo. España: Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid. 2017
- Pró, E. A. (2012). Anatomía Clínica. Buenos Aires Argentina: Panamericana
- Pruna R (2013), Daniel Medina, Gil Rodas, Rosa Artells,Tendinopatía rotuliana. Modelo de actuación terapéutica en el deporte,Medicina Clínica,Volume 141, Issue 3,2013,Pages 119-124,ISSN 0025-7753,<https://doi.org/10.1016/j.medcli.2012.12.006>.
- (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002577531300002X>)
- Purdam, C. R., Jonsson, P., Alfredson, H., Lorentzon, R., Cook, J. L., & Khan, K. M. (2004). A pilot study of the eccentric decline squat in the management of painful chronic patellar tendinopathy. British journal of sports medicine, 38(4), 395–397. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2003.000053>
- Quiros, F. (2021). El ejercicio concéntrico vs extrínseco, le contamos la diferencia. <https://www.elisamoreno.com/fisioterapia-del-deporte/ejercicio-concentrico-vs-excentrico-le-contamos-la-diferencia/#:~:text=Por%20su%20parte%2C%20el%20ejercicio,se%20mantiene%20una%20contracci%C3%B3n%20muscular>
- Radice F,(2012) Lesiones tendinosas en medicina del deporte: Ciencias básicas aplicadas al tratamiento actual. Rev Med Clin Condes. 2012; 23(3): p. 285-291.
- Rosa A, 2015 Fisiología en el entrenamiento de la aptitud física muscular. Edeportes, Revista Digital. Buenos Aires
- Rodríguez Jiménez, A., & Pérez Jacinto, A. O. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. Revista Escuela De Administración De Negocios, (82), 175–195. <https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>

- Romero-Rodríguez, D., Gual, G., y Tesch, P.A. (2011). Efficacy of an inertial resistance training paradigm in the treatment of patellar tendinopathy in athletes: A case-series study. *Physical Therapy in Sport*, 12 (1), 43–48.
- Rosero D, (2016) Aspectos histológicos y moleculares del tendón como matriz extracelular y moleculares del tendón como matriz extracelular. *Scientia Spiritus* 29-36
- Rosero D, Moreno F. Aspectos histológicos y moléculas del tendón como matriz extracelular extramuscular. *Salutem Scientia Spiritus* 2016; 2(1):29-36. https://www.researchgate.net/publication/304782689_Aspectos_histologicos_y_moleculares_del_tendon_como_matriz_extracelular_extramuscular
- Saló J, (2016) Estructura de los ligamentos. Características de su cicatrización, Mon. Act Soc. Española, Servicio de cirugía ortopédica y traumatología. Hospital general de Manresa, Barcelona.
- 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.
- Scattone Silva, R., Ferreira, A. L., Nakagawa, T. H., Santos, J. E., & Serrão, F. V. (2015). Rehabilitation of Patellar Tendinopathy Using Hip Extensor Strengthening and Landing-Strategy Modification: Case Report with 6-Month Follow-up. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 45(11), 899–909. <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.6242>
- Sopeña L, (2018) Efectividad de la aplicación de ondas de choque focales en el tratamiento de la tendinopatía rotuliana, Trabajo de fin de grado
- Söderman K, (2001). Risk factors for leg injuries in female soccer players: a prospective investigation during one out-door season. *Knee Surg Sports Traumatol Art* 9, 313–321 (2001). <https://doi.org/10.1007/s001670100228>
- Stuhlmann C, (2016) Current concepts and the Role of surgery in the treatment of jumper's knee, *Journals Orthopedics* <https://doi.org/10.3928/01477447-20160714-06>
- Suárez-Obando, f. (2016). Consentimiento informado como criterio de inclusión. ¿Confusión conceptual, manipulación, discriminación o coerción? *persona y bioética*, 20(2), 256. Recuperado a partir de <https://personaybioetica.unisabana.edu.co/index.php/personaybioetica/article/view/244doi:10.5294/pebi.2016.20.2.9>
- Suer y Abd-El-Sayed, (2019) Neuromodulation for pain management in the inpatient setting: a narrative review. *Cureus* 13(3) doi:10.7759/cureus.13892
- Tayfur, A., Haque, A., Salles, J. I., Malliaras, P., Screen, H., & Morrissey, D. (2022). Are Landing Patterns in Jumping Athletes Associated with Patellar Tendinopathy? A Systematic

- Review with Evidence Gap Map and Meta-analysis. Sports medicine (Auckland, N.Z.), 52(1), 123–137. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01550-6>
- Taboadela C, (2007) Una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales, Asociart, Buenos Aires, Argentina
- Torras-Corcheró, C. (2021). Protocolo para tendinopatía rotuliana. Píldora Breve, 6. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.16358.55364/>
- Tortora, G., y Derrickson, B. (2006). Principios de anatomía y fisiología. México: Panamericana.
- UIPM, Unión Internationale de Pentatlón Moderne, (2022), <https://www.uipmworld.org>
- Valcarce, E. (2011). Niveles de estrés-recuperación en deportistas varones de la Provincia de León a través del cuestionario RestQ-76. España. <https://revistas.um.es/cpd/article/download/132641/122611/510991>
- Vargas, G. (2014). “El acondicionamiento físico para la iniciación de un entrenamiento de musculación en los adolescentes de 14 a 20 años que asisten al centro deportivo Iñaquito de la Ciudad de Quito”, Ecuador.
- Vega A, (2014) Tendinitis patelar (rodilla del saltador) Vol 10, núm.3 Revista Medigraphic, Hospital Christus Muguerza Saltillo, México
- Verdejo, A. (2021). Tendinopatía: una visión actual. <https://www.npunto.es/revista/42/tendinopatia-una-vision-actual>
- Viita MA. Efectividad de la electrólisis percutánea en las tendinopatías crónicas: revisión sistemática. 2017. Trabajo fin de grado. Universidad de Laguna. <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/5761>
- Villavicencio, W. (2018). Guía de diseño de instalaciones deportivas. <https://waltervillavicencio.com/wp-content/uploads/2018/06/PENTATLON.pdf>
- Wasielowski, N. J., & Kotsko, K. M. (2007). Does eccentric exercise reduce pain and improve strength in physically active adults with symptomatic lower extremity tendinosis? A systematic review. Journal of athletic training, 42(3), 409–421.
- Young, M. A., Cook, J. L., Purdam, C. R., Kiss, Z. S., & Alfredson, H. (2005). Eccentric decline squat protocol offers superior results at 12 months compared with traditional eccentric protocol for patellar tendinopathy in volleyball players. British journal of sports medicine, 39(2), 102–105. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2003.010587>
- Ziltener J. L., S. Leal, P. E. Fournier. Nonsteroidal anti-inflammatory drugs for athletes: an update. Ann Phys Rehabil Med, 2010.

Anexos

La Escala VISA-P (Victorian Institute of Sports Assessment) se define como el cuestionario clínico subjetivo más utilizado para la tendinopatía rotuliana, específicamente para la enfermedad que contribuye a su capacidad funcional, capacidad deportiva y gravedad sintomática. Consta de 8 ítems y su puntuación máxima posible, que corresponde a un atleta asintomático, es de 100 puntos, siendo el mínimo teórico de 0 puntos. El término “dolor” en el cuestionario hace referencia a la zona específica del tendón rotuliano. Indicándole al paciente que por favor marque de 0 a 10 en la escala teniendo en cuenta que 0 = ausencia de dolor y 10 = máximo dolor que imagina.

1.- ¿Durante cuántos minutos puede estar sentado sin dolor?

0-15 min	15-30 min	30-60 min	60-90 min	90-120 min	>120 min
0	2	4	6	8	10

PUNTOS

2.- ¿Le duele al bajar escaleras con paso normal?

Sin dolor	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Dolor muy intenso
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	

PUNTOS

3.- ¿Le duele la rodilla al extenderla completamente sin apoyar el pie en el suelo?

Sin dolor	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Dolor muy intenso
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	

PUNTOS

4.- ¿Tiene dolor en la rodilla al realizar un gesto de “zancada” →
(flexión de rodilla tras un movimiento amplio hacia delante con carga completa del peso corporal sobre la pierna adelantada)



Sin dolor	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Dolor muy intenso
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	

PUNTOS

5.- ¿Tiene problemas para ponerse en cuclillas?

Sin problemas	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Incapaz
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	

PUNTOS

6.- ¿Le duele al hacer 10 saltos seguidos sobre la pierna afectada o inmediatamente después de hacerlos?

Sin dolor	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Dolor muy intenso/ Incapaz
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	

PUNTOS

7.- ¿Practica algún deporte o actividad física en la actualidad?

PUNTOS

- 0 ☐ No, en absoluto
- 4 ☐ Entrenamiento modificado y/o competición modificada
- 7 ☐ Entrenamiento completo y/o competición, pero a menor nivel que cuando empezaron los síntomas
- 10 ☐ Competición al mismo nivel o mayor que cuando empezaron los síntomas

8.- Por favor, conteste A, B o C en esta pregunta según el estado actual de su lesión:

- Si no tiene dolor al realizar deporte, por favor, conteste sólo a la pregunta 8A
- Si tiene dolor mientras realiza el deporte pero éste no le impide completar la actividad, por favor, conteste únicamente la pregunta 8B
- Si tiene dolor en la rodilla y éste le impide realizar deporte, por favor, conteste solamente la pregunta 8C

8A.- Si no tiene dolor mientras realiza deporte, ¿cuánto tiempo puede estar entrenando o practicando?

PUNTOS

0-20 minutos	20-40 minutos	40-60 minutos	60-90 minutos	> 90 minutos
6	12	18	24	30

8B.- Si tiene cierto dolor mientras realiza deporte pero éste no obliga a interrumpir el entrenamiento o la actividad física, ¿cuánto tiempo puede estar entrenando o haciendo deporte?

PUNTOS

0-15 minutos	15-30 minutos	30-45 minutos	45-60 minutos	> 60 minutos
0	5	10	15	20

8C.- Si tiene dolor que le obliga a detener el entrenamiento o práctica deportiva, ¿cuánto tiempo puede aguantar haciendo el deporte o la actividad física?

PUNTOS

Nada	0-10 minutos	10-20 minutos	20-30 minutos	> 30 minutos
0	2	5	7	10

PUNTUACIÓN TOTAL:

/100

Nombre: Fecha: