

**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL  
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



## Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS BENEFICIOS FÍSICOS DE LOS EJERCICIOS EXCÉNTRICOS PARA TENDINOPATÍA DE AQUILES EN CORREDORES MASCULINOS DE ALTO RENDIMIENTO DE 30 A 50 AÑOS

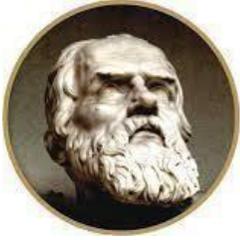
Que presenta



**Dorcas Daniela Dubón González**

Ponente

Ciudad de Guatemala, Guatemala. Diciembre 2024.



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL  
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



## Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS BENEFICIOS FÍSICOS DE LOS EJERCICIOS EXCÉNTRICOS PARA TENDINOPATÍA DE AQUILES EN CORREDORES MASCULINOS DE ALTO RENDIMIENTO DE 30 A 50 AÑOS



Tesis profesional para obtener el Título de  
Licenciado en Fisioterapia

Que Presenta

**Dorcas Daniela Dubón González**

Ponente

**Lic. Laura Marcela Fonseca Martínez**

Director de Tesis

**Lic. María Isabel Díaz Sabán**

Asesor Metodológico

Ciudad de Guatemala, Guatemala. Diciembre 2024

**INVESTIGADORES RESPONSABLES**

Ponente	Dorcas Daniela Dubón González
Director de Tesis	Licda. Laura Marcela Fonseca Martínez
Asesor Metodológico	Licda. María Isabel Díaz Sabán

Guatemala, 16 de noviembre de 2024

Alumna  
Dorcas Daniela Dubón González  
Presente

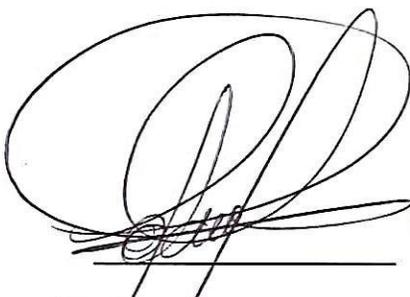
Respetable Alumna:

La comisión designada para evaluar el proyecto **“Revisión bibliográfica de los beneficios físicos de los ejercicios excéntricos para tendinopatía de aquiles en corredores masculinos de alto rendimiento de 30 a 50 años”** correspondiente al Examen General Privado de la carrera de Licenciatura en Fisioterapia realizado por usted, ha dictaminado dar por **APROBADO** el mismo.

Aprovechamos la oportunidad para felicitarle y desearle éxito en el desempeño de su profesión.

Atentamente,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD



Lic. Josue Roderico Paniagua  
González  
Secretario



Lic. José Carlos Ochoa  
Pineda  
Presidente



Licda. Laura Marcela Fonseca  
Martinez  
Examinador

Guatemala, 26 de abril del 2023

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

Respetable Doctora Chávez:

Tengo el gusto de informarle que se ha realizado la revisión del trabajo de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica de los beneficios físicos de los ejercicios excéntricos para tendinopatía de aquiles en corredores masculinos de alto rendimiento de 30 a 50 años”** de la alumna Dorcas Daniela Dubón González.

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

Atentamente,



Licda. Laura Marcela Fonseca Martinez  
Asesor de Tesis  
IPETH-Guatemala



Guatemala, 28 de abril del 2023

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 Dorcas Daniela Dubón González de la Licenciatura en Fisioterapia, culminó su informe final de tesis titulado **“Revisión bibliográfica de los beneficios físicos de los ejercicios excéntricos para tendinopatía de aquiles en corredores masculinos de alto rendimiento de 30 a 50 años”**, mismo que 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,

Licda. Jessica Gabriela Yax Velásquez  
Revisor Lingüístico  
IPETH. Guatemala



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

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA COTEJO DE TESINA  
DIRECTOR DE TESINA

<b>Nombre del Director:</b> Licda. Laura Marcela Fonseca Martínez
<b>Nombre del Estudiante:</b> Dorcas Daniela Dubón González
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b> Revisión bibliográfica de los beneficios físicos de los ejercicios excéntricos para tendinopatía de Aquiles en corredores masculinos de alto rendimiento 30 a 50 años.
<b>Fecha de realización:</b> noviembre 2023

**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**



Licda. Laura Marcela Fonseca Martínez

---

Nombre y Firma Del Director de Tesina



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

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

<b>Nombre del Asesor:</b> Licda. María Isabel Díaz Sabán
<b>Nombre del Estudiante:</b> Dorcas Daniela Dubón González
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b> Revisión bibliográfica de los beneficios físicos de los ejercicios excéntricos para tendinopatía de Aquiles en corredores masculinos de alto rendimiento 30 a 50 años
<b>Fecha de realización:</b> noviembre 2023

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

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

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

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

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



Licda. María Isabel Díaz Sabán  
Nombre y Firma del Asesor Metodológico

**DICTAMEN DE TESINA**

Siendo el día 30 del mes de Noviembre del año 2023.

Los C.C

**Director de Tesina**  
Función

Licda. Laura Marcela Fonseca Martínez

**Asesor Metodológico**  
Función

Licda. María Isabel Díaz Sabán

**Coordinador de titulación**  
Función

Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón

**Autorizan la tesina con el nombre**

Revisión bibliográfica de los beneficios físicos de los ejercicios excéntricos para tendinopatía de Aquiles en corredores masculinos de alto rendimiento 30 a 50 años.

**Realizada por el Alumno:**

Dorcas Daniela Dubón González

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



Firma y Sello de Coordinación de titulación

En ejercicio de las atribuciones que le confiere el artículo 171 literal a) de la Constitución Política de la República de Guatemala y con fundamento en los Artículos 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 13, 15, 17, 18, 19, 21, 24, 43, 49, 63, 64, 65, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 83, 84, 104, 105, 106, 107, 108, 112 y demás relativos a la Ley De Derecho De Autor Y Derechos Conexos De Guatemala Decreto Número 33-98 yo **Dorcas**

**Daniela Dubón González**

como titular de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada **Revisión bibliográfica de los beneficios físicos de los ejercicios excéntricos para tendinopatía de Aquiles en corredores masculinos de alto rendimiento 30 a 50 años**

; otorgo de manera gratuita y permanente al IPETH, Instituto Profesional en Terapias y divulgen entre sus usuarios, profesores, estudiantes o terceras personas, sin que pueda recibir por tal divulgación una contraprestación.

Fecha **30 de noviembre de 2023**

Dorcas Daniela Dubón González  
Nombre completo



Firma de cesión de derechos

## **Dedicatoria**

La presente tiene una dedicación especial a Dios por ser mi pilar y darme salud, sabiduría para poder culminar con éxito mi tesis, a mi madre Benilda González que ha sido la fuente de inspiración en mi vida, por el apoyo y motivación que siempre han sido clave para alcanzar mis objetivos de ser profesional.

- **Dorcas Daniela Dubón González**

## **Agradecimiento**

A Dios por ser la guía durante mi proceso académico y me ha dado la fortaleza permitiéndome llegar con salud a esta etapa final de mi universidad. A mis padres Benilda González y José Dubón por ser mis consejeros y por brindarme soporte incondicional bajo cualquier circunstancia, a mi hermana María Dubón por su apoyo y compañía, a mi pareja por su amor y por creer en mi capacidad brindándome su comprensión ,a mi vecina Carmencita, porque es la prueba más evidente de que Dios ha enviado ángeles generosos que caminan entre nosotros, a mis amigos quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, a mi casa de estudios IPETH por formarme y prepararme para el futuro.

- **Dorcas Daniela Dubón González**

## Palabras Claves

Ejercicio excéntrico

Tendinopatía

Dosificación

Tendón de Aquiles

Contracción

# Índice

Portadilla.....	i
Investigadores Responsables.....	ii
Autoridades Y Terna Examinadora.....	iii
Aprobación Asesor De Tesis.....	iv
Aprobación Revisor Lingüístico.....	v
Lista De Cotejo Director De Tesis.....	vi
Lista De Cotejo Asesor Metodológico.....	viii
Dictamen De Tesis.....	x
Hoja De Titular De Derechos.....	xi
Dedicatoria.....	xii
Agradecimiento.....	xiii
Palabras Claves.....	xiv
Índice.....	xv
Índice Tablas.....	xix
Índice De Figuras.....	xx
Resumen.....	1
Capítulo I.....	2
Marco Teórico.....	2
1.1 Antecedentes Generales.....	2

1.1.1 Anatomía de la articulación.....	6
1.1.2 Anatomía del tobillo.....	7
1.1.3 Recordatorio del sistema aquileo-calcáneo-plantar .....	10
1.1.4 Soleo, Gastrocnemios.....	12
1.1.5 El Tendón de Aquiles .....	14
1.1.6 Composición del tendón de Aquiles.....	17
1.1.7 Estructura muscular.....	18
1.1.8 Rotura del tendón de Aquiles.....	20
1.1.9 Patología .....	20
1.1.10 Epidemiología .....	21
1.1.11 Características clínicas.....	22
1.1.12 Clasificación .....	23
1.1.13 Etiología.....	25
1.1.14 Fisiopatología.....	27
1.1.15 Diagnostico/valoración.....	29
1.1.16 Evaluación fisioterapéutica .....	31
1.1.17 Tratamiento fisioterapéutico.....	33
1.2 Antecedentes específicos .....	35
1.2.1 Fundamentos de los ejercicios .....	35
1.2.2 Ejercicio. ....	36
Capítulo II.....	40

Planteamiento del Problema .....	40
2.1 Planteamiento del problema.....	40
2.2 Justificación .....	43
2.3 Objetivos.....	45
2.3.1 Objetivo general.....	45
2.3.2 Objetivos específicos .....	45
Capítulo III.....	46
Marco Metodológico.....	46
3.1 Materiales.....	46
3.2 Métodos utilizados .....	48
3.2.1 Enfoque de investigación .....	48
3.2.2 Tipo de estudio.....	49
3.2.3 Método de Estudio.....	49
3.2.4 Diseño de investigación .....	50
3.2.5 Criterios de selección.....	50
3.3 Variables .....	52
3.3.2 Variable dependiente.....	52
3.3.3 Operacionalización de las variables.....	52
Capítulo IV .....	55
Resultados.....	55
4.1 Resultados.....	55

4.2 Discusión .....	60
4.3 Conclusiones .....	64
4.4 Perspectivas y/o aplicación práctica .....	65
Referencias.....	66

## Índice Tablas

Tabla 1. Tendón de Aquiles .....	16
Tabla 2. Criterios de selección. ....	51
Tabla 3. Operacionalización de variables .....	53
Tabla 4. Resultados A .....	56
Tabla 5. Resultados B .....	57
Tabla 6. Resultados C .....	59

## Índice De Figuras

Figura 1. Vista medial y lateral de la articulación del tobillo .....	6
Figura 2 Ligamentos y tendones de la articulación del tobillo y tarso.....	7
Figura 3. Vista anterior y lateral interna (derecha) de la articulación del tobillo.....	8
Figura 4. Vista posterior y lateral externa (derecha) de la articulación del tobillo.....	9
Figura 5 Anatomía del tobillo .....	9
Figura 6 Tendón de Aquiles .....	11
Figura 7. Tendón de Aquiles inflamado. ....	13
Figura 8. Estructura jerárquica del tendón .....	18
Figura 9. Estructura del músculo .....	20
Figura 10. Implementación de ejercicios excéntricos del protocolo Alfredson .....	38
Figura 11. Implementación de ejercicios excéntricos del protocolo Alfredson .....	39
Figura 12 Artículos utilizados .....	47
Figura 13 Distribución de información .....	48

## Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo dar a conocer los beneficios fisiológicos de los ejercicios excéntricos como tratamiento para la tendinopatía aquilea en corredores masculinos de alto rendimiento ya que es notorio que la actividad deportiva está a la orden del día es por eso que las lesiones tendinosas por exceso de uso y por la sobre carga se llegan a producir en los tendones un dolor y una menor tolerancia al movimiento y en este caso al ejercicio, reduciendo así la funcionalidad, por lo que se describen las características principales de la tendinopatía aquilea y las ventajas del ejercicio excéntrico como tratamiento en la intervención fisioterapéutica en la población deportiva.

Ya se llega a considerar una incidencia de hasta un 50% en la población deportista de alto rendimiento y elite, por lo que, desde una vista fisioterapéutica, la investigación empieza desde el planteamiento del problema hasta poder llegar, por medio de un análisis bibliográfico, la conexión entre el tratamiento de ejercicio excéntricos para el abordaje de la tendinopatía aquilea.

Por otro lado, se aborda la metodología que está involucrada en la investigación, donde sale a relucir detalles que nos ayudan a la recolección de datos e información, para poder ser una fuente confiable de conocimiento fidedigno para intervención del fisioterapeuta en abordajes futuros.

Finalmente, se resaltan los resultados hallados para esta investigación sobre los beneficios encontrados para el tratamiento de tendinopatía Aquilea, desde distintas perspectivas y discusiones con el fin de llegar a un buen abordaje fisioterapéutico para así educar y actuar con prevención ante dicha patología.

# **Capítulo I**

## **Marco Teórico**

En este marco teórico de esta investigación se hace mención de dos grandes apartados. Comenzando con los antecedentes generales donde se detalla una síntesis conceptual, donde se abordan los temas teóricos desde su origen y definición, etiología, problemática, desglosando en la anatomía de esta patología; seguido de, los antecedentes específicos, estos consisten en detallar los temas que son relevantes como, evaluaciones, tratamientos y varios tipos de intervenciones.

### **1.1 Antecedentes Generales**

Las lesiones tendinosas por exceso de uso y por sobre carga se llegan a producir en los tendones sometidos a una carga excesiva y provocan dolor, una menor tolerancia al ejercicio y reducción de la funcionalidad. Se producen cambios significativos en la anatomía del tendón, lo que provoca un tendón con menor capacidad de soportar una carga de tracción repetitiva. (Cook, 2009).

Es notorio que la actividad deportiva está a la orden del día. La liberada atracción de la población por el acondicionamiento y perfección de su imagen y aspecto físico ha aumentado de forma significativa en los últimos años. De manera paralela, este restablecimiento de la práctica deportiva ha incrementado el riesgo de padecer lesiones en la población, ya que se ha iniciado la realización de deportes que conllevan la ejecución de movimientos de alta velocidad o con cambios drásticos en la velocidad sin un entrenamiento preliminar, pasando de una vida sedentaria a la práctica de deporte de forma diaria. (Ivern, 2015).

Es el deporte por excelencia, en el que se fundamentan todos los demás. Como tal, supone el concurso de todas las habilidades relacionadas con las disciplinas deportivas (fuerza física, inteligencia, concentración, reflejos, etc.), a la vez que necesita de la puesta en práctica de complejos sistemas que permitan la superación del atleta (desarrollo técnico, alimentación, equipo, métodos de entrenamiento, estudios de psicología y motivación, etc.). Además, el atletismo tiene desde el punto de vista formativo grandes ventajas: en primer término, ser el más barato: en cualquier lugar del mundo se puede correr (entrenar y competir), terrenos baldíos, plazas, calles, playas de río o de mar son escenarios hábiles y en muchos casos menos agresivos que las pistas sintéticas. (Nava, 2012).

En segundo término, es una maravillosa herramienta educativa e instrumento de salud, formando personas perfeccionistas y previniendo enfermedades. En términos generales, se habla de atletismos para referirse a un conjunto de pruebas que, con carácter individual o colectivo, se basan en tres actividades:

- La carrera
- El salto

- El lanzamiento de objetos. (Nava, 2012).

y las pruebas combinadas comprenden: el triatlón, el pentatlón y el decatión. Estas pruebas tienen en todo momento un carácter competitivo; los resultados se valoran con arreglo a unidades de tiempo, medida y distancia. La importancia que el atletismo ha adquirido queda bien reflejada en el hecho de que suele considerarse el más importante de los deportes incluidos en los programas oficiales de los Juegos Olímpicos. (Nava, 2012).

Las especialidades que comprende el Atletismo son:

- Las carreras: Están formadas por acciones motrices básicas de forma cíclica, las cuales se repiten de forma periódica cada una de las partes de las que se compone su estructura representando una habilidad básica de locomoción y una prolongación básica del andar. Hay distintos tipos de carreras:
  - a) Velocidad. Se refiere a las distancias más cortas del programa atlético y van del 50 y 60 m a los 400m y realizadas a gran velocidad.
  - b) Medio fondo. Las más populares son los 800m, 1500 m hasta 3.000m, en las cuales la táctica juega un papel fundamental.
  - c) Fondo y gran fondo. Oscilan desde los 3000, 5000 y 10000 m hasta la maratón de 42km y 195 m. Los 100km no es una disciplina olímpica.
  - d) Vallas. En pista cubierta se corre 60m.v, o 50m.v. Al aire libre se corren 100m.v las mujeres y los 110m.v los hombres. La prueba de 400m.v la disputan tanto los hombres como las mujeres.
  - e) Obstáculos. La carrera de obstáculos está compuesta de 28 obstáculos y 7 rías, en el caso de los 3000m obstáculos. Recientemente, se ha incorporado estas carreras para el ámbito femenino.

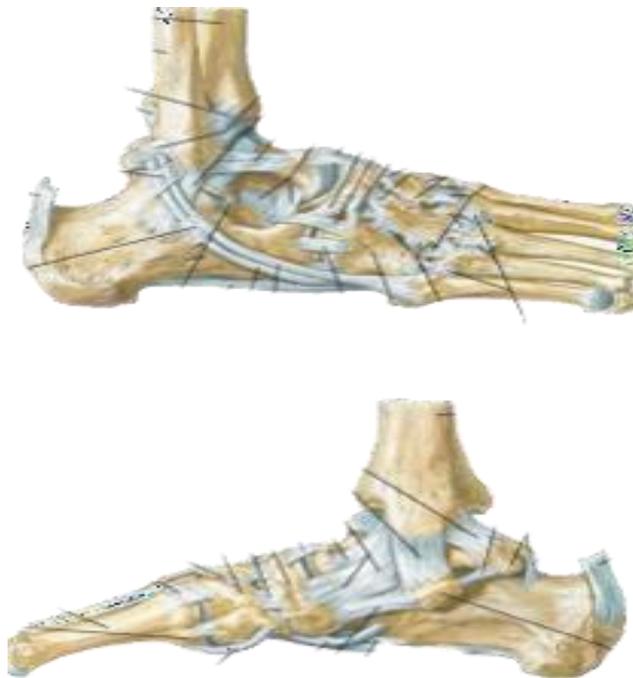
- La marcha. Es una disciplina que proviene de una de las acciones más cotidianas del hombre (andar). (Rius, 2005).

La marcha está revestida de una cierta artificialidad. La marcha está motivada por las imposiciones del reglamento. Las distancias recorridas más habituales son 10, 20 y 50km marcha. (Rius, 2005).

El tendón de Aquiles es el tendón más grueso y denso del organismo humano. Resulta de la unión de las inserciones de los músculos gastrocnemios y sóleo, en dicha inserción ósea se les une el tendón del músculo débil plantar delgado. Su longitud es de unos 6 centímetros, con una anchura mínima de hasta 12 milímetros y un grosos de 5 a 6 milímetros. Se inserta ensanchándose a aplanándose en la parte posterior del calcáneo, del que se está alejado en su cara superior por una bolsa serosa. (Naba, 2012).

Hoy en día, demasiadas personas eligen como actividad deportiva correr, con experiencia previa en la práctica deportiva o sin entendimiento de la misma. Un abundante grupo de personas deciden esta modalidad de correr en grupo, formando un espacio en el cual la salud es la principal protagonista, mejorando la capacidad de respiración, la concentración, el gesto deportivo, beneficiando el estado físico en general. (Nava, 2012).

**1.1.1 Anatomía de la articulación.** El tobillo: se define como la articulación que se encuentra localizada entre el hueso astrágalo del pie y la mortaja ubicada entre la tibia y el peroné distales. La tibia y el peroné están conectados por medio de una membrana interósea oblicua que permite un grado reducido de separación cuando las diversas anchuras del astrágalo separan mecánicamente los dos huesos para ensanchar la mortaja. Las fibras de la membrana interósea no se alargan, sino que, simplemente cambian de angulación, lo cual permite la separación de la tibia y el peroné. (Malberti, 2004).



*Figura 1. Vista medial y lateral de la articulación del tobillo.*

*Fuente: (Netter, 2019).*

**1.1.2 Anatomía del tobillo.** Los huesos el tobillo está conformado por la tibia, peroné, astrágalo y el calcáneo, los que se dividen en dos articulaciones, la tibioastragalina y la subastragalina, que permiten la dorsiflexión, flexión plantar, inversión y eversión. La articulación subastragalina está creada por el astrágalo y el calcáneo, que a la vez están separados por el escafoides tarsal, cuboides y cuñas por la articulación mediotarsiana o de Chopart. La tibia y el peroné se encuentran unidos por una membrana interósea y la sindesmosis; esta última estabiliza la articulación tibioperoneo astragalino, también llamada mortaja. (Mayán, 2015).



*Figura 2 Ligamentos y tendones de la articulación del tobillo y tarso.*

*Fuente: (Netter, 2019).*

En la parte posterior del astrágalo se identifica el tubérculo, uno medial y otro lateral; son una buena estructura anatómica porque entre ellos transcurre el tendón flexor del primer dedo y, justamente en el tubérculo lateral, se llega a inserta el ligamento peroneo astragalino posterior. El cuello del astrágalo forma el techo del seno tarsiano y el piso el calcáneo, donde se localizan los ligamentos astragalocalcáneo y cervical. El calcáneo es el hueso más grande, largo y fuerte del pie. En la cara medial se encuentra el lugar de inserción de uno de los fascículos del ligamento deltoideo y por debajo de éste se localiza el tendón flexor del primer dedo en los cortes coronales. (Mayán, 2015).

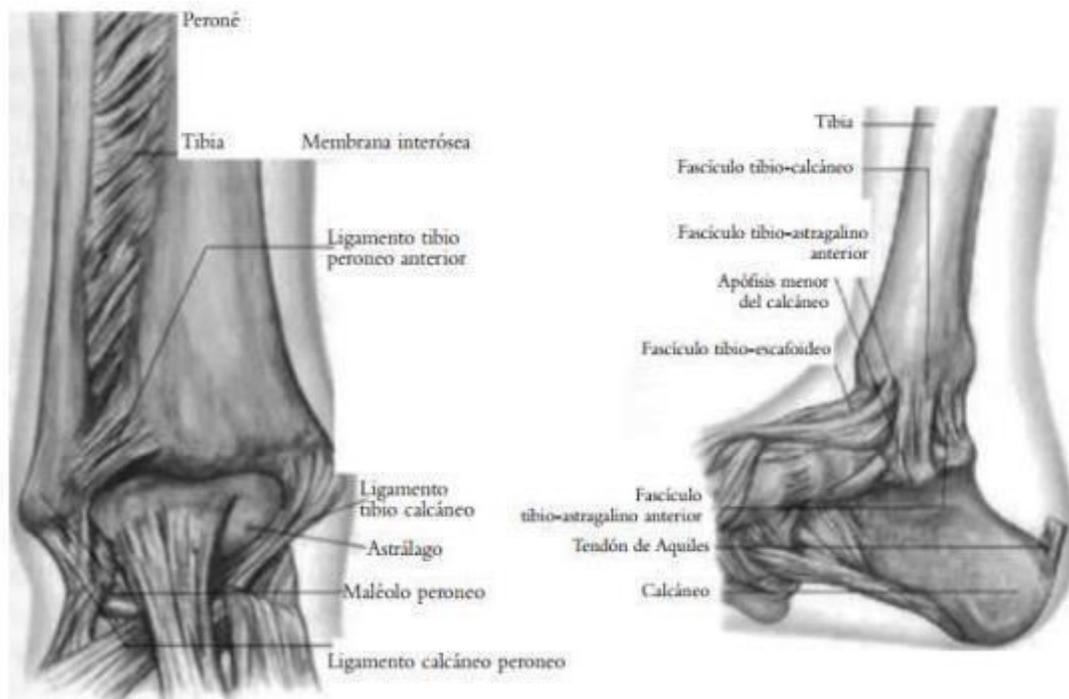


Figura 3. Vista anterior (izquierda) y lateral interna (derecha) de la articulación del tobillo.

Fuente: (Natalie, 2011).

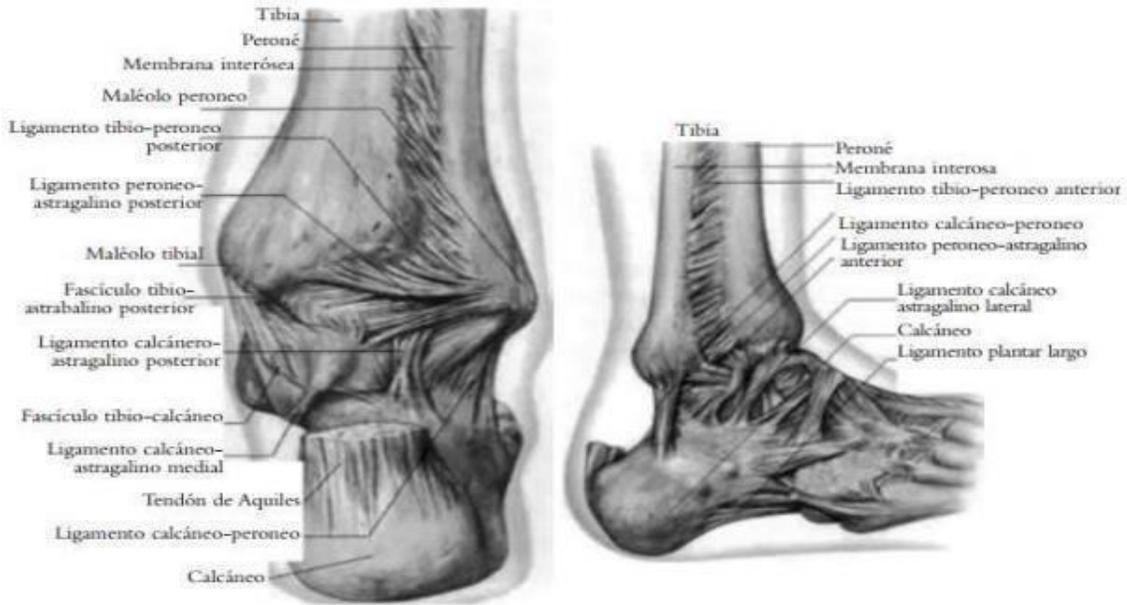


Figura 4. Vista posterior (izquierda) y lateral externa (derecha) de la articulación del tobillo.

Fuente: (Natalie, 2011).

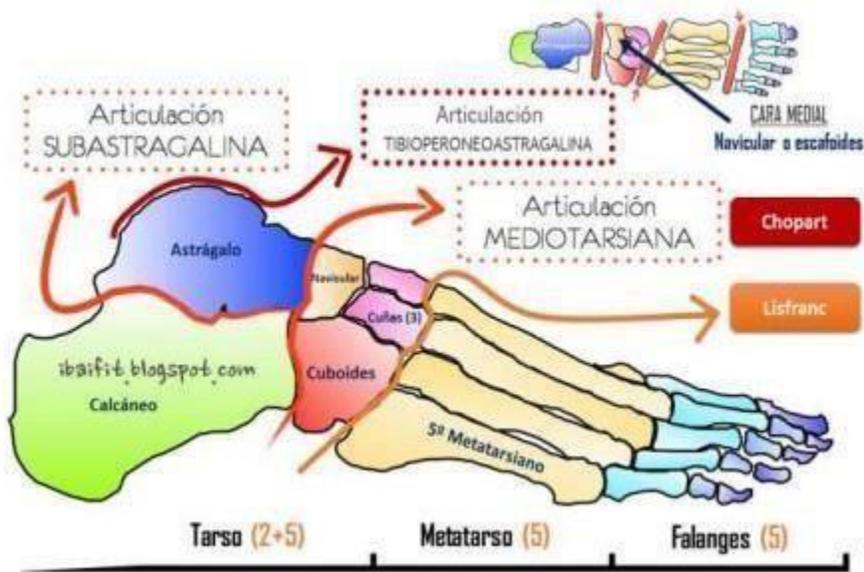


Figura 5 Anatomía del tobillo.

Fuente: (Nava, 2012).

**1.1.3 Recordatorio del sistema aquileo-calcáneo-plantar.** El sistema Aquileo- Calcáneo-Plantar es un sistema que conforma una unidad funcional creada por tres unidades; el tendón de Aquiles o tendón calcáneo, que transmite al pie toda la potencia del tríceps sural, el sistema trabecular posterior-inferior del calcáneo y la aponeurosis plantar, que se forma del abductor del primer y quinto dedo, el flexor corto común de los dedos y de la fascia plantar. (Espinoza, 1998).

Estos tres elementos forman un sistema tendinoso-óseo aponeurótico que trabaja como una unidad funcional y que permite al pie ponerlo en posición de puntillas, es decir, su función básica es la realización de la flexión plantar, así como de la inversión del pie. La primera posición será un punto clave para la dinámica de la marcha, ya que en la fase de despegue será necesaria para evitar una marcha no ergonómica o patológica y sin la cual la carrera o el salto serían totalmente inviables. Si observamos un corte sagital del talón, se observa claramente como el tríceps sural termina en el tendón de Aquiles y éste, adherido al sistema trabecular posterior e inferior del calcáneo, se prosigue con la aponeurosis plantar, el abductor del dedo gordo, el músculo flexor corto del dedo grueso y el flexor corto plantar de los dedos. (Leal, 2011 y Espinoza, 1998).



*Figura 6 Tendón de Aquiles.*

*Fuente (Nordin, 2012).*

**1.1.4 Soleo, Gastrocnemios.** El Tendón de Aquiles es considerado la inserción distal de los músculos sóleo y gemelos. Con respecto al músculo sóleo, es un extenso músculo plano, más ancho que el gastrocnemio. Se sitúa en la profundidad de los gemelos y se encuentra por debajo del centro de la pantorrilla. Sus fibras son de contracción lenta y su palpación es adecuada cuando el paciente se pone de puntillas. Su origen se halla en la cara posterior de la cabeza del peroné y se inserta en la cara posterior del calcáneo a través del tendón de Aquiles. Su principal función es la flexión plantar del pie y el enderezamiento de la pierna sobre el pie, esto impide que el cuerpo caiga hacia adelante y de esta forma mantiene la posición erguida durante la marcha. (Espinoza, 1998 y Pangrazio, 2009).

Por lo que refiere a los gastrocnemios, son los músculos fusiformes más superficiales del compartimento posterior de la pierna. Sus fibras musculares siguen una trayectoria vertical y de esta forma la contracción de estos músculos crea un movimiento rápido en salto y carrera. Su porción interna se origina por encima del cóndilo interno femoral y su porción externa en la cara lateral del cóndilo externo, Se inserta en la cara posterior del calcáneo a través del tendón de Aquiles y su función es la flexión plantar del pie, además de apoyar en la flexión de la rodilla. (Espinoza, 1998 y Pangrazio, 2009).

Las dos porciones tendinosas del tendón de Aquiles, se pueden dividir precisamente en sentido proximal, fusionándose gradualmente en sentido distal, dando como resultado un tendón homogéneo. Así pues, está formado por tres cabezas musculares en la que solo el soleo es mono articular. Por otro lado, tenemos los gemelos, que son biarticulares (Espinoza, 1998 y Pangrazio 2009 y Leal, 2011).



*Figura 7. Tendón de Aquiles inflamado.*

*Fuente: (Nava, 2012).*

**1.1.5 El Tendón de Aquiles.** Es el tendón más fuerte, voluminoso, largo y potente del organismo, y tiene la capacidad de soportar cargas tensionales de diez veces el peso corporal durante la carrera y los saltos. Además, es capaz de transmitir más de 7000 N durante la carrera o el ejercicio intenso y posee la capacidad de desarrollar el 80% de la potencia flexora del tobillo. (Werd, 2007).

Sus medidas son de unos 5-6 cm de largo, entre 12 y 15 mm de ancho y su espesor se encuentra entre los 5 y los 6 mm y recibe su aporte sanguíneo por medio de ramas musculares, vasos del paratendón circundante y vasos del hueso y del periostio del calcáneo, pero a pesar de todas estas características que le confieren una gran potencia, presenta una zona que es casi avascular, situada a unos 4-5 cm por encima de la inserción de éste en el calcáneo. (Commandre, et al 2004 y Cobos, et al 2011 y Leal, 2011 y Espinoza, 1998).

Esta alteración de la vascularización, relacionada en los últimos años a la fuerte irrupción del deporte en la sociedad y en consecuencia su práctica en personas sedentarias y poco entrenadas, unido al incremento de la edad media de los deportistas, hace que haya aumentado de forma importante la incidencia de roturas subcutáneas. Así pues, el tendón desciende verticalmente y se estrecha por detrás de los músculos de la cavidad profunda de la pierna y del tobillo. Luego, se ensancha para alcanzar su entesis sobre la mitad inferior de la cara posterior del calcáneo. La superficie de su inserción se compone de tres elementos: una parte superior lisa, separada del tendón de Aquiles por la bolsa serosa prerrotuliana, una zona rugosa media, que también sirve de inserción al músculo plantar delgado y una porción inferior oblicua debajo y delante, donde se insertan las fibras más

superficiales del tendón de Aquiles. En su inserción distal está rodeado por una bursa retrocalcánea y otra retro aquilea. (Cobos, et al 2011 y Espinoza, 1998).

Referente a su inervación, el tendón de Aquiles tiene una rica inervación que tiene un doble origen. En primer lugar, tenemos el nervio tibial posterior que envía una ramificación supramaleolar hacia el tendón de Aquiles y a las caras posterior e interna del pie, y, en segundo lugar, el nervio safeno externo, que emite una ramificación aquileana que inerva también los segmentos de la región maleolar externa y la parte externa del talón. En la región interior del talón, las ramificaciones nerviosas se introducen en los tabiques endotendíneos, formando una red longitudinal anastomosada por ramificaciones transversales. Terminan en los órganos músculo tendinosos de Golgi, en los corpúsculos de Paccini y de Ruffini o de Golgi-Mazzoni. La presencia de husos neurotendinosos de Golgi confiere al tendón de Aquiles un papel biomecánico de propioceptividad sobre el tobillo. Del mismo modo, la riqueza de las ramificaciones nerviosas subcutáneas explica los dolores cicatriciales y los neuromas postoperatorios. (Commandre et al., 2004).

En cuanto a la vascularización de sangre de los tendones esta proviene de tres fuentes: la unión músculo tendinosa, el tejido circundante y la unión osteotendinosa. La que más domina es una rama de la arteria recurrente de la arteria tibial posterior, que es suministrada principalmente a los tejidos peritendinosos. (Doral, 2010).

Tabla 1.

Tendón de Aquiles

## El tendón de Aquiles

<b>Origen</b>	<b>Acción</b>	<b>Inserción</b>	<b>Inervación</b>
Se origina en el músculo tríceps, de la pantorrilla, formado por los gemelos y el sóleo, conformando así la extensión tendinosa de estos músculos. (Yasalud, 2016).	Es crucial para la capacidad de caminar, saltar y subir los dedos de los pies. Como se contrae el músculo gemelo se mueve el tendón de Aquiles adjunto, tirando hacia arriba del hueso del talón. Esto apunta el dedo hacia abajo. Una acción necesaria para caminar.	La inserción distal de los músculos gemelos y sóleo, sus dos porciones tendinosas se pueden separar claramente en sentido proximal, fusionándose gradualmente en sentido distal; dando un tendón homogéneo que se inserta en un área rectangular de la zona media de la cara posterior del calcáneo. (Castellano, 2016).	Tiene un doble origen: el nervio tibial posterior que envía una ramificación supra maleolar hacia el tendón de Aquiles y los tegumentos de las caras posterior e interna de la garganta del pie. (Malverti, 2004).

Tabla No. 1 Robalino, 2017

**1.1.6 Composición del tendón de Aquiles.** El tendón de Aquiles está formado por fibras colágenas y sustancia fundamental. Las fibras colágenas son las más abundantes en el tendón (concretamente el colágeno de tipo I) en un 86% del peso en seco (Khan et al., 1999 y O'Brien 1997). Estas fibras poseen una gran resistencia y una gran flexibilidad y mantienen una estructura ondulada si lo observamos en el microscopio. Además, se encuentran reunidas en haces que se hallan paralelos entre sí y están envueltos por una fina capa de tejido conectivo que se conoce como endotendón. Es rico en elastina y penetra en el interior del tendón, es el encargado de mantener unidos los haces de colágeno permitiendo cierto movimiento entre ellos. Además, a través de él es por donde caminan vasos sanguíneos, linfáticos y los nervios. Las fibras de colágeno están formadas por microfibrillas de colágeno de tipo I que se organizan jerárquicamente en fibrillas 22,24,25. El tamaño medio de estas fibras de colágeno en el tendón de Aquiles es de 60  $\mu\text{m}$  y las fibrillas de colágeno tienen un diámetro entre 50 – 90 nm. (Jurado, 2008).

El tendón de Aquiles normal posee un patrón celular bien organizado y ordenado, donde los tenocitos aparecen alineados y empaquetados entre los haces de colágeno al eje longitudinal del tendón. Los tenocitos y tenoblastos se producen de manera uniforme y la matriz extracelular, tanto fibrilar como no fibrilar, rodea y compacta la célula. (Wang, 2006).

Los tendones reciben su inervación de tipo sensorial desde que se reviste por los nervios superficiales o nervios de profundidad adyacente. El tendón de Aquiles se inerva de forma particular del nervio sural con un abastecimiento más reducido desde el nervio tibial (S1-S2). Las terminaciones nerviosas se unen para crear un plexo longitudinal que aporta fibras aferentes en la mayoría. Los receptores eferentes están en su mayoría cerca de la unión osteotendinosa y abarcan los cuatro tipos de receptores. (Doral, 2010).

- Tipo 1. Ruffini (corpúsculos que son receptores de presión)
  - Tipo 2: Vater-Pacinian (corpúsculos sensibles al movimiento)
  - Tipo 3: mecanorreceptores tendinosos de Golgi
  - Tipo 4: terminaciones nerviosas libres que funcionan como receptores de dolor.
- (Doral, 2010).

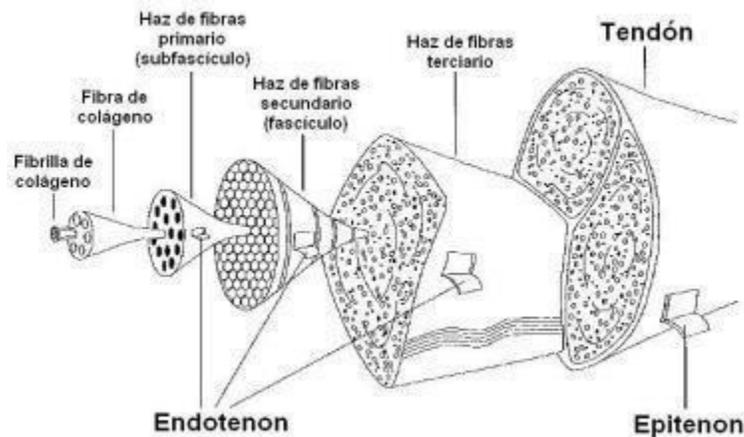


Figura 8. Estructura jerárquica del tendón.

Fuente: (Jurado, 2008)

**1.1.7 Estructura muscular.** Los músculos están compuestos en su exterior por tejido conectivo que según (Álvarez, 2000), es un tejido denso que sirve como sostén. Sin embargo, en su interior, constan de una serie de estructuras. Primeramente, se encuentra el epimisio que rodea al músculo, al cortar éste se ubica el perimisio que cubre fascículos que son pequeñas haces de fibras. Finalmente se hallan las fibras musculares individuales, a su

vez, cada una de estas está cubierta por una vaina de tejido conectivo (Wilmore y Costill, 2001).

Al observar detalladamente una fibra muscular compuesta por varias miofibrillas que abarcan su misma longitud, se ve que está rodeada por una membrana de plasma llamada sarcolema que se funde con el tendón insertándose en el hueso. Dentro del sarcolema se encuentra una sustancia similar a gelatina llamado sarcoplasma que contiene proteínas, minerales, glucógeno, grasas disueltas y organelas. (Luttgens y Wells, 1982).

Dentro del sarcoplasma también se encuentra una extensa estructura de túbulos transversales (llamados Túbulos T) que pasan por entre las miofibrillas y permiten que los impulsos nerviosos que recibe el sarcolema sean transmitidos a las miofibrillas individuales compuestas por subunidades más pequeñas llamadas sarcómeros. Cada sarcómero es la zona de la miofibrilla situada entre dos líneas Z. El sarcómero es considerado como la unidad funcional contráctil del músculo estriado (Luttgens y Wells, 1982).

Las miofibrillas microscópicas, son elementos contráctiles, ordenadas de forma paralela dentro de la fibra y formando bandas alternas oscuras y claras que le dan el aspecto estriado a la fibra muscular. El microscopio electrónico ha mostrado que las estrías son un patrón de repetición de bandas y líneas debido a una interdigitación de dos grupos de filamentos. Se ha postulado que estos filamentos de proteínas contráctiles, principales de actina y miosina al ser estimuladas se deslizan entre sí. (Luttgens y Wells, 1982).

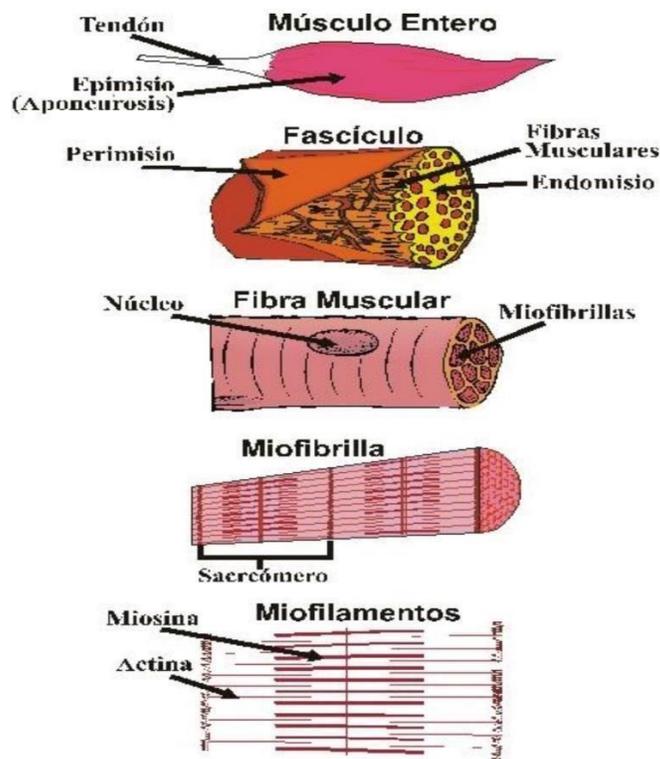


Figura 9. Estructura del músculo.

Recuperado de: <http://www.maestriasalud.una.ac.cr/documents/contrac-mus.pdf>

**1.1.8 Rotura del tendón de Aquiles.** La rotura del tendón de Aquiles es “un desgarro total o parcial que ocurre cuando el tendón es estirado excediendo su capacidad”. Cuyos síntomas son dolor intenso y escucha un fuerte estallidos y por lo general quien lo sufre afirma haber sentido una patada en dicho tendón. (Sous et al., 2011).

**1.1.9 Patología.** Se utilizan tres modelos diferentes para demostrar la definición de tendinopatía, interrupción o desgarro del colágeno, respuesta de las células tendinosas e inflamación. Este término ayuda describir el dolor en el tendón en relación con la patología. Los modelos de rotura o desgarro de colágeno opinan que el dolor en el tendón tiene una causa a su respuesta catabólica de las células del tendón, esto se debe a la falta de carga

causada secundario al daño microscópico del colágeno. El modelo de respuesta celular tendinosa propone que, en respuesta a la carga, los tenocitos o tendinocitos estimula una respuesta que al mismo tiempo modifica la matriz extracelular. (Khan et al., 1999).

El modelo inflamatorio sugiere, en respuesta a la carga, una respuesta inflamatoria que puede llegar a estar relacionada con la degeneración y desorganización del tendón. Existe también el modelo continuo de tendinopatía, que crea un cambio continuo de un tendón reactivo agudo a un tendón degenerativo crónico. (Khan et al., 1999).

**1.1.10 Epidemiología.** Considerando una incidencia de un 5.9% en la población sedentaria y hasta un 50 % de deportistas de alto rendimiento y elite, y una predominante de 7-40% en población atlética. (González, 2014).

La razón por la cual su frecuencia de aparición en la carrera es tan alta, se llega a la conclusión de que este se trata de un deporte unidireccional, que conlleva una propulsión continua de los músculos de la pantorrilla, a todo esto, hay que agregarle algunos factores como: (Benítez et. at. 1995).

- Excesiva tensión de los músculos de la pantorrilla e isquiotibiales.
- Pronación del pie. La excesiva eversión de pie somete al tendón de Aquiles a un movimiento exagerado en el patrón frontal, por lo que se crea con frecuencia lesiones por un sobre uso.
- Correr pendiente abajo. Este gesto supone una sobre carga adicional al tendón de Aquiles.
- Uso de zapatos o zapatillas demasiado rígidas. Agrega otra sobre carga.
- Otros factores biomecánicos, pueden ser importantes en el inicio de la lesión del tendón de Aquiles es el genu-varo, el pie cavo y las deformidades en varo del tobillo

y antepié. Hacen que el pie contacte con el suelo con la posición de supinación excesiva, que compensa con una hiperpronación en la fase de apoyo plantar, y, por ende, orillan a un movimiento anormal de rotación al tendón. (Benítez et. at. 1995).

**1.1.11 Características clínicas.** Un síntoma común de la TA es la rigidez matutina o la rigidez después de una fase de inactividad y la aparición progresiva de dolor durante la actividad. En los atletas, el dolor se manifiesta, en gran parte de ocasiones, al principio y al final de una sesión de entrenamiento, con un periodo de disminución del dolor en el medio de la sesión. Sin embargo, cuando la patología progresa, el dolor puede manifestarse con un esfuerzo menor y puede interferir en las AVD. Ya en casos más avanzados y severos, el dolor se presenta en reposo. En la fase aguda, el tendón está inflamado de forma difusa y edematoso. En los casos crónicos suele haber una inflamación nodular sensible (Maffulli, 2020).

Síntomas de la tendinitis aquilea.

Los principales síntomas que se asocian con tendinitis aquilea incluyen:

- Dolor, Es frecuente que el dolor inicie justamente al levantarse en la mañana o tras largos periodos de descanso, el dolor de la tendinitis aquilea mejora un poco cuando el participante realiza actividad moderada y si esta se incrementa el dolor empeora nuevamente.
- Sensibilidad, la sensibilidad disminuye cuando el dolor es intenso (comprensión de los lados del tendón), es decir a mayor dolor menor sensibilidad.
- Rigidez, siempre se evidencia presencia de rigidez en el área donde ocurre la tendinitis aquilea

- Nódulos, Si no es tratado a tiempo la tendinitis Aquiles puede progresar a degeneración del tendón y presentar Nódulos en el área lesionada
- Tumefacción, debida a la distensión de la vaina tendinosa producida por derrame. Y Crepitación final valorable durante la movilidad del tobillo (College of foot and Ankle Surgeons, 2010).

#### Síntomas del Paratendinitis

- Aguda: los síntomas son transitorios, aparecen al realizar actividades y duran menos de 2 semanas.
- Crónicos: se observan atrofia de la pantorrilla y debilidad tendinosa con aparición de nódulos.
- Cirugía: siempre y cuando los síntomas persisten después de 4 a 6 meses en tratamiento (Andréu,2012).

**1.1.12 Clasificación.** La tendinopatía, nombre generalizado para tendinitis, tendinosis y paratendinitis, es el síndrome clínico, que menciona y describe las lesiones por uso excesivo del tendón. Se caracteriza por la unión de dolor, inflamación, difusa o alterada y pérdida de la función, daño térmico y respuestas compresivas adaptativas. (Suer & Abd-Elseyed, 2019).

Para poder precisar la tendinopatía aquilea primero debemos que aclarar la terminología utilizada. ¿Por qué tendinopatía y no tendinitis?, a lo largo de los años, varios profesionales sanitarios en la actualidad han empleado el termino "tendinitis" pensando en la inflamación del tendón. La tendinopatía es un transcurso degenerativo con 3 fases bien diferenciadas:

- Tendinopatía reactiva: la primera de estas tres fases está señalada por el incremento de actividad de los tenocitos (células de los tendones) y la manifestación de unas

proteínas (proteoglicanos) entre los tenocitos, comunicados entre sí por medio de estímulos mecánicos, llevando la información de una cantidad exorbitante de carga a toda la longitud del tendón. Por ende, la respuesta reactiva es una adaptación a corto plazo a la sobre carga que es sometido el tendón, disminuyendo el estrés e incrementando la rigidez del tendón. (González, 2014).

- Tendón deteriorado: la segunda fase detalla el intento de reparación del tendón, parecido a la tendinopatía reactiva, pero con una superior degradación de la matriz. Hay un aumento global en la cantidad de células, así como algunos miofibroblastos, que tiene como resultado un aumento marcado en la fabricación de proteínas (proteoglicanos y colágeno). (González, 2014).
- Tendinopatía degenerativa: es la común, se describe claramente en la literatura, como la progresión y cambios de la matriz y de las células. Hay zonas de muerte celular que se da por apoptosis, traumatismos o agotamiento de los tenocitos. Como consecuencia, se han descrito especificado áreas acelulares, grandes áreas de la matriz extracelulares, están desorganizadas, llenos de vasos, y productos de la degradación del colágeno en la matriz. Y, por último, hay muy poca capacidad de reversibilidad de los cambios patológicos en esta etapa. (González, 2014).
- Disfunciones del Tendón de Aquiles: Los problemas que se dan en la disfunción del tendón de Aquiles, son los siguientes:
  - Tendinitis del Aquiles, la cual es una inflamación de la vaina tendinosa sin cambios intrínsecos del tendón.
  - Tendinosis del Aquiles, en la cual existen cambios intrínsecos del tendón con o sin tendinitis asociada y la ruptura del tendón de Aquiles (del Portillo, 2016).

Los trastornos del tendón de Aquiles suelen clasificarse como:

- Paratendinitis:

Es la inflamación del tendón y no existe tendinosos asociada. Cerca del tendón se acumula fluido, con lo que el paratendón se engruesa y se adhiere al tejido tendinoso normal- (Cervera, 2015).

- Tendinosis del tendón de Aquiles

Según la American Orthopaedic Foot & Ankle Society, La tendinosis del tendón de Aquiles ocurre cuando el Tendón se degenera e inflama. Es decir, cuando la tendinitis Aquilea ha empeorado llegando a degenerar el tendón, este se inflama y provoca mucho dolor. Esta lesión es muy común en corredores, deportistas que tienen tensión en la pantorrilla. La ubicación de la tendinosis de Aquiles puede tener lugar en la mita del tendón denominado sustancia media. También puede estar ubicada donde el hueso se conecta con el talón denominado insercional. (Rabadán, 2013).

**1.1.13 Etiología.** El origen o inicio de las lesiones tendinosas tiene una relación directa con el tipo de fuerza que actúa sobre el tendón. Las lesiones tendinosas son producidas, principalmente, por fuerzas de compresión, fuerzas de rozamiento o fricción, fuerzas de tracción o por diferentes estímulos de leve intensidad aplicados de forma repetitiva. Es por ello, que estas lesiones pueden tener su origen en factores intrínsecos o en factores extrínsecos. (Barcelona, 2012).

Diagnóstico: de los hallazgos microscópicos

- Tendinosis: degeneración tendinosa causada por la edad, el envejecimiento del tejido conjuntivo, el sobreuso y el compromiso vascular.

- Tendinopatía/rotura parcial: degeneración sintomática con disrupción vascular.
- Paratendinitis inflamación del paretendón, sin tener en cuenta si está cubierto o no de sinovial.
- Paratendinitis con tendinosis: paratendinitis asociada con degeneración intratendinosa. (Serveis, 2012).

Factores intrínsecos asociados a la tendinopatía: se dividen en generales y locales

- Sexo
- Edad
- Mal alineaciones
- Genu valgo/varo, anteversión del cuello femoral
- Dismetría de miembros inferior
- Debilidades musculares
- Laxitud articular
- Desequilibrios musculares
- Disminución de la flexibilidad (Paavola et al. 2005).

Factores extrínsecos asociados a la tendinopatía aquilea:

- Método de entrenamiento
- Duración o intensidad excesiva
- Déficit de adaptación fisiológica
- Inadaptación a la especificidad de entrenamiento
- Errores en la adaptación individual al entrenamiento
- Cambios de superficie de entrenamiento/juego

- Calentamiento insuficiente
- Entrenamiento general inadecuado
- Recuperación insuficiente

Problemas derivados del material (Paavola et al. 2005).

**1.1.14 Fisiopatología.** Durante la actividad física, desde el punto de vista etiopatogénico y biomecánico, la carga que actúa sobre el tendón produce una deformación fibrilar cuando la tracción mecánica supera el 4% de la longitud en reposo, siendo una deformación completa en sí misma superior al 8%. El reparto desigual de la carga a lo largo del tendón produce trenes heterogéneos en extensión y distribución. Así mismo, la causa de una diversa proporción de las uniones estrechas entre las fibras de colágeno según la región tendinosa (zona musculo tendinosa, parte medial, zona osteotendinosa), es diferente a la resistencia mecánica, al perfil bioquímico y estructural del tendón. (Hansen et al., 2009) (Zhang, Wang, 2010).

Es un proceso degenerativo con resultados histopatológicos (aumento del volumen del tendón, alteración en la distribución de colágeno y creación de tenocitos, y neovascularización) añadido a dolor y limitación de funcionalidad. Se da en personas que efectúan práctica física como carrera o saltos repetitivos, pero también en personas que no realizan ninguna actividad deportiva. (González, 2014).

El tendón está integrado por un 30% de colágeno, un 2% de elastina y un 68% de agua. Este tendón no comprende una verdadera vaina sinovial, en su lugar una estructura llamada paratendón formada por tejido conectivo laxo, que cubre su parte medial, cara dorsal, cara lateral, es una fina aponeurosis, justamente por debajo de la piel. Existe una pequeña capa

serosa que ayuda en el deslizamiento y se describen varias bolsas serosas mínima adyacentes cerca de su inserción que pueden llegar a inflamarse. (Naba, E., 2012).

El tenocito tiene un papel indispensable en la homeostasis normal, en la cual hay regularización de la matriz y del cambio patológico que ocurre durante la enfermedad degenerativa; además, de parecer tener un papel transcendental en la producción no adecuada de tejido durante la reparación de fibrocartílago en el desarrollo de la tendinopatía. Procesos que generan un tendón:

- Interacciones químicas en la matriz
- Los dipéptidos solubles
- El estrés mecánico
- La liberación local de citocinas
- Moléculas de señalización

Tienen un efecto directo sobre la actividad de dureza, la expresión de genes celulares y sus enzimas. (Clegg et al., 2007).

Los desgarres parciales o fibrilares plantean los mecanismos de reparación de los tendones, en los que están implicados:

- Sustancias químicas diversas, entre las que se encuentran los factores de fraguado.
- Células con tenocitos residentes que se encargan de equilibrar, producir y destruir la matriz extracelular; estas células se diferencian en tenocitos, adipocitos, líneas condrogénicas u osteogénicas en función, entre otros factores, de la carga mecánica que se repite durante el proceso de reparación.
- La matriz extracelular, que tiene como componente fundamental las fibras de colágeno tipo I. (Zhang, Wang, 2010) (Abate et al., 2009).

La arteria peronea, posiblemente por medio de anastomosis con la arteria tibial posterior, crean pequeñas contribuciones a nivel medio del tendón, la arteria tibial anterior no se ve implicada. (Doral, 2010).

Esto conlleva alteraciones en la matriz extracelular; un incremento de glucosaminoglicanos, elastina, mayor retención de agua y una creación del colágeno de menor calidad, ya que da lugar a colágeno de tipo III modificando las propiedades viscoelásticas del tendón y, por lo tanto, el tendón gozará una apariencia edematosa y frágil. (Ivern, 2015).

Todos estos procesos generan un tendón degenerado y fibrótico, por lo que hay una disminución de su capacidad y funcionalidad de soportar carga, así se cierra el círculo fisiopatológico de las tendinopatías. (Clegg et al., 2007).

**1.1.15 Diagnóstico/valoración.** El diagnóstico clínico de la tendinopatía aquilea no es fácil, incluso en manos experimentadas. Si el paciente presenta una tendinopatía del tendón de Aquiles con un área dolorosa de hinchazón intratendinosa que se mueve con el tendón y cuya sensibilidad disminuye o desaparece cuando se pone el tendón bajo tensión, se puede decir que hay un diagnóstico clínico de tendinopatía (Maffulli et al., 2020). Las pruebas de imagen están indicadas solo para fines de confirmación, no de diagnóstico porque es poco probable que cambie el manejo del paciente (Maffulli et al., 2020).

Explicada la histopatología y cómo actúan los excéntricos en las tendinopatías, además de las posibles afecciones en el tendón de Aquiles y sus estructuras adyacentes, en este punto del trabajo nos vamos a centrar en concreto en el diagnóstico de la tendinopatía aquilea: inserción del tendón y en la porción media del tendón. Como ya se ha explicado anteriormente en la inserción del tendón los síntomas son dolor, rigidez y en ocasiones aumento del volumen del tendón. (Maffulli et al., 2020).

En la porción media del tendón (entre 2-7 cm por encima de la inserción) los síntomas suelen ser dolor, aumento de volumen e impotencia funcional. Su histopatología suele ser la propia de una tendinopatía, un proceso degenerativo que puede cursar con síntomas o asintomática, rara vez se suele dar una tendinopatía en la unión musculotendinosa. Se puede realizar una anamnesis: la persona puede recordar un cambio en los niveles de actividad o técnicas de entrenamiento, con un aumento gradual de los síntomas.

Inicialmente, el dolor puede que no sea incapacitante, pero con una actividad continuada, puede comenzar a afectar la capacidad de la persona para entrenar con eficacia, el tendón de Aquiles es el único que tiene que tolerar un estiramiento casi completo inmediatamente al levantarse desde por la mañana. Por lo tanto, el dolor que se produce por la mañana es un síntoma distintivo de la tendinopatía de Aquiles, el grado y el tiempo de rigidez se consideran buenos indicadores de salud del tendón y recuperación de lesiones<sup>28</sup>.

Como diagnósticos adicionales o de imagen tenemos la ecografía o ultrasonografía, las ventajas de la ecografía sobre la resonancia magnética son el bajo coste y la posibilidad de realizar un examen dinámico. La morfología y las dimensiones del tendón se pueden evaluar con 7,5 MHz (o superior). El tendón normal muestra líneas ecogénicas delgadas en la exploración longitudinal y focos ecogénicos puntiformes en el plano axial. El delgado paratendón aparece como un borde ligeramente más ecogénico alrededor del tendón. El tendón normal no muestra neovascularización en el Power Doppler Color, a diferencia de un tendón afectado que mostraría zonas con angiogénesis. (Pierre, 2010).

Se indica que las ecografías son fiables en mostrar bursitis retrocalcánea y en la delimitación de la lesión focal dentro del tendón, pero es inexacta para diferenciar rotura parcial de un área focal de tendinopatía. La desventaja de la ecografía es la dependencia del

operador, como su fiabilidad parece correlacionarse con la experiencia del examinador.

(Pierre, 2010).

También podemos utilizar la resonancia magnética, es útil para mostrar la anatomía del tendón de Aquiles y es muy sensible a cambios patológicos dentro del tendón como resultado de lesiones por uso excesivo. En la resonancia magnética, el tendón de Aquiles normal suele ser oscuro en todas las secuencias de imágenes. En el plano sagital el tendón aparece paralelo y debajo a la inserción con el sóleo. En el plano axial, el margen anterior del tendón de Aquiles es cóncavo la mayor parte de su trayecto. Proximalmente, por encima de la inserción con el sóleo, el margen del tendón puede ser lineal o convexo. En el plano coronal, ambos lados del tendón de Aquiles son rectos y ensancha el tendón a medida que desciende distalmente. (Pierre, 2010).

**1.1.16 Evaluación fisioterapéutica.** En el examen clínico, el tendón puede parecer completamente normal, pero con mayor frecuencia se presentan cambios sutiles en el esquema, cada vez más grueso, tanto en el plano anteroposterior y transversal. El aumento del diámetro anteroposterior puede ser difícil de detectar clínicamente, pero es clásicamente en la porción media, y puede ser muy focal o más amplio en el área (Cook et al., 2002).

El dolor en la inserción se puede observar en individuos con amplio rango de dorsiflexión donde el calcáneo puede incidir en la cara anterior del tendón. El dolor en la inserción puede tener una causa sistémica y esta etiología debe ser explorada en su totalidad. (Cook et al., 2002).

Si hablamos de un deportista de élite, se ha de realizar un examen completo incluyendo la biomecánica del pie, tobillo y pierna en la marcha y al correr, e incluyen análisis de movimiento lento. El examen en calzado deportivo y descalzo, con y sin órtesis (si se

utiliza). El rango de flexión dorsal del tobillo debe ser medido, así como comparar con el lado no afectado. (Cook et al., 2002).

Por último, debe hacerse una palpación del tendón y de las estructuras circundantes y del tríceps sural. Esta palpación puede guiar al examinador a la zona de tendón que tiene sutiles nódulos o aumento de volumen específico, además la palpación no es un signo de diagnóstico útil clínicamente porque pequeñas presiones provocan dolor en los tendones. (Coombes et al., 2018).

La única escala validada para la tendinopatía aquilea y la más fiable para valorar la función y dolor en personas con tendinopatía aquilea es el cuestionario del Victorian Institute of Sports Assessment- Achilles (VISA-A). Abarca los dominios del dolor, la función y la actividad. Las puntuaciones se suman para dar un total de 100 puntos, es decir, una persona asintomática, obtendría una puntuación de 100. (Robinson et al., 2001)

Clasificación del dolor de Blazina:

- Estadio 1: El dolor solo aparece después de la actividad deportiva y no influye en el rendimiento del deportista
- Estadio 2: El atleta presenta dolor en el inicio de la actividad deportiva, pero con el calentamiento desaparece y tampoco afecta, de forma significativa, el rendimiento deportivo
- Estadio 3: El dolor está presente durante y después de la actividad deportiva, provocando, incluso, que el deportista se vea obligado a dejar su actividad deportiva
- Estadio 4: Rotura del tendón. (Blazina et al., 1973).

**1.1.17 Tratamiento fisioterapéutico.** Para poder realizar un tratamiento acertado lo primordial es hacer un buen diagnóstico. En la antigüedad, se definía el término tendinopatía aquilea como la inflamación del tendón, que se conoce como tendinitis aquilea. Actualmente, y gracias a estudios específicos que determinan que no existe presencia de células inflamatorias en el tendón, se ha definido el término tendinopatía aquilea para designar los síntomas dolorosos crónicos en una zona sensible y dolorosa del tendón y la inflamación es uno de los síntomas más característicos. (Almekinders et al., 2003).

En fisioterapia las posibilidades son numerosas y su eficacia varía según los estudios realizados:

- **Masaje transverso profundo:** Acompañado de estiramientos, recupera la elasticidad y la movilidad del tejido aumentando la proliferación de fibroblastos. Igualmente, el masaje del Tríceps Sural y su tendón buscaría la correcta movilización de todo el complejo músculo-tendón y su deslizamiento. (Alfredson, Cook, 2007).
- **Ultrasonidos:** El papel de los agentes electrofísicos en el tratamiento de la tendinopatía sigue siendo poco investigado en humanos. Se estimula la activación celular, tiene efectos positivos sobre el proceso de síntesis de colágeno, pero los resultados clínicos no suelen ser muy favorables para utilizar esta herramienta, por lo que no se suele indicar este método de tratamiento. (Fu et al., 2008).
- **Ondas de Choque:** Se les atribuyen efectos analgésicos, estimuladores del proceso de osteogénesis, regeneración de la zona de fibrocartílago, remodelación de la unión

hueso-tendón y regeneración tisular. Esto se debe a un aumento de los factores de crecimiento y activación de los osteoblastos y fibroblastos que aceleran en proceso de reparación. Pero se necesitarían más estudios para verificar los resultados obtenidos. (Furia, 2008).

Además de las técnicas que podemos ofrecer en fisioterapia para las tendinopatías del tendón de Aquiles existen tratamientos conservadores e invasivos como inyecciones esclerosantes, tratamientos orales con AINEs o tratamiento con corticoides llevado a cabo por médicos:

- **Férula nocturna:** Ha demostrado ser una intervención eficaz para el tratamiento de la tendinopatía aquilea. Aunque ha demostrado tener mayor evidencia junto al programa de ejercicios excéntricos con una duración de 12 semanas. (Alfredson, Cook, 2007).

Los antecedentes más actuales recomiendan que, además de mejorar los síntomas clínicos a medio-largo plazo. Las planificaciones de ejercicios bien elaborados pueden llegar a reestructurar y restaurar, en algunos pacientes, la microarquitectura tendinosa. Entre las modalidades de tratamiento conservador de las tendinopatías de Aquiles varios autores han integrado los programas de ejercicio físico, tomadas como complemento fundamental a otras alternativas conservadoras como reposo, medicación, órtesis y fisioterapia. (Naba, 2012).

El par de estudios más importantes y de mejor calidad metodológica (prospectivos, aleatorios y con grupo de control) se publican en el año 2001. Se tiene resultados de que el 82% de los atletas que concluyeron un entrenamiento excéntrico regresaron al nivel

deportivo anterior frente al 36% de los que continuaron con un programa de ejercicio concéntricos. Se recomienda que los ejercicios se ejecuten siempre lentamente y que la carga de trabajo debe tener la superficie magnitud como para provocar dolor en el tendón (si no hay dolor se recomienda aumentar el nivel de ejercicio. (Naba, 2012).

## **1.2 Antecedentes Específicos**

El fortalecimiento del tobillo del corredor es un esfuerzo físico que puede influir directamente en el rendimiento, pues además de mejorar la técnica de correr (su objetivo principal), indirectamente proporciona otros cuatro beneficios: mejora la fuerza en los tobillos y piernas; mejora la movilidad articular del pie y del tobillo; mejora la eficiencia y la eficacia de la carrera, lo que supone un mayor rendimiento al mismo esfuerzo; y disminuye enormemente el riesgo de lesión del tendón de Aquiles. Sus beneficios son muy poco conocidos por la gran mayoría de los corredores aficionados. (Nava, 2012).

Es el propio corredor el que primero se da cuenta de todos estos beneficios, pues le resulta más fácil correr, evoluciona y mejora más rápidamente y sufre menos molestias articulares y musculares en los tobillos. Al desarrollar más la fuerza en los pies, los tobillos y piernas, se acelera la recuperación muscular, se evita en gran medida la aparición de lesiones y es vital para mejorar y potenciar los niveles de técnica de carrera. La fuerza es una capacidad básica que influye directamente en el rendimiento del corredor, es directamente responsable de la velocidad (a más fuerza, más velocidad) y es una capacidad fácilmente mejorable y adquirible en los corredores de fondo. (Nava, 2012).

**1.2.1 Fundamentos de los ejercicios.** La acción beneficiosa de la actividad física es general sobre todo el cuerpo, actúa modificando la fisiología y la bioquímica celular, pero

es más evidente en las partes del cuerpo que se activan durante la práctica del ejercicio, como los músculos, los huesos, las articulaciones, el sistema circulatorio o el metabolismo. Para que sus efectos beneficiosos persistan, el ejercicio físico debe ser regular en la intensidad, la frecuencia y la duración (y en este orden). La práctica del ejercicio es la mejor manera para mantener la capacidad funcional de la persona y para prevenir la incapacidad como consecuencia del envejecimiento y las enfermedades crónicas. (Llor. 2007).

**1.2.2 Ejercicio.** Los ejercicios excéntricos son una herramienta muy importante dentro de la rehabilitación, ya que la teoría plantea que disminuyen el dolor más rápido que los estiramientos, el fortaleciendo y el endureciendo el tendón. (Gómez, 2016) Refiere que uno de los estudios más importantes y que ha demostrado mayor eficacia de los ejercicios excéntricos son los de Alfredson, en donde plantea tres posibles teorías, que explican su efectividad. La primera teoría plantea que se da una alteración en la percepción del dolor por parte del atleta, debido a que los ejercicios pueden llegar a ser dolorosos, Mchugh ha indicado que tras un entrenamiento excéntrico se observa una pérdida de fuerza explosiva durante periodos superiores a 24 horas (principalmente, en personas o deportistas que no están acostumbrados al mismo) y la posibilidad de inducir daño muscular, si el ejercicio no se realiza de la manera efectiva. (Mchugh et al. 2000).

La segunda teoría de Alfredson explica que, al realizar el trabajo excéntrico se destruye la vascularización que aparece en la tendinopatía y, con ello, las terminaciones nerviosas que la acompañan y la tercera teoría de Alfredson refiere que, cuando se ejerce un ejercicio excéntrico aumenta la resistencia a la tracción del tendón, lo que produce una elongación de la unidad musculo tendinosa, dando la capacidad de soportar menores tensiones durante el movimiento. Siguiendo esta línea, refieren que un programa de ejercicio excéntrico afecta

a la producción de colágeno tipo I y en ausencia de actividades agresivas paralelas, puede aumentar el volumen del tendón a largo plazo. (Kjaer et al. 2005).

Con relación a las tendinopatías aquileas, se ha demostrado el trabajo excéntrico como medio de prevención y de recuperación de dicha lesión. La base de movimiento y el ejercicio es la contracción muscular. Comúnmente se considera la contracción muscular como un acortamiento del musculo que ocurre cuando los filamentos de actina y miosina se deslizan unos sobre otros, sin embargo, en la práctica cotidiana, la longitud del músculo del ejercicio en modo isométrico, quiere decir, sin cambio de longitud. (Holden et al. 2020).

Isotónico, es decir, donde hay desplazamiento articular y se puede clasificar en concéntrico, un acortamiento de fibras. (Paulus et al. 2019) y excéntrico o sea el músculo se alarga, mientras se produce la fuerza. (Roig et al. 2009).

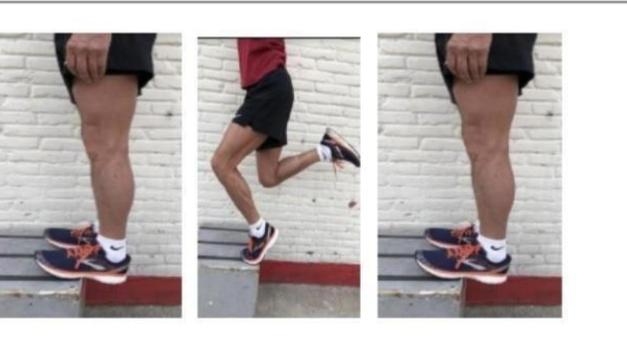
Las contracciones isométricas son muy importantes en nuestras prácticas diarias y deportistas y van a ser un elemento importante en los programas de ejercicios terapéuticos en tendinopatías (Cheng et al. 2005; Vallejo et al. 2006).

Los estudios en los que se aplica un trabajo excéntrico para tratar las tendinopatías indican que los beneficios de este tipo de tratamiento respecto a otro. Mediante pruebas clínicas es contrastado con diferentes terapias o tipos de ejercicios (Andriolo et al. 2019).

La causa por la que este tipo de programa de entrenamiento es eficaz, se debe a la respuesta de los mismos tendones al entrenamiento excéntrico, ya que se incrementa la actividad metabólica y el tamaño de los vasos sanguíneos (Knobloch et al.2007)

El tratamiento más estudiado y con más resultados en los últimos tiempos para la tendinopatía aquilea son los ejercicios excéntricos, tanto en pacientes atléticos como no atléticos. (Sayana, Maffulli, 2007) (Maffulli et al., 2008) Sin embargo, el problema de los ejercicios excéntricos es que se ha visto que algunos pacientes no los pueden realizar

durante toda la duración de la terapia debido al dolor relacionado con los ejercicios y, sobre todo, los atletas son reacios a dejar la actividad deportiva para completar programas de entrenamiento excéntrico, es decir, hay una adherencia deficiente debido al aumento del dolor (Beyer et al., 2015) (Rio et al., 2015).

<p>Estos ejercicios se prescriben 2 veces diarias, 7 días a la semana, durante 12 semanas.</p>			
<p>El paciente parte de la flexión plantar con los dos pies, realiza la fase excéntrica de bajada con un solo pie hacia la flexión dorsal. Vuelve a subir y se pone de puntillas, fase concéntrica, con los dos pies.</p>			

*Figura 10. Implementación de ejercicios excéntricos del protocolo Alfredson.*

Recuperado de: <https://revistas.udca.edu.co/index.php/rdafd/article/view/1674/2069>

<p>Pediremos al paciente que se coloque al borde de un escalón, apoyando sólo el antepié y deja libre el retropié de la extremidad lesionada (apoyo unipodal). Hará una flexión dorsal máxima del tobillo, controlada y lenta. Después, hará el excéntrico del tríceps, partiendo desde la flexión plantar máxima (se puede poner peso dentro de la mochila).</p> <p>Este ejercicio se indica en la fase 3 y se deben realizar 3 series de 15 repeticiones.</p>	
<p>La misma posición del ejercicio anterior. Cuando el paciente realice el ejercicio sin molestia, o note que ésta descende, añadiremos peso. Si fuera necesario utilizar grandes pesos, se permite utilizar máquinas de gimnasio.</p> <p>Este ejercicio se indica en la fase 3 y se debe realizar 3 series de 15 repeticiones</p>	

*Figura 11. Implementación de ejercicios excéntricos del protocolo Alfredson.*

*Recuperado de: <https://revistas.udca.edu.co/index.php/rdafd/article/view/1674/2069>*

## **Capítulo II**

### **Planteamiento del Problema**

En este capítulo se describe el planteamiento del problema y su justificación, se explica la patología de tendinopatía aquilea y los beneficios físicos de la técnica de los ejercicios excéntricos, y como se ve reflejado en la mejoría de esta patología se especifican datos relevantes e importantes de la tendinopatía aquilea, su fisiología, su etiología, la localización de la lesión y los mecanismos que la provocan, su epidemiología y variaciones histológicas que crean esta condición.

#### **2.1 Planteamiento del problema**

En la tendinopatía hay variaciones histológicas en el tendón que están formados por un exceso de carga que no es capaz de soportar. Este incremento de carga puede deberse a un esfuerzo repetitivo a un estiramiento demasiado del músculo, o simplemente una inadecuada postura mantenida por un prolongado tiempo que demande una contracción muscular más tiempo del debido. (González, 2014).

Esta acción, ha tenido una gran consecuencia en las lesiones que padecen actualmente la población, en particular el tendón de Aquiles, ya que debido a su anatomía y su exigencia

funcional se ha transformado en la tercera localización de lesión más recurrente del pie y tobillo del deportista profesional después del esguince de tobillo y la fascitis plantar, y es el síndrome más repetitivo de sobre carga de la extremidad inferior. (Ivern, 2015)

Principalmente las lesiones tendinosas son producidas por fuerzas de compresión, fuerzas de rozamiento o fricción, fuerzas de tracción o de diferentes estímulos de leve intensidad aplicados de forma consecutiva. Por esto mismo estas lesiones pueden tener su origen en factores internos o inherentes al propio individuo, se encuentren o no en la propia estructura del tendón o en favores externos o extrínsecos entre los que podemos encontrar el entrenamiento, el calzado o la superficie de juego. (Ivern, 2015).

La epidemiología es la ciencia que está encargada de hacer el estudio de la distribución de las enfermedades en la población, es por ello que es importante hablar de cómo se presentan las lesiones en los corredores de esta manera al menos estar al tanto y a la vela de los posibles factores y circunstancias más comunes en corredores, ya que cada día se estima que corren cerca de 30 millones de personas en el planeta, de las cuales unos 10 millones corren 100 días por año. (Quezada, 2020).

Se dice que un millón de personas participa en carreras competitivas, el rango de lesión se encuentra en 2.5 a 5.8 lesiones por cada 100 horas de carrera, el 80% de las lesiones se ubican por debajo de la rodilla, específicamente para tobillo y pie 20%, siendo el diagnóstico más frecuentes tendinitis aquilea con 7.2%. (Quezada, 2020).

Un proceso de sobre carga mecánica del tendón lleva a los tenocitos a pasar por un estrés oxidativo. La sobre carga mecánica ayuda a la aceleración del ritmo de degradación tisular y de muerte celular y además hay un aumento de las inmunoreacciones donde aparecen los factores de crecimiento. Los factores de crecimiento, en un intento de reparación tisular para mejorar el aporte de nutrientes y de oxígeno, estos llegan a provocar

un desequilibrio entre las metaloproteasas y sus inhibidores generando un gran descontrol en la creación de matriz extracelular. (Ivern, 2015).

En los últimos años, se ha evidenciado que por medio de ejercicios excéntricos se encuentra una mejoría en los síntomas clínicos y alteraciones histológicas de la tendinopatía aquilea delante de los resultados recaudados con otros tratamientos convencionales. (González, 2014).

Una de las modalidades en las que podemos abordar los fisioterapeutas la tendinopatía aquilea, es por medio del ejercicio excéntrico, se ha destacado la importancia de los ejercicios excéntricos en el proceso de recuperación y rehabilitación de los tendones afectados. Ellos demostraron el hecho con un simple programa de 6 semanas de duración mediante una carga que será continuamente progresiva del tendón. (González, 2014).

Un modelo de entrenamiento excéntrico no se aplica ningún tipo de contracción concéntrica del tendón afectado y hace especial hincapié en la necesidad del paciente en hacer el ejercicio correctamente. Si los pacientes no presentan ningún tipo de dolor o molestia durante la realización del ejercicio pueden llegar a aumentar la carga mediante una mochila con peso o con máquinas de musculación. (González, 2014).

Por lo anteriormente expuesto se formula la siguiente pregunta de investigación ¿Cuáles son los beneficios físicos del ejercicio excéntrico para la tendinopatía aquilea en corredores masculinos de 30 a 50 años de alto rendimiento?

## 2.2 Justificación

### a. Trascendencia.

Esta investigación trascenderá porque está basada en evidencia pura y puede ser utilizada en el futuro para múltiples búsquedas de investigación, siendo una fuente de consultas utilizada a nivel local y general.

### b. Magnitud.

La tendinopatía aquilea tiene mayor incidencia en los deportistas y simbolizan del 6% al 17% de todas las lesiones asociadas con la carrera, por otro lado, también se presenta en pacientes no deportistas sin antecedentes de incremento de la actividad física. Hasta la fecha, se comprende más hombre que mujeres en su mayoría de estudios, pero no se ha evidenciado una prevalencia mayor en hombres. (Oncala, 2022).

Es un proceso degenerativo con resultados histopatológicos (aumento del volumen del tendón, alteración en la distribución de colágeno y creación de tenocitos, y neovascularización) añadido a dolor y limitación de funcionalidad. Se da en personas que efectúan práctica física como carrera o saltos repetitivos, pero también en personas que no realizan ninguna actividad deportiva. Considerando una incidencia de un 5.9% en la población sedentaria y hasta un 50 % de deportistas de alto rendimiento y elite, y una predominante de 7-40% en población atlética. (González, 2014).

La razón por la cual su frecuencia de aparición en la carrera es tan alta, se llega a la conclusión de que este se trata de un deporte unidireccional, que conlleva una propulsión continua de los músculos de la pantorrilla, a todo esto, hay que agregarle algunos factores como: (Benítez et. at. 1995).

### c. Impacto.

Las lesiones tendinosas por exceso de uso y por sobre carga se llegan a producir en los tendones sometidos a una carga excesiva y provocan dolor, una menor tolerancia al ejercicio y reducción de la funcionalidad. Se producen cambios significativos en la anatomía del tendón, lo que provoca un tendón con menor capacidad de soportar una carga de tracción repetitiva. (Oncala, 2022).

#### d. Vulnerabilidad

La tendinopatía aquilea es una lesión frecuente en los deportistas corredores masculinos de alto rendimiento que puede ser tratado con:

- Masaje transverso profundo
- Ultrasonido
- Ondas de choque
- Férula nocturna
- Punción seca

#### e. Alcance.

De acuerdo a lo anterior este trabajo pretende mostrar mediante una revisión cibergráfica, los beneficios físicos del ejercicio excéntrico para la tendinopatía aquilea en corredores de alto rendimiento masculinos.

#### f. Factibilidad.

Esta investigación resulta ser del todo posible porque se encuentra información suficiente acerca de tendinopatía en corredores masculinos de alto rendimiento. Del mismo modo, la intervención fisioterapéutica a partir de ejercicios excéntricos puede ser exitosa ya que existe evidencia científica al respecto. Así también la asesoría de expertos fortalece la indagación.

## **2.3 Objetivos**

Se dan a conocer los objetivos generales como los objetivos específicos de la presente investigación.

**2.3.1 Objetivo general.** Mediante una revisión cibergráfica, los beneficios físicos del ejercicio excéntrico para la tendinopatía aquilea en corredores masculinos de alto rendimiento de 30 a 50 años.

### **2.3.2 Objetivos específicos.**

- Describir el cuadro fisiopatológico de la tendinopatía aquilea para indicar la limitación funcional y restricción en la participación de los corredores masculinos de 30 a 50 años en base a diversas fuentes bibliográficas.
- Determinar los efectos fisiológicos de los ejercicios excéntricos para señalar su impacto en el cuadro clínico de la tendinopatía aquilea y devolver la capacidad funcional de los corredores masculinos de alto rendimiento de 30 a 50 años por medio de una revisión bibliográfica.
- Identificar la dosificación correcta de los ejercicios excéntricos para un adecuado abordaje de los corredores masculinos de 30 a 50 años con tendinopatía aquilea através de análisis de varias fuentes bibliográficas.

## **Capítulo III**

### **Marco Metodológico**

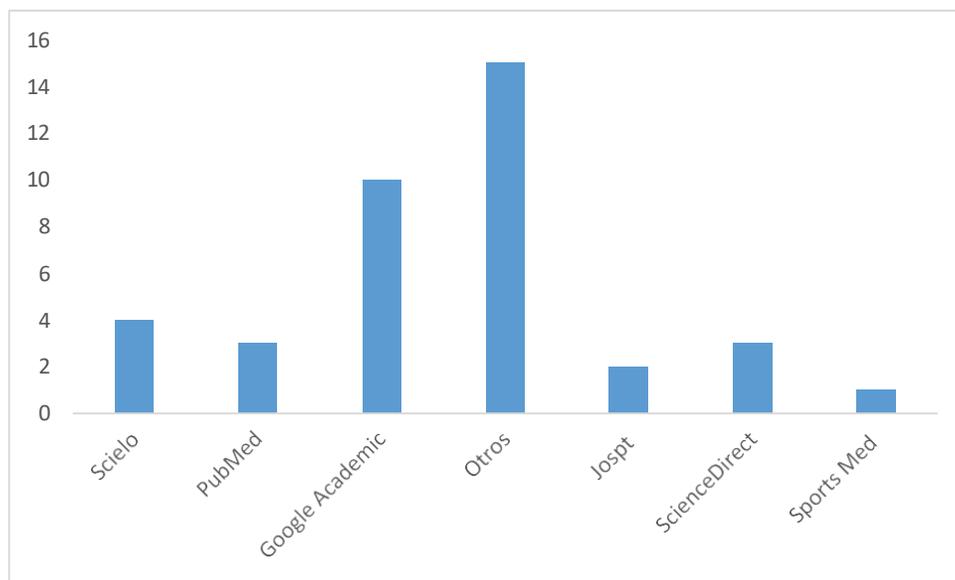
En este capítulo se dará a conocer el tipo enfoque de investigación, menciona los diferentes buscadores que fueron utilizados para reunir y recopilar la información de la presente revisión bibliográfica sobre la tendinopatía aquilea. Además, se enlistarán los criterios tomados en cuenta para poder enriquecer la misma y así poder analizar los objetivos planteados en el capítulo II.

#### **3.1 Materiales**

Para está investigación se tomó en cuenta artículos científicos de las siguientes bases de datos: Google Académico, Scielo, Medigraphic, PubMed, Josp, ScienceDirect, otros. Además, se incluyó Tesis doctorales, de maestría y de pregrado, de diferentes universidades de Latinoamérica y Europa y páginas web de fuentes oficiales. Esto nos brindó información

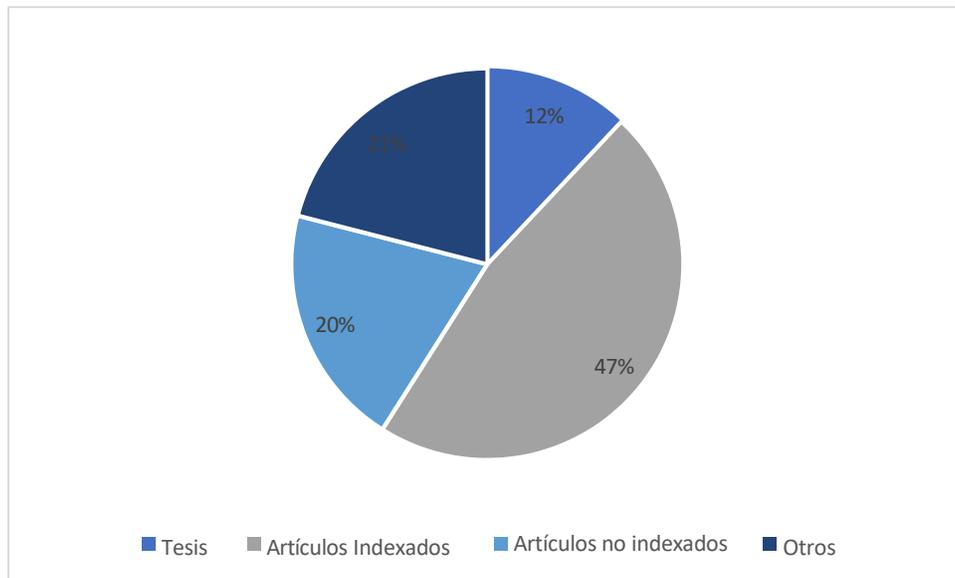
acerca de datos sobre la fisiopatología de Tendinopatía Aquilea, y el tratamiento para dicha patología.

Los recursos bibliográficos a tomar en cuenta para este trabajo incluyeron tesis sobre biomecánica, anatomía del segmento y sus adyacencias, fisiología articular, ejercicio excéntrico, sobre corredores de alto rendimiento y tendinopatía aquilea.



*Figura 12 Artículos utilizados*

*Elaboración propia*



*Figura 13 Distribución de información*

*Elaboración Propia*

### **3.2 Métodos utilizados**

A continuación, se describirán el método y el enfoque de la investigación y diseño del trabajo que se utilizó, criterios de selección.

**3.2.1 Enfoque de investigación.** La presente investigación contiene un enfoque cualitativo. Su principal característica es que se utiliza la recolección de análisis de datos para describir más a detalle las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación (Hernández et al., 2010).

Este estudio es cualitativo dado que las variables de estudio han sido investigadas de fuentes primarias con base a la técnica de recolección de información de palabras claves, a fin de poder describirlas en el contexto; así mismo comprender la relación, y realizar un

análisis interpretativo de las variables tanto la dependiente que es la tendinopatía aquilea, como la independiente que son los ejercicios excéntricos.

**3.2.2 Tipo de estudio.** En la presente investigación es considerada de tipo descriptivo. Este tipo de investigación pretende especificar las propiedades, características y rasgos importantes de todo fenómeno analizado. Describe las tendencias de un grupo o población, esto quiere decir que únicamente se pretende medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren. (Hernández et al., 2010).

Está investigación es de tipo descriptivo dado que se considera como patología:

La tendinopatía aquilea describiendo sus componentes cómo la anatomía de la articulación, anatomía adyacente, la biomecánica, su fisiología, su patología, su histología, etiología. Además, de enumerar sus conceptos como la definición para una mejor comprensión del tema de estudio con respecto a los ejercicios excéntricos en el abordaje de la población deportista con tendinopatía aquilea.

**3.2.3 Método de Estudio.** La presente investigación se desarrolla con base en el método de análisis y método de síntesis, no se consideró otro método de estudio. (Bernal, 2010) define el método analítico- sintético como el que realiza un estudio de los hechos, partiendo de la descomposición del objeto de estudio en cada una de sus partes para estudiarlas en forma individual (análisis), y luego integrar esas partes para estudiarlas de manera holística e integral (síntesis).

Se pretende desarrollar un análisis de toda la información recolectada acerca de los efectos físicos de los ejercicios excéntricos como medio de abordaje en pacientes

masculinos que padecen de tendinopatía aquilea, para brindar un mejor manejo de la sintomatología como el dolor que produce dicha patología.

**3.2.4 Diseño de investigación.** La presente investigación se lleva a cabo con base al diseño de investigación no experimental y de corte transversal. Este es aquel que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos (Escamilla, 2013).

Se determina que el diseño tiene en consideración el tiempo durante el cual se recolectan los datos, tratándose del diseño transversal, donde los datos se recolectan en un solo momento, en un solo tiempo, su propósito es 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 a considerar, sin manipular deliberadamente las mismas. Se considera que esta investigación se realizó de corte transversal debido que se tiene una fecha de inicio y una fecha de finalización, que se ajusta al calendario académico, la revisión bibliográfica consiste en ambas variables de investigación.

**3.2.5 Criterios de selección.** Para realizar esta investigación se tomaron en cuenta algunos criterios de selección, los cuales se presentarán a continuación:

Tabla 2.

*Criterios de selección.*

<b>Criterios de inclusión</b>	<b>Criterios de exclusión</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Artículos provenientes de fuentes con respaldo científico.</li><li>• Artículos en idioma inglés, catalán y español.</li><li>• Artículos que hablen sobre la tendinopatía aquilea.</li><li>• Artículos que hablen sobre los ejercicios excéntricos como medio de abordaje para la tendinopatía aquilea.</li><li>• Artículos que describan la anatomía, fisiopatología y la biomecánica de la tendinopatía aquilea.</li><li>• Artículos donde hablen de pacientes con diagnóstico de tendinopatía aquilea.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Información que no provenga de fuentes con respaldo científico.</li><li>• Artículos que no describan la tendinopatía aquilea.</li><li>• Artículos que no hablen de los ejercicios excéntricos como tratamiento para la tendinopatía aquilea.</li><li>• Artículos que no contengan población deportiva con patología de tendinopatía aquilea.</li><li>• Artículos que no hablen sobre métodos de tratamiento para tendinopatía aquilea.</li><li>• Artículos que no estén en español, inglés, catalán.</li></ul>

*Fuente: Elaboración Propia*

### 3.3 Variables

Hernández-Sampieri et al. (2014) nos define que una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación puede medirse u observarse. De igual manera las variables adquieren valor para la investigación científica cuando se relacionan con otras variables, es decir, si forman parte de una hipótesis o teoría.

**3.3.1 Variable independiente.** Según Baena (2017) una variable independiente es la característica o propiedad que se supone la causa del fenómeno estudiado que no se puede controlar, además de ser la variación observada por encima de la variable dependiente. En esta revisión bibliográfica se considera como variable independiente los ejercicios excéntricos.

**3.3.2 Variable dependiente.** Según Baena (2017) una variable dependiente es aquella cuya modalidad o valor está en relación con la variable independiente, es decir que esta variable posee el poder de cómo se modificará la variable independiente. En esta investigación se considera como variable dependiente al dolor lumbar inespecífico.

**3.3.3 Operacionalización de las variables.** Constituye un conjunto de procedimientos que permiten describir las actividades que un espectador debe realizar para recibir las impresiones sensoriales que indican la existencia de un concepto teórico en mayor o menor grado. (Hernández et al., 2014).

Tabla 3.

Operacionalización de variables.

Tipo	Nombre	Definición conceptual	Definición operacional	Fuente
<b>Independiente</b>	Ejercicio excéntrico	Una contracción muscular excéntrica se refiere a una actividad muscular que pasa cuando la fuerza aplicada al músculo excede a la fuerza momentánea producida por el mismo musculo y resulta en una acción de alargamiento.	Durante la contracción muscular los filamentos actina y miosina están en una longitud constante y un cambio en la longitud de la fibra se logra a través de un cambio en la superposición entre los dos en un movimiento de deslizamiento, y esto puede verse particularmente en intensidades más altas con un mayor reclutamiento de fibras musculares	(Lindstedt et al., 2001, Huxley, Niedergerke, 1954, Huxley, Hanson, 1954, Chen et al., 2009)
<b>Dependiente</b>	Tendinopatía aquilea	Es una inflamación del tendón, la vaina de este también se inflama y nombra el lugar exacto en donde el tendón se vuelve redondeado y estrecho.	Un proceso de sobrecarga mecánica del tendón lleva a los tenocitos a sufrir un estrés oxidativo, no son capaces de adaptarse a las exigencias mecánicas de desgaste y	neoformación



---

del colágeno  
tendinoso, esta  
sobrecarga  
mecánica  
acelera el ritmo  
de  
degradación  
tisular y de  
muerte celular y,  
además, hay un  
aumento de las  
inmunoreacciones  
donde  
aparecen los  
factores de  
crecimiento, el  
sobreuso del  
tendón provoca  
la inflamación  
del tendón y  
como  
consecuencia  
dolor

---

*Fuente: Elaboración Propia*

## **Capítulo IV**

### **Resultados**

En este capítulo se muestran por medio de tablas los resultados de la revisión bibliográfica y mediante artículos científicos utilizados para dar respuesta por medio de una respuesta favorable o no a la problemática establecida con respecto a los objetivos planteados, se proporciona evidencia de la relación entre la patología y la técnica fisioterapéutica a utilizar.

#### **4.1 Resultados**

En el presente trabajo se tuvo como finalidad investigar la tendinopatía aquilea y sus características en relación con los beneficios fisiológicos de los ejercicios excéntricos y los efectos que resultan de la relación de ambas variables, por medio de evidencia científica.

- Describir el cuadro fisiopatológico de la tendinopatía aquilea para indicar la limitación funcional y restricción de la participación de los corredores masculinos de alto rendimiento de 30 a 50 años.

Tabla 4.

Resultados A

• Artículo	Metodología	Resultados
<b>Habets et al., (2017). Eficacia del entrenamiento excéntrico en tendinopatía aquilea.</b>	La tendinitis de Aquiles de la porción media (AT) puede causar una ausencia prolongada de la participación en deportes, e incluso puede terminar en la carrera de hasta el 5% de los atletas con AT. Por lo tanto, es importante que la decisión sobre el retorno al deporte se tome con cuidado, sobre la base de múltiples factores y que involucre a todas las partes interesadas relevantes, así como el nivel de dolor, nivel de recuperación funcional, fuerza muscular, rango de movimiento, resistencia, consejo médico, factores psicosociales y propiedades anatómicas/fisiológicas del tendón de Aquiles.	Se han informado tasas de recurrencia tan altas como 27%, particularmente en aquellos con períodos de recuperación cortos (0-10 días), lo que podría estar relacionado con el hecho de que, aunque los síntomas han disminuido por completo, aún pueden persistir déficits en la función músculo-tendinosa en el 25% de los pacientes, lo que pone al atleta en riesgo de volver a lesionarse.
<b>Maffulli, et al., (2019). ACHILLES TENDINOPATHY</b>	Investigación comparativa. Se utilizó el cuestionario VISA-A-S, imagenología como ultrasonido y resonancia magnética con el fin de diagnosticar la tendinopatía aquilea	Se demostró que la patología es el fallo en la reparación de tendón, degenerándose por proliferación de tenocito, disrupción de fibras de colágeno e incremento de matriz no-colágeno. Se muestra un aumento de fibras de colágeno tipo III (reparador), hipoxia, degeneración hialínica, mucoide, fibrosis, calcificación. El ultrasonido proporciona resultados en cuanto a la estructura del tendón, pero la resonancia magnética proporciona información interna y

complementaria de la morfología del tendón.

• Artículo	Metodología	Resultados
<b>Hullfish, et al., (2018). A RELIABLE METHOD FOR QUANTIFICATION OF TENDON STRUCTURE USING B-MODE ULTRASOUND</b>	Investigación experimental y de revisión sistemática. Se utilizó Ultrasonido B-mode Telemed Italy de forma longitudinal con transductor de 18-MHz, 12 participantes voluntarios, 7 mujeres y 5 hombres de aproximadamente 25 años de edad., 1 investigador y 24 imagines de US del tendón Aquileo derecho a 4 cm proximales de la inserción calcánea.	Gracias al ultrasonido y la visión hiperecoica se diferencian bien fascículos de colágeno del tendón del resto de estructuras, se evidenció la distribución del colágeno local del tendón alineado en diferentes ángulos, aumento de tejido no-colágeno, identificando espolón calcáneo posterior como parte del diagnóstico de a tendinopatía insercional del tendón de Aquiles.

- Determinar los efectos fisiológicos de los ejercicios excéntricos para señalar su impacto en el cuadro clínico de la tendinopatía aquilea y devolver la capacidad funcional de los corredores masculinos de alto rendimiento de 30 a 50 años por medio de una revisión bibliográfica.

Tabla 5.

Resultados B

• Artículo	Metodología	Resultados
<b>Anna Gardin y Shalabi, (2010).</b>	Estudio experimental donde se incluían 25	Se demostró el aumento de la vascularidad en tendones dolorosos

<b>Eficacia del entrenamiento excéntrico en tendinopatía aquilea.</b>	pacientes con tendinopatía aquilea, usando el protocolo de entrenamiento excéntrico de Alfredson.	(respuesta reparativa) y también aumentaron los neuropéptidos responsables del dolor al realizar los ejercicios, hubo mejora de los resultados clínicos, durante la actividad física se crean microrrupturas. En concusión encontraron el dolor disminuido, la funcionalidad mejorada y la disminución de la señal intranodular, esto quiere decir que a largo plazo induce un buen pronóstico para la tendinopatía aquilea.
---	---	--

<b>• Artículo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>
<b>Tumilty et al., (2012)</b> <b>Eficacia del entrenamiento excéntrico en tendinopatía aquilea.</b>	Estudio canonizado controlado, para la eficacia de un programa de ejercicios excéntricos y aplicación de láser, en el tratamiento de la tendinopatía aquilea, 40 participantes	Como resultado se ve angiogénesis (formación de vasos sanguíneos nuevos) aumento de la actividad fibroblástica, conduciendo a la producción de colágeno y disminución de dolor, mejoría de la funcionalidad y la actividad muy semejantes. El tratamiento de ejercicios excéntricos es más efectivo para la tendinopatía aquilea. Por lo cual la eficacia de laser no ha sido demostrada.
<b>Karsten et al., (2007)</b> <b>Eficacia del entrenamiento excéntrico en tendinopatía aquilea.</b>	Estudio randomizado controlado y prospectivo para tener acceso a los cambios en la microcirculación del para tendón con un tiempo de duración de 12 semanas de entrenamiento excéntrico con 20 pacientes con tendinopatía aquilea con más de 3 meses de evolución. Primer grupo 15 pacientes con	Como resultados no se encontraron resultados o diferencias significativas en la capilaridad de la sangre entre los dos grupos. Sin embargo, el tratamiento de ejercicios excéntricos al cabo de 12 semanas cambio la microcirculación del paratendón, demostrando así la disminución del flujo significativa de sangre capilar, disminución del dolor del 48% y disminución del diámetro del tendón en un 48% y la preservación de la oxigenación. El ejercicio

---

ejercicio excéntrico y el grupo dos 5 pacientes con crioterapia. excéntrico es beneficioso para la tendinopatía aquilea.

---

- Identificar la dosificación correcta de los ejercicios excéntricos para un adecuado abordaje de los corredores masculinos de 30 a 50 años con tendinopatía aquilea a través del análisis de varias fuentes bibliográficas.

Tabla 6.

Resultados C

• Artículo	Metodología	Resultados
<b>Yu et al., (2013)</b> <b>Eficacia del entrenamiento excéntrico en tendinopatía aquilea.</b>	Estudio de tipo comparativo, con 32 personas con tendinopatía aquilea para comparar la efectividad de los ejercicios excéntricos frente a los concéntricos durante 8 semanas, mediante dos grupos, G1 (grupo 1) con PEE (programa de ejercicios excéntricos). El G2 (grupo 2) con la misma pauta realizan ejercicios concéntricos en sedestación con rodilla extendida y utilizando un Theraband.	Los resultados arrojaron mejoría estadísticamente significativa intergrupar en la VISA-A (Victorian Institute of Sports Assessment Achilles) ara ambos grupos, y para la EVA para el G2, a las 6 semanas, pero no entre grupos. No hubo asociación significativa entre satisfacción y grupo de tratamiento al finalizar el mismo. Conclusión amabas variantes de ejercicios excéntricos son eficaces para la mejoría de tendinopatía aquilea.
<b>Stevens et al., (2014)</b> <b>Eficacia del entrenamiento excéntrico en tendinopatía aquilea.</b>	Este programa de 6 semanas con 28 personas con diagnóstico de tendinopatía aquilea comparando dos tipos de variantes de ejercicios excéntricos, en donde los G1 realizaban un PEE en cadena cerrada. Los del G2 realizan los mismos ejercicios, pero con el volumen de repeticiones que pudieran tolerar.	Los G1 realizaban un PEE en cadena cerrada con 180 repeticiones al día con 3 series de 15 repeticiones con rodilla extendida y 15 repeticiones con rodilla ligeramente flexionada 2 veces al día, por otro lado, el G2 realizan los mismos ejercicios, pero con el volumen de repeticiones que pudieran tolerar. Los resultados arrojaron mejoría estadísticamente significativa intergrupar en la VISA-A ara

ambos grupos, y para la EVA para el G2, a las 6 semanas, pero no entre grupos. No hubo asociación significativa entre satisfacción y grupo de tratamiento al finalizar el mismo. Conclusión ambas variantes de ejercicios excéntricos son eficaces para la mejoría de tendinopatía aquilea.

• Artículo	Metodología	Resultados
<p><b>MacCormack et al., (2016)</b>  <b>Eficacia del entrenamiento excéntrico en tendinopatía aquilea.</b></p>	<p>Estudio donde se evalúa la eficacia de la combinación de terapia de tejidos blandos y los ejercicios excéntricos, en un programa de 12 semanas con 15 personas con diagnóstico de tendinopatía de aquileas. El G1 realizan un PEE. El G2 que además del PEE también se le implementaba un protocolo (Astym) de tejidos blandos sobre el pie, tobillo y rodilla.</p>	<p>El G1 realizan un PEE de 2 sesiones al día, 3 series de 15 repeticiones; y el G2 que además del PEE también se le implementaba un protocolo (Astym) de tejidos blandos sobre el pie, tobillo y rodilla durante sesiones de 20-30 minutos. Al valorar los resultados de la función, el dolor y la percepción de cambio a las 4, 6, 8, 12, 26, 52 semanas. Se mostró más efectividad de combinación de PEE con tratamiento de tejidos blandos que solo PEE, ya que el G2 tuvo como resultado mejoras significativas en la función tras 12 semanas y que se mantuvieron las 26 y 52 semanas.</p>

## 4.2 Discusión

Vemos que según el estudio de Beyer et al. 2015. se estudiaron 58 sujetos con TP del tendón de Aquiles para conocer la efectividad de dos programas de tratamiento implementados durante 12 semanas: el G1 realizaba PEE 2 sesiones/día, con 15 repeticiones/sesión de cada ejercicio (con rodilla extendida y con rodilla ligeramente flexionada) 7 días por semana; el G2 realizaba un programa de 3 sesiones/semana que

constaba de 3 ejercicios (elevación de talón con rodilla flexionada, elevación de talón con rodilla extendida y elevación de talón con rodilla recta en bipedestación con carga sobre los hombros) utilizando equipos de resistencia, a las que se les iba aumentando la carga progresivamente a lo largo de las 12 semanas. Ambos grupos mejoraron de forma significativa en la VISA-A y en la Escala Visual Analógica (EVA), tanto a las 12 semanas como en la valoración de seguimiento a las 52 semanas. Hubo mejoras significativas, en ambos grupos en el grosor del tendón y neovascularización. Respecto a la satisfacción de los pacientes, fue mayor después de 12 semanas en G2 (100%) que en G1, no hubo diferencias tras 52 semanas. Se concluyó que ambos tratamientos producían resultados clínicos positivos, del dolor y la actividad, igualmente buenos y duraderos. Asimismo, Zhang et. Al. 2013 compara la eficacia de un PEE en sujetos con TP del tendón de Aquiles frente a tratamiento con acupuntura durante 8 semanas. El G1 recibió 24 sesiones de acupuntura y el G2 realizó un PEE levantando los talones y descendíéndolos lentamente con 3 series de 15 repeticiones con rodilla extendida y 15 repeticiones con rodilla ligeramente flexionada. Se evaluó la función mediante el VISA-A tras 8 semanas y VISA-A. Los resultados mostraron el G1 aumentó su puntuación en el VISA-A a 67.1 puntos y el G2 a 48.5 puntos. El dolor disminuyó en el G1 comparado con G2 Respecto a la situación laboral, un porcentaje mayor de sujetos necesitó baja laboral en el G2 frente al G1, pero sin diferencia significativa, concluyendo que la acupuntura puede mejorar el dolor y la actividad en sujetos con TP del tendón de Aquiles.

Shalabi, 2010 demuestra su eficacia en un estudio con 25 pacientes con tendinopatía aquilea, usando el protocolo de entrenamiento excéntrico de Alfredson, (ejercicios excéntricos para los músculos de la pantorrilla: gastrocnemios y soleo, 3series de 15

repeticiones, 2 veces al día durante 12 semanas). Estos mismos pacientes van a participar en este nuevo estudio que tiene como objetivo evaluar los síntomas a largo plazo, cabe recalcar que de los 25 pacientes participantes en el estudio anterior de Shalabi, 5 fueron excluidos del estudio actual, 2 sujetos habían recibido tratamiento con acupuntura y 3 habían sido intervenidos quirúrgicamente, por lo que la muestra se quedó en 20 sujetos. Después de 4 años, el dolor estaba disminuido en 19 de los 20 pacientes y 13 de ellos apenas sentían dolor. El funcionamiento se había mejorado en 17 de los 20 pacientes y 12 de ellos experimentaban un funcionamiento normal. La ultrasonografía muestra la estructura normalizada el grosor del tendón disminuido a largo plazo. Dolor considerablemente disminuido y funcionamiento mejorado después de 4 años del trabajo excéntrico. Como conclusión encontramos el dolor disminuido, la funcionalidad mejorada y la disminución de la señal intranodosa, esto indica que el entrenamiento excéntrico induce a un buen pronóstico a largo plazo para la tendinopatía aquilea. De igual forma Norregaard, 2007 busco como objetivo de su estudio es examinar si hay mejora del tendón con entrenamiento excéntrico en el G1 intervención de ejercicios excéntricos, mientras que el G2 o de control realizaría estiramientos, en ambos grupos se dijo que los tratamientos a los que iban a ser sometidos iban a ser beneficioso.

Los pacientes fueron examinados al cabo de 12 semanas y al cabo de 39 semanas, tanto la ternura como mediante la ultrasonografía. Por medio de la ternura evaluada a mano (con primer y segundo dedo se palpaba el tendón con la presión aproximada de 1kg a 0,1,3,5,7 y 10 cm. de la inserción calcánea), la ultrasonografía el reporte de datos por cuestionario junto con la evaluación global fueron usados como parámetros de resultado. La mejoría

superior a largo plazo confirma que el tratamiento de entrenamiento excéntrico induce a un buen pronóstico a largo plazo para tendinopatía aquilea.

Stevens et al., 2014 implementa un programa durante 6 semanas con 28 sujetos con tendinopatía aquilea del tendón de Aquiles comparando dos tipos de ejercicios excéntricos. Los sujetos del G1 realizaron PEEA en cadena cerrada con 180 repeticiones al día, al completar 3 series de 15 repeticiones con rodilla extendida y 15 repeticiones con rodilla ligeramente flexionada 2 veces al día: mientras que los sujetos del G2 realizaban los mismos ejercicios, pero con el volumen de repeticiones que pudieran tolerar. Se obtuvieron mejoras estadísticamente significativas intragrupo en la VISA-A a las 6 semanas, asimismo Yu et al., 2013 implementa un estudio con 32 sujetos con tendinopatía aquilea del tendón de Aquiles para comparar la efectividad de los ejercicios excéntricos frente a los concéntricos durante 8 semanas. La muestra se separó en dos grupos iguales: el G1 realizaba un PEE monopodal y bipodal en carga, realizando 10 segundos cada ejercicio, 15 repeticiones, 3 series, 50 minutos al día, 3 veces a la semana; el G2 con la misma pauta realizaba ejercicios concéntricos en sedestación con rodilla extendida y utilizando un theraband. Se evaluó el dolor mediante EVA, la fuerza con equipo isocinético de fuerza muscular, el equilibrio con una plataforma de equilibrio dinámico, la destreza y agilidad mediante el Side-step test y el Sargent jump test. Tras la valoración final, el dolor mejoró en ambos grupos, pero fue mayor en el G1. La resistencia en la flexión plantar, el equilibrio total y la agilidad obtuvieron mejoras estadísticamente significativas en el G1. Se concluye que los ejercicios excéntricos son más efectivos que los concéntricos en la mejora de la función en tendinopatía aquilea del tendón de Aquiles.

### 4.3 Conclusiones

Se encuentra evidencias de que el cuadro fisiopatológico de la tendinopatía Aquilea es un proceso degenerativo con resultados histopatológicos por ejemplo el aumento del volumen del tendón, alteración en la distribución de colágeno y creación de tenocitos aparte de la neovascularización añadido a dolor y limitación de la restricción a la participación, se da en personas deportistas que realizan movimientos repetitivos haciendo que el tejido conectivo se irrite y esto lleva a que se creen alteraciones a nivel de la matriz extracelular, dando origen a colágeno de mala calidad, modificando las propiedades viscoelásticas del tendón, por lo tanto, el tendón gozara una apariencia edematosa y frágil. Todos estos procesos van creando un tendón degenerado y fibrótico, por lo que hay una disminución de su capacidad y funcionalidad de soportar carga, cerrando así el círculo fisiopatológico de las tendinopatías

Los ejercicios excéntricos son un instrumento muy útil que nos ayuda a disminuir el cuadro clínico de la tendinopatía aquilea en corredores de alto rendimiento teniendo efectos fisiológicos en los músculos, articulaciones y huesos, aparte del sistema circulatorio y el metabolismo también, creando una alteración en la percepción del dolor por parte del atleta, ya que estos ejercicios pueden llegar a ser dolorosos al momento de realizar el trabajo excéntrico se destruye la vascularización que aparece en la tendinopatía y aumenta la resistencia a la tracción del tendón, lo que produce una elongación de la unidad musculo tendinosa toda esta intervención de PEE (programa de ejercicios excéntricos) contribuye a la mejoría de la capacidad y funcionalidad.

Según lo anteriormente mencionado la acción beneficiosa de una actividad física general ya que esta ayuda a mantener la capacidad funcional del deportista porque se activa el

segmento durante la práctica del ejercicio excéntrico, por otro lado la base de movimiento y el ejercicio es la contracción muscular, lo que conlleva a que los ejercicios excéntricos son una herramienta muy importante dentro de la rehabilitación, con relación a la tendinopatía Aquilea, se ha demostrado el trabajo excéntrico como medio de prevención y de recuperación de dicha lesión pero para que el ejercicio sea beneficioso y persistan los efectos, se necesita regular la intensidad, la frecuencia y la duración del mismo, según Alfredson lo correcto es prescribir ejercicios excéntricos 2 veces diarias, 7 días a la semana, durante 12 semanas. Para un mejor efecto de los mismos.

#### **4.4 Perspectivas y/o aplicación práctica**

El objetivo de la presente investigación pretende ser una base de datos teórica que brinde información y sea utilizada como referencia para la aplicación de ejercicio excéntrico como un tratamiento para la tendinopatía aquilea en corredores de alto rendimiento, demostrando los beneficios que se pueden obtener de este mismo.

Se sugiere seguir realizando estudios experimentales con la finalidad de poder crear otros tipos de protocolos, adicionales al protocolo de Alfredson, en donde se evalúe y analice la dosificación durante el entrenamiento de los ejercicios excéntricos además de los temas adicionales presentados en el documento.

Finalmente, esta investigación tiene el propósito de promover la integración de la información en dicho documento dentro de la fisioterapia y para el uso en distintos campos de la salud.

## Referencias

- Abate M, Gravare-Silbernagel K, Siljeholm C, Di Iorio A, De Amicis D, Salini V, et al. 2009. Pathogenesis of tendinopathies: inflammation or degeneration? *Arthritis Res Ther*. Recuperado de: <https://www.raco.cat/index.php/Apunts/article/download/217328/298469>
- Alfredson H., Cook J., 2007. A treatment algorithm for managing Achilles tendinopathy: new treatment options. *Br J Sports Med*. Recuperado de: <https://www.efisioterapia.net/articulos/ejercicios-excentricos-tendinopatia-aquilea>
- Almekinders L, Weinhold P, Maffulli N., 2003. Current concepts in tendinopathy. *Compression etiology in tendinopathy. Clin Sports Med*. Recuperado de: <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/69419/1/69419.pdf>
- Andréu L., 2012. Rupturas del tendón de aquiles. *Rupturas del tendón de aquiles*. Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/25583/1/Darwin-Robalino-completo-proyecto%20final.pdf>
- Barna Paz G. (2017). *Metodología de la investigación*. (3ra edición). Grupo editorial patria.
- Bernal (2010). *Metodología de la investigación*. (3ra edición). Pearson Educación de Colombia Ltda.
- Beyer R., Kongsgaard M., Hougs K., Hlenschlaeger T., Kjaer M., Magnusson S., 2015. Heavy slow resistance versus eccentric training as treatment for Achilles tendinopathy: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med*, 43:1704-11. Recuperado de: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1578-25492020000200007](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1578-25492020000200007)

Clegg PD, Strassburg S, Smith RK. 2007. Cell phenotypic variation in normal and damaged tendons. *Int J Exp Pathol*. Recuperado de:

<https://www.raco.cat/index.php/Apunts/article/download/217328/298469>

Cobos Huerga C, Vega González ML, Anguita Martínez G, Martín Peinador A., 2011.

Lesiones del tendón de Aquiles. Diagnóstico por imagen. *Revista internacional de ciencias podológicas*. 2011; 5(2): 35-45. Recuperado de:

<http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/69419/1/69419.pdf>

College of foot and Ankle Surgeons. (), en su Artículo denominado “Trastornos comunes del tendón de Aquiles”. College of foot and Ankle Surgeons. 2010 May; 15(2).

Recuperado de:

<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/25583/1/Darwin-Robalino-completo-proyecto%20final.pdf>

Commandre FA, Denis F, Malberti R, González-Iturri J., 2004. Tendón de Aquiles y deporte. *Archivos de Medicina del Deporte*. Recuperado de:

<http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/69419/1/69419.pdf>

Cook J. Khan K., Purdam C., 2002. Achilles tendinopathy. *Manual Therapy*, 7(3):121-30. Recuperado de: <https://www.efisioterapia.net/articulos/ejercicios-excentricos-tendinopatia-aquilea>

Espinosa Monzada C, Gallart Ortega J. 1998. Sistema aquileo-calcáneo-plantar. *Revista Española de Podología*. Recuperado de:

<http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/69419/1/69419.pdf>

Fu S., Shum W., Hung L., Wong M., Qin L., Chan K., 2008. Low-intensity pulsed ultrasound on tendon healing: A study of effect of treatment duration and treatment

- initiation. *Am J Sports Med*. Recuperado de:  
<https://www.efisioterapia.net/articulos/ejercicios-excentricos-tendinopatia-aquilea>
- Furia J.P. 2008. High-energy extracorporeal shock wave therapy as a treatment for chronic noninsertional Achilles tendinopathy. *Am J Sports Med*. Recuperado de:  
<https://www.efisioterapia.net/articulos/ejercicios-excentricos-tendinopatia-aquilea>
- Gardin A., Movin T., Svensson L., Shalabi A., 2010. The long-term clinical and MRI results following eccentric calf muscle training in chronic Achilles tendinosis. *Skeletal Radiol*, 39:435–442. Recuperado de: <https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/8076/Grado%20Fisioterapia%20Daniel%20Martinez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hansen P, Hassenkam T, Svensson R, Aagaard P, Trappe T, Haraldsson B, et al. 2009. Glutaraldehyde cross-linking of tendon-mechanical effects at the level of the tendon fascicle and fibril. *Connect Tissue Res*. Recuperado de:  
<https://www.raco.cat/index.php/Apunts/article/download/217328/298469>
- Hernández, Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. (6ta edición). Editorial Mc Graw-Hill.
- Ivern Cervera. Tendinitis Aquílea en el Deportista. *Kinesiología*. 2015 May; 13(1).  
Recuperado de:  
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/25583/1/Darwin-Robalino-completo-proyecto%20final.pdf>
- Jurado A, Medina I., 2008. Tendón. Valoración y tratamiento en fisioterapia. *Barcelona: Paidotribo*. Recuperado de:  
<http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/69419/1/69419.pdf>

Karsten K., Kraemer R., Jagodzinski M., Zeichen J., Meller R., Vogt P., 2007. Eccentric Training Decreases Paratendon Capillary Blood Flow and Preserves Paratendon Oxygen Saturation in Chronic Achilles Tendinopathy. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37:5. Recuperado de:  
<https://academicae.unavarra.es/bitstream/handle/2454/8076/Grado%20Fisioterapia%20Daniel%20Martinez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Khan K, Cook JL, Bonar F, Harcourt P, Astrom M., 1999. Histopathology of common Tendinopathies. *Sports Med*. Recuperado de:  
<http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/69419/1/69419.pdf>

Leal Serra V. 2011. Sistema aquíleo calcáneo plantar. *Biomecánica*. Recuperado de:  
<http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/69419/1/69419.pdf>

Luttgens Kathryn, Wells Katharine. 1982, Kinesiología Bases Científicas del Movimiento Humano. *Séptima Edición. España*. Recuperado de:  
<http://www.maestriasalud.una.ac.cr/documents/contrac-mus.pdf>

Maffulli N, Longo Ug, Kadakia A, Spiezia F., 2020. Achilles Tendinopathy. *Foot Ankle Surg*. Recuperado de:  
[https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/159648/Oncala\\_Franco\\_David.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/159648/Oncala_Franco_David.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Maffulli N., Walley G., Sayana M., Longo U., Denaro V., 2008. Eccentric calf muscle training in athletic patients with Achilles tendinopathy. *Disabil Rehabil*, 30(20–22):1677–84. Recuperado de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18608370/>

Malberti. 2004. Tendón de Aquiles y Deporte. *Archivos de Medicina del deporte*.  
Recuperado de:

<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/25583/1/Darwin-Robalino-completo-proyecto%20final.pdf>

Mayán Teira. 2015 revisión Sistemática: Eficacia del tratamiento conservador en el tratamiento de la tendinitis aquilea. *Primera ed. Coruña: UTC*. Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/25583/1/Darwin-Robalino-completo-proyecto%20final.pdf>

McCormack J., Underwood F., Slaven E., Cappaert T., 2016. Eccentric exercise versus eccentric exercise and soft tissue treatment (ASTYM) in the management of insertional Achilles tendinopathy. *Sports Health*, 8:230-237. Recuperado de: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1578-25492020000200007](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1578-25492020000200007)

Medrano San Ildefonso M, Mauri Llerda JA, Bruscas Izu C., 2007. Tendinopatías por fluoroquinolonas. *AN. MED. INTERNA*. Recuperado de: <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/69419/1/69419.pdf>

Metodología Y Técnicas de Atletismo. Joan Rius Sant. Editorial Paidotribo, 2005. p.33

Natale V., 2011. Lesiones de corredores Amateurs. *Kinesiología*. 2011. Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/25583/1/Darwin-Robalino-completo-proyecto%20final.pdf>

Nava E., 2012. Tendinitis aquilea en Corredores. *Kinesiología*. Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/25583/1/Darwin-Robalino-completo-proyecto%20final.pdf>

Norregaard J., Larsen C., Bieler T., Langberg H., 2007. Eccentric exercise in treatment of Achilles tendinopathy. *Scand J Med Sci Sports*, 17: 133–138. Recuperado de:

<https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/8076/Grado%20Fisioterapia%20Daniel%20Martinez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

O'Brien M., 1997. Structure and metabolism of tendons. *Scan J Med Sci Sports*.

Recuperado de: <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/69419/1/69419.pdf>

Ochoa del Portillo. Tendón de Aquiles. [Online].; 2016 [cited 2016 12 09. Recuperado de:

<https://encolombia.com/medicina/revistasmedicas/ortopedia/vo-113/orto11397aquiles1/>

Ochoa del Portillo. Tendón de Aquiles. [Online].; 2016 [cited 2016 12 09. Recuperado de:

<https://encolombia.com/medicina/revistasmedicas/ortopedia/vo-113/orto11397aquiles1/>

Pangrazio Kullak, 2009. Tendinopatías en deportistas. *Medigraphic Artemeni Isína*.

Recuperado de: <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/69419/1/69419.pdf>

Pierre C., Moncayo V., Terk M., 2010. MRI of the Achilles tendon: a comprehensive review of the anatomy, biomechanics, and imaging of overuse tendinopathies. *Acta Radiol*, 51(4):438-54. Recuperado de: <https://www.efisioterapia.net/articulos/ejercicios-excentricos-tendinopatia-aquilea>

Rio E., Kidgell D., Purdam C., Gaida J., Moseley GL., Pearce AJ., et al., 2015. Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy. *Br J Sports Med*, 49(19):1277-83. Recuperado de:

<https://bjsm.bmj.com/content/49/19/1277>

Robinson J., Cook J., Purdam C., Visentini P., Ross J., Maffulli N., et al. 2001. The VISA-A questionnaire: a valid and reliable index of the clinical severity of Achilles

tendinopathy. *Br J Sports Med*, 35(5):335–41. Recuperado de:

<https://bjsm.bmj.com/content/35/5/335>

Sotelo Rabadán. Tendinitis Aquilea en el corredor. Farmacia Preventiva. 2013 May; 1.

Recuperado de:

<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/25583/1/Darwin-Robalino-completo-proyecto%20final.pdf>

Sous JO, Navarro R, Navarro García R, Brito E, Ruiz., 2011. Bases Anatómicas del Tobillo.

*ANARIAS MÉDICA Y QUIRÚRGICA*. Recuperado de:

<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/25583/1/Darwin-Robalino-completo-proyecto%20final.pdf>

Stevens M., Tan C., 2014. Effectiveness of the Alfredson protocol compared with a lower

repetition-volume protocol for midportion achilles tendinopathy: a randomized controlled trial. *J Orthop Sports Phys Ther*, 44:59-67. Recuperado de:

[https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1578-25492020000200007](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1578-25492020000200007)

Tumilty S., Mani R., Baxter G., 2016. Photobiomodulation and eccentric exercise for

achilles tendinopathy: a randomized controlled trial. *Lasers Med Sci*, 31:127-35.

Recuperado de: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1578-25492020000200007](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1578-25492020000200007)

Tumilty S., McDonough S., Hurley D., Baxter G., 2012. Clinical effectiveness of low-level

laser therapy as an adjunct to eccentric exercise for the treatment of Achilles'

tendinopathy: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*, 93:733-9.

Recuperado de [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1578-25492020000200007](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1578-25492020000200007)

Wang JH. 2006. Review Mechanobiology of tendon. *Journal of Biomechanics*.

Recuperado de: <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/69419/1/69419.pdf>

Werd MB. Achilles tendon Sports injuries. A review of classification and treatment. J AM

Podiatr Med Assoc. Recuperado de:

<http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/69419/1/69419.pdf>

Wilmore R t Costill, D. 2001 Fisiología del esfuerzo y del Deporte. *Cuarta Edición*

<editorial Paidotribo. Barcelona. Recuperado de:

<http://www.maestriasalud.una.ac.cr/documents/contrac-mus.pdf>

Yasalud. Tendón de Aquiles. [Online]. 2016 [cited 2016 12 21. Recuperado de:

<http://yasalud.com/tendon-de-aquiles/>

Yu J., Park D., Lee G., 2013. Effect of eccentric strengthening on pain, muscle strength,

endurance, and functional fitness factors in male patients with Achilles

tendinopathy. *Am J Phys Med Rehabil*, 92:68-76. Recuperado de:

[https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1578-](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1578-25492020000200007)

[25492020000200007](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1578-25492020000200007)

Zhang B., Zhong L., Xu S., Jiang H., Shen J., 2013. Acupuncture for chronic Achilles

tendinopathy: a randomized controlled study. *Chin J Integr Med*, 19:900-4.

Recuperado de: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1578-](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1578-25492020000200007)

[25492020000200007](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1578-25492020000200007)