



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

# TRABAJO DE FIN DE GRADO

---

## GRADO EN FISIOTERAPIA

**“Actualización de la eficacia de los ejercicios excéntricos e isométricos en las tendinopatías de miembro inferior”**

“Efficacy update eccentric and isometric exercises on lower limb tendinopathies”

“Actualización da eficacia dos exercicios excéntricos e isométricos nas tendinopatías de membro inferior”



**Alumna:** Dña. Iria Díaz González

**DNI:** 34.279.250 G

**Tutor:** Dña. Carmen Pardo Carballido

**Convocatoria:** Junio 2017

# ÍNDICE

1. Resumen.....	3
1. Abstract.....	4
1. Resumen .....	5
2. Introducción.....	6
2.1 Tipo de trabajo.....	6
2.2 Motivación personal .....	6
3. Contextualización.....	8
3.1 Antecedentes.....	8
3.2 Justificación del trabajo.....	21
4. Objetivos .....	22
4.1 Pregunta de investigación.....	22
4.2. Objetivos.....	22
4.2.1 General .....	22
4.2.2 Específicos .....	23
5. Metodología .....	23
5.1 Fecha y bases de datos .....	23
5.2 Criterios de selección.....	23
5.3 Estrategia de búsqueda .....	24
5.4 Gestión de la bibliografía localizada.....	26
5.5 Selección de artículos .....	27
5.6 Variables de estudio .....	28
6. Resultados .....	28
7. Discusión.....	35
8. Conclusiones.....	39
9. Bibliografía .....	40

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Prevalencia e incidencia de las diferentes tendinopatías de miembro inferior.....	12
Tabla 2. Efecto de los diferentes tipos de carga en el tendón.....	13
Tabla 3. Factores intrínsecos en las tendinopatías.....	14
Tabla 4. Factores extrínsecos en las tendinopatías.....	15
Tabla 5. Términos de búsqueda.....	24
Tabla 6. Síntesis de las variables de estudio.....	28
Tabla 7. Resultados.....	30

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Resultados en las diferentes bases de datos empleadas.....	27
---	----

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

TFG: Trabajo de Fin de Grado.

TSC: Células madre de los tendones.

UMT: Unión músculo-tendinosa.

UOT: Unión osteo-tendinosa.

HTA: hipertensión arterial.

ECM: matriz extracelular.

VISA:

VAS: Visual Analogue Scale

NRS: Numeric Rate Scale

SLDS: Single leg decline squad.

## 1. RESUMEN

**Introducción:** Las tendinopatías de miembro inferior son una de las patologías más comunes tanto en la población deportista como no deportista y el ejercicio físico, una de las bases principales de su tratamiento. Los ejercicios excéntricos e isométricos provocan unos efectos en el tendón patológico en función de la fase de la tendinopatía.

**Objetivo:** Determinar qué tipo de ejercicios, los excéntricos o los isométricos, son mejores para el tratamiento de las tendinopatías de miembro inferior, en función de la fase en la se encuentren (reactiva o degenerativa).

**Material y métodos:** La búsqueda de información se realizó en las bases de datos de ciencias de la salud: Pubmed, Scopus, SPORTDiscus, PEDro, Cochrane Library y Web of Science, entre los meses de febrero y mayo de 2017.

**Resultados:** Fueron 42 artículos los que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión, de los que finalmente, tras una lectura completa, se seleccionaron 25 estudios. Del total final, se encontraron 5 artículos sobre ejercicios isométricos y 20 sobre ejercicios excéntricos. Con los dos tipos de ejercicios analizados se encontró una reducción del dolor, así como un aumento de la función y de la satisfacción del paciente. Los estudios sobre ejercicios excéntricos analizaban también otras variables: cambios estructurales en el tendón, amplitud de movimiento y activación muscular.

**Conclusiones:** Debido a la metodología empleada en los estudios analizados, es complicado llegar a una conclusión acerca de qué tipo de ejercicios son mejores para el tratamiento de las tendinopatías de miembro inferior, en función de la fase en la que estas se encuentre, porque los estudios no especificaban la fase en la que se encontraba la tendinopatía.

**Palabras clave:** *Tendinopatía, excéntricos, isométricos.*

## 1. ABSTRACT

**Background:** Lower limb tendinopathies are one of the most common diseases, both on sportspeople and non-sportspeople, and physical exercise is one of the mainstays of its treatment. Eccentric and isometric exercises have a different effect on the pathological tendon depending on the phase of the tendinopathy.

**Objective:** The aim of this project is to determine what types of exercises —eccentric or isometric— are best suited for the treatment of lower limb tendinopathies according to the stage of disease, which can be reactive or degenerative.

**Material and methods:** The health sciences databases Pubmed, SPORTDiscus, PEDro, Cochrane Library and Web of Science were the source of information of this project. The information was retrieved between February and May 2017.

**Outcomes:** 42 articles fulfilled the inclusion and exclusion criteria. After an in-depth reading, 25 studies have been finally selected, 5 of them about isometric exercises and 20 about eccentric exercises. The results of the analysed exercises were pain reduction, as well as an improved patient function and satisfaction. Eccentric exercises studies also analysed other variables such as tendon structural changes, range of motion and muscle activation.

**Conclusions:** Due to the methodology employed in the analysed studies, it is complicated to reach a conclusion on what types of exercises are best suited for the treatment of lower limb tendinopathies depending on its phase, because the aforementioned studies did not specify the phase of the tendinopathy.

**Keywords:** *tendinopathy, eccentric, isometric.*

## 1. RESUMO

**Introdución:** As tendinopatías de membro inferior son unha das patoloxías máis comúns tanto na poboación deportista como na non deportista, e o exercicio físico, unha das bases principais do seu tratamento. Os exercicios excéntricos e isométricos provocan uns efectos no tendón patolóxico en función da fase na que se atope a tendinopatía.

**Obxectivo:** Determinar qué tipo de exercicios, os excéntricos ou os isométricos, son mellores para o tratamento das tendinopatías de membro inferior, en función da fase na que se atopan (reactiva ou dexenerativa).

**Material e método:** A búsqueda da información realizouse nas bases de datos de ciencias da saúde: Pubmed, Scopus, SPORTDiscus, PEDro, Cochrane Library Web of Science, entre os meses de febreiro e maio de 2017.

**Resultados:** Foron 42 artigos os que cumpriron os criterios de inclusión e exclusión, dos que finalmente, tras unha lectura completa, seleccionáronse 25 estudos. Do total final, encontráronse 5 artigos sobre exercicios isométricos e 20 sobre exercicios excéntricos. Cos dous tipos de exercicios analizados atopouse unha redución da dor, así como un aumento da función e da satisfacción do paciente. Os estudos sobre exercicios excéntricos analizaron tamén outras variables: cambios estruturais no tendón, amplitude de movemento e activación muscular.

**Conclusións:** Debido á metodoloxía empregada no estudos analizados, é complicado chegar a unha conclusión acerca de que tipo de exercicios son mellores para o tratamento de tendinopatías de membro inferior, en función da fase na que estas se atopan, xa que os estudos non especificaban a fase na que se atopa a tendinopatía.

**Palabras chave:** *tendinopatía, excéntricos, isométricos.*

## **2. INTRODUCCIÓN**

### **2.1 TIPO DE TRABAJO**

El tipo de trabajo que he escogido para mi Trabajo de Fin de Grado (TFG) es una revisión bibliográfica. Para que una investigación sea útil, sus hallazgos han de ser una prolongación de los conocimientos y las teorías previas, por lo que el investigador debe estar actualizado en cuanto a lo que se sabe del tema de estudio y sobre cómo se ha llegado a ese conocimiento (1).

Una de las funciones principales de la revisión bibliográfica es precisar lo que ya se sabe acerca de un problema de interés. Conocer el estado actual de conocimiento sobre un tema permite a los investigadores evitar la duplicación involuntaria de otro estudio y concentrarse en aspectos poco explorados de ese tema (2).

Un cometido importante de la revisión bibliográfica, en particular para los estudiantes que llevan a cabo su primer proyecto de investigación, es sugerir nuevos temas de interés para realizar estudios sobre ellos (2).

La tarea central es organizar y resumir las referencias, de tal manera que revelen el estado actual del conocimiento sobre el tema elegido y establezcan una base sistemática para la investigación (2).

### **2.2 MOTIVACIÓN PERSONAL**

Me decido hacer un trabajo sobre las tendinopatías de miembro inferior ya que es una patología que ha estado siempre muy presente en mi familia. Desde siempre recuerdo que mi padre ha sufrido múltiples tendinopatías de miembro inferior, sobre todo la aquilea y la rotuliana.

Como consecuencia, las tendinopatías y, en concreto, las de miembro inferior, siempre han suscitado mi interés.

En estancias clínicas, hablando de este tipo de patología, un profesor nos comentó que las últimas líneas de investigación se orientaban hacia los ejercicios isométricos y no hacia los excéntricos. Fue algo que me llamó mucho la atención porque era la primera vez que escuchaba hablar de los ejercicios isométricos en las tendinopatías.

El interés que generó en mi esta nueva información, junto con lo mencionado anteriormente, son los motivos por los cuáles decido hacer una revisión bibliográfica acerca de este tema.



## 3. CONTEXTUALIZACIÓN

### 3.1. ANTECEDENTES

#### EL TENDÓN

##### Estructura

Los tendones son estructuras de tejido conectivo (3) que desempeñan un papel esencial en el sistema músculo-esquelético al transferir cargas del músculo al hueso para permitir los movimientos articulares y estabilizar las articulaciones (4).

En la unión entre el tendón y el hueso, este se fusiona con el periostio (delgada membrana que cubre al hueso) y en la unión con el músculo, se fusiona con la fascia que cubre al músculo (5).

Los tendones están constituidos por varios elementos: fibras de colágeno, sustancia fundamental y células. Se componen de colágeno en un 30% y de elastina en un 2%, todo ello en el seno de una matriz extracelular que contiene hasta un 68% de agua (6).

El colágeno tipo I representa aproximadamente el 70-80% del peso seco de los tendones normales. Además de colágeno tipo I hay otros tipos de colágeno como III, V, IX, X, XI y XII, aunque en cantidades mucho menores. Los tendones tienen una jerarquía de disposición fibrilar que se compone secuencialmente de moléculas de colágeno, fibrillas, fibras, fascículos (o haces de fibras) y la unidad primaria del tendón. La unidad menor del tendón es el tropocolágeno. Los enlaces cruzados facilitan que las moléculas de tropocolágeno se unan y formen fibrillas (5).

Estas fibrillas se disponen en haces paralelos en la sustancia fundamental y forman fibras, las cuales se agrupan dentro de un tejido conectivo llamado endotendón (haz primario). La unión de varios haces primarios forman el fascículo o haz secundario. Varios haces secundarios forman el epitendón, que es la capa más externa del tendón. El epitendón contiene el aporte vascular, nervioso y linfático. La mayoría de los tendones están rodeados por una capa de tejido conectivo que recibe el nombre de paratendón (5,7).

En la sustancia fundamental, predominan los proteoglicanos y el agua. La sustancia fundamental organiza y controla el colágeno. Soporta las propiedades mecánicas durante la compresión (6).

En cuanto a las células que forman el tendón, hay muchos tipos: tenocitos, fibroblastos, condrocitos, células sinoviales y células vasculares. Las células que predominan son los tenocitos (parecidos a los fibroblastos), los cuales producen colágeno y sustancia fundamental y son necesarios para la mantener la homeostasis y reparar los tendones lesionados (5). Recientemente, se ha identificado un nuevo tipo de células tendinosa, llamadas células madre de los tendones (TSC), las cuales también desempeñan un papel clave en el mantenimiento y en la reparación del tendón. De hecho, estudios recientes sugieren que las TSC pueden ser las responsables del desarrollo de las tendinopatías al experimentar una diferenciación debido a condiciones de carga excesiva (5).

El aporte sanguíneo del tendón proviene mayoritariamente de su músculo. El aporte sanguíneo del tendón difiere en función del segmento tendinoso, considerando en tendón en tres regiones: unión músculo-tendinosa (UMT), cuerpo del tendón y unión osteo-tendinosa (UOT). Los vasos sanguíneos de originan de microvasos en el perimisiso. En la UMT, los vasos del perimisiso continúan entre los fascículos del tendón. En el cuerpo del tendón, el aporte vascular llega por vía paratendón; los vasos penetran en el epitendón y recorren el endotendón para formar una red vascular intratendinosa. Los vasos que irrigan a la UOT no contribuyen a la vascularización del cuerpo del tendón(6). El principal suministro de sangre del tendón deriva de los vasos del paratendón, que entran directamente den el epitendón y en el endotendón (7). El aporte sanguíneo aumenta durante el ejercicio y en los procesos de curación y se ve disminuido cuando es sometido a tensión o en zonas de fricción, torsión o compresión (6).

En cuanto a la inervación del tendón, desde el paratendón se forman plexos que envían ramas que penetran en el epitendón y se anastomosan con ramas de origen muscular. Dentro del tendón, el nervio se desliza a lo largo de su eje y finaliza en las terminaciones nerviosas: *tipo I* o *Corpúsculos de Ruffini* (receptores de presión y reaccionan lentamente a los cambios de presión), *tipo II* o *corpúsculos de Paccini* (reaccionan a la presión, pero son de adaptación rápida, pues intervienen en la detección de movimientos de aceleración y desaceleración); *tipo III* o *terminaciones de Golgi* (son mecanorreceptores) y *tipo IV terminaciones nerviosas*

*libres* (son receptores de dolor, de adaptación lenta) (6).

## **Biomecánica**

Los tendones se caracterizan por resistir grandes cantidades de tensión, tener un punto concreto de extensibilidad y ser muy resistentes a la elongación. Es por esto que el tendón presenta dos propiedades mecánicas: la fuerza y la deformación (6). Los tendones tienen una fuerza tensil que oscila entre los 49 y los 98 N/mm<sup>2</sup> (7).

La estructura y la composición únicas de los tendones les proporciona un comportamiento mecánico característico, que se refleja en la curva típica de tensión-deformación: Módulo de Young. El límite fisiológico de deformación en los tendones es del 4%. A partir del 4% se produce un desgarro microscópico de las fibras tendinosas, dando lugar a una micro-ruptura del tendón. Cuando el estiramiento es del 8-10% se produce un desgarro macroscópico que conduce a la ruptura del tendón (5). La zona de seguridad se encuentra entre el 0-4% de estiramiento. El grosor y la longitud del tendón influyen decisivamente en la curva carga-deformación. Generalmente un tendón ancho, debería soportar grandes fuerzas para lograr el mismo porcentaje de elongación que otro con menor área de sección (6).

Otra propiedad de los tendones es la viscoelasticidad, lo que significa que su comportamiento mecánico depende de la velocidad de deformación mecánica. La viscoelasticidad es el resultado del colágeno, el agua y las interacciones entre el colágeno y los proteoglicanos (5).

Las propiedades mecánicas y estructurales del tendón pueden cambiar si éste es sometido de manera sistemática a nuevas demandas físicas. La fuerza, la elasticidad y el peso total del tendón aumentan conforme lo hace el ejercicio físico. Por tanto, las propiedades del tendón pueden ser modificadas por el entrenamiento, de manera que un entrenamiento adecuado mejora la calidad de este tejido (6).

## **Patología del tendón: tendinopatías**

Un tendón es patológico cuando no es capaz de soportar la carga o la secuencia de cargas a las que se ve sometido (6). Las tendinopatías provocan dolor, disminución de la tolerancia al ejercicio del tendón y una reducción de la función, dando lugar a un tendón que es menos capaz de soportar la carga (8).

Son lesiones muy prevalentes que afectan a la calidad de vida de las poblaciones del todo el mundo (4). Son problemas clínicos distribuidos ampliamente en la sociedad, tanto en la población normal como en los deportistas. No sólo tiene un impacto en la calidad de vida de la población, sino que representan una gran carga económica para el sistema sanitario. El 50% de todas las lesiones deportivas implican a los tendones (3).

Hay ciertos tendones en el cuerpo que son más propensos a patología que otros: el manguito de los rotadores, el tendón de Aquiles, el tibial posterior y el tendón rotuliano (3).

Las tendinopatías son muy comunes en la extremidad inferior, tanto en la población común como en los deportistas. En los corredores es muy frecuente las tendinopatías de Aquiles y las tendinopatías de tibial posterior con implicación ocasional de los tendones del tibial anterior y de los peroneos. En bailarinas de ballet es común la tendinopatía del músculo flexor largo del dedo gordo. Las tendinopatías infrarrotulianas, y en menor medida, la tendinopatía cuadricepsital, son comunes en jugadores de baloncesto, voleibol, levantadores de peso, saltadores (7).

En el año 2012, en Holanda, se hizo un estudio con el objetivo de determinar la prevalencia y la incidencia de las tendinopatías de miembro inferior: tendinopatía de los aductores, síndrome doloroso del troncánter el mayor, tendinopatía rotulina, tendinopatía de Aquiles y fasciopatía pantar. Se cogieron a 10 651 pacientes, en los que se analizaba la edad, el género, los medicamentos y la presencia de ciertas comorbilidades: hipertensión arterial (HTA), dislipemia, diabetes mellitus y sobrepeso (9).

De los 10 651 se identificaron 126 casos de tendinopatías de miembro inferior, con una tasa de prevalencia de 11,83 y una tasa de incidencia de 10,52 (9). En la tabla 1 se observa la incidencia y la prevalencia de cada una de las tendinopatías estudiadas:

Tabla 1. Prevalencia e incidencia de las diferentes tendinopatías de miembro inferior.

<b>TENDINOPATÍA</b>	<b>PREVALENCIA</b>	<b>INCIDENCIA</b>
<b>Tendinopatía de los aductores</b>	13	12
<b>Tendinopatía rotuliana</b>	17	17
<b>Tendinopatía aquilea</b>	25	23
<b>Fasciopatía plantar</b>	26	25
<b>TOTAL</b>	126	112

Tabla extraída de “Incidence and prevalence of lower extremity tendinopathy in a Dutch general practice population: a cross sectional study”.

Se observó que no existen cambios significativos entre las mujeres y los hombres en la aparición de tendinopatías. La muestra de pacientes incluía a todas las edades y el pico de edad de las tendinopatías era de 46 años. Con respecto también a la edad, la aparición de tendinopatías en la población común con respecto a los deportistas se produce a una edad mayor: 46 años frente a los 36 en los deportistas. En cuanto a las comorbilidades previamente citadas (HTA, dislipemia, diabetes mellitus y sobrepeso) no se encontraron relaciones significativas con el desarrollo de las tendinopatías (9).

Los tendones están constantemente sometidos a cargas mecánicas in vivo. Son mecanorreactivos, es decir, se adaptan a las condiciones de carga (5).

Las cargas apropiadas, a niveles fisiológicos son beneficiosas, pues mejoran las propiedades mecánicas del tendón. Las cargas mecánicas excesivas provocan lesiones en el tendón. Sin una cierta cantidad de carga mecánica, los tendones se atrofian y pierden peso, rigidez, así como la resistencia a la tracción. El abandono del tendón conduce a una disminución de las actividades anabólicas, pero aumenta las actividades catabólicas de la matriz del tendón. Estas alteraciones metabólicas iniciadas por falta de estrés son probablemente responsables de ciertos cambios degenerativos en los tendones (5). En la tabla 2, se pueden ver los diferentes efectos que los distintos tipos de carga ejercen en el tendón:

Tabla 2. Efectos de los diferentes tipos de carga en el tendón

TIPO DE CARGA	EFECTOS
<b>Carga insuficiente</b>	Disminuye la fuerza tensil Disminuye el tamaño Disminuye la producción de colágeno Disminuye la actividad anabólica Aumentan la actividad catabólica
<b>Carga moderada</b>	Aumenta la fuerza tensil Aumenta la síntesis de colágeno Disminuye la degradación de colágeno Disminuyen los mediadores inflamatorios Aumentan las TSC que se diferencian de los tenocitos.
<b>Carga excesiva</b>	Disminuye la fuerza tensil Disminuye la organización del colágeno Aumentan los miofibroblastos Aumentan los mediadores inflamatorios Aumentan las TSC que se diferencian de los no tenocitos: adipocitos, osteocitos, condrocitos

Tabla extraída de “Tendon biomechanics and mechanobiology-a mini-review of basic concepts and recent advancements”.

El almacenamiento y liberación repetida de energía y la compresión excesiva parecen ser factores clave en el inicio de las tendinopatías. La cantidad de carga (volumen, intensidad,

frecuencia) que induce la patología no está clara. Sin embargo, el tiempo suficiente entre cargas para permitir que un tendón responda a la carga parece importante. Por lo tanto, el volumen (horas) y la frecuencia (sesiones por día o semana) de carga intensa pueden ser críticos en la capacidad de los tendones, tanto normales como patológicos, para tolerar la carga (8).

Aunque la carga es un componente pato-etiológico importante (8), en el inicio y la progresión de la lesión tendinosa están implicados diversos factores, que pueden ser bien intrínsecos (expuestos en la *tabla 3*) o bien extrínsecos (*tabla 4*) (6).

*Tabla 3. Factores intrínsecos de las tendinopatías.*

<b>FACTORES INTRÍNSECOS</b>	
<b>Generales</b>	<b>Locales</b>
Sexo	Pie hiperpronado o hipopronado
Edad	Pie plano o cavo
Grupo sanguíneo	Antepie o retropie en varo o valgo
Aporte sanguíneo (isquemia/hipoxia)	Rótula alta
	Anteversión de cuello femoral
	Disimetría de MMII
	Debilidad o desalineamientos musculares
	Disminución de la flexibilidad
	Laxitud articular

*Tabla extraída de “Tendón: valoración y tratamiento en fisioterapia”*

Tabla 4. Factores extrínsecos de las tendinopatías.

<b>FACTORES EXTRÍNSECOS</b>
Métodos de entrenamiento
Duración o intensidad excesivas
Déficit de adaptación fisiológica
Inadaptación a la especificada del entrenamiento
Incrementos súbitos en el programa de entrenamiento
Error en la adaptación individual de entrenamiento
Cambios de superficie
Calentamiento insuficiente
Entrenamiento general inadecuado
Recuperación insuficiente
Problemas derivados del material
Carga incorrecta por otros motivos (fatiga, descoordinación neuromuscular...)

Tabla extraída de “Tendón: valoración y tratamiento en fisioterapia”

Las lesiones agudas en el tendón son causadas, principalmente, por traumatismos, mientras que las lesiones crónicas suelen ser provocadas por la carga mecánica repetitiva por debajo del umbral de falla y las respuestas inflamatorias concurrentes/reactivos (4).

Clasicamente, las tendinopatías se han clasificado en:

- Tendinopatía aguda o tendinitis: < 2 semanas. Las lesiones agudas suelen tener un origen traumático y un desarrollo clínico comprendido dentro de las dos primeras semanas desde que ocurre el incidente traumático.
- Tendinopatía subaguda: 4-6semanas.
- Tendinopatía crónica o Tendinosis: > 6 semanas. Las lesiones crónicas son lesiones por sobreuso, son el resultado de microtraumatismos repetidos que causan disrupción de las estructuras internas del tendón y cambios degenerativos a nivel celular y de la matriz (6).



Más recientemente, Cook and Purman, en el año 2008, proponen una clasificación de las tendinopatías basada en la existencia de un continuo de la patología tendinosa, la cual tiene tres etapas: tendinopatía reactiva, deterioro del tendón y tendinopatía degenerativa (8).

- En la tendinopatía reactiva se produce una sobrecarga aguda o por un traumatismo directo dando lugar a una respuesta proliferativa no inflamatoria en las células y en la matriz. Se aumenta la producción de proteínas (proteoglicanos), lo que provoca un cambio de la matriz, aunque la integridad del colágeno se mantiene y no hay cambios neovasculares. La tendinopatía reactiva es una adaptación a corto plazo a la sobrecarga. El tendón tiene el potencial de volver a la normalidad si la sobrecarga se reduce lo suficiente (8).

Los tendones son capaces de curarse de forma natural, pero su condición previa a la lesión no se restablece debido al desarrollo de tejidos cicatriciales en el sitio de la herida, haciendo que el tendón lesionado tenga unas propiedades biomecánicas inferiores al no lesionado. La pérdida de la competencia mecánica se debe principalmente a una composición ECM (matriz extracelular) distorsionada y un desalineamiento de las fibrillas de colágeno en el tejido cicatricial (4).

- El deterioro del tendón describe el intento de cicatrización del tendón. Es similar a la tendinopatía reactiva, pero con una mayor descomposición de la matriz. Hay un aumento general de células, dando lugar a un incremento marcado en la producción de proteínas (proteoglicanos y colágeno). El aumento de los proteoglicanos provoca la separación del colágeno y la desorganización de la matriz. Puede haber también un incremento de la vascularidad y un crecimiento neuronal asociado. Es una etapa difícil de distinguir clínicamente (8).
- En la tendinopatía degenerativa existe una progresión tanto de la matriz como de los cambios celulares. Las áreas por muerte celular son evidentes y como resultado, se han descrito áreas de acelularidad. La matriz está muy desordenada, llena de vasos y con poco colágeno (8).

Los individuos con cambios degenerativos, a menudo, tienen episodios repetidos de dolor en el tendón, que se resuelven y vuelven cuando cambia la carga (8).

El cambio en la matriz se produce, principalmente, en la sustancia fundamental, seguido por el colágeno y por la vascularización. Esto proporciona evidencia para la progresión de la respuesta normal a la reactiva y el deterioro del tendón. La transición desde el deterioro del tendón hasta la tendinopatía degenerativa no se ha demostrado, ambos son estados anormales y no se identifican como entidades separadas. La tendinopatía degenerativa no es reversible (8).

En el continuo se habla de tres etapas en la patología tendinosa, pero es importante también la “tendinopatía reactiva-degenerativa”. Son tendones en los que en una porción del mismo con una estructura normal, por lo menos con las pruebas de imagen convencionales, puede derivarse una respuesta reactiva y las porciones degenerativas del tendón aparecen de manera silenciosa. Es un tendón que es incapaz de transmitir carga, lo que puede provocar una sobrecarga en la porción normal del tendón (10).

Cook and Purman (2016) establecen una relación clara entre la estructura, el dolor y la función en las tendinopatías. El dolor del tendón está relacionado con la función, con la tendinopatía y con el control motor. La función disminuye la fuerza muscular y el control motor, que a su vez, reduce la función. La función en este contexto es la capacidad del músculo para generar repetidamente la fuerza apropiada que permite al tendón almacenar y liberar energía para el movimiento. Los cambios en la función también se producen en presencia de patología estructural, independientemente del dolor (10).

Clinicamente, las presentaciones del dolor en el tendón se distinguen en dos categorías en el modelo continuo de la patología tendinosa:

- Tendón reactivo con una primera presentación del dolor del tendón después de una sobrecarga aguda.
- Deterioro reactivo sobre el tendón degenerativo (10).

La identidad del conductor nociceptivo en la tendinopatía es difícil de localizar. Hay una fuerte relación entre el dolor del tendón y la carga mecánica que, junto con la mecanorreactividad de los tenocitos y la falta de inervación sensorial del tejido tendinoso, pueden implicar una señalización paracrina de las células del tendón como impulsoras de la nocicepción. Estas células pueden, por tanto, sensibilizar a los mecanorreceptores periféricos, en o cerca del

peritendón, que estimulan a su vez al nervio periférico y se interpreta como dolor. Cargar un tendón doloroso perpetúa los estímulos nociceptivos (10).

La hiperalgesia secundaria en la tendinopatía es una respuesta a la nocicepción en curso. La hiperalgesia por sí misma no define la tendinopatía como un estado de dolor fisiopatológico o como un fenómeno centralizado. Algunos autores consideran que la tendinopatía es un proceso central, al mismo tiempo que cuestionan la importancia de los cambios locales que se producen en la estructura del tendón. Se sugiere que el aporte nociceptivo de la periferia mantiene la sensibilización (10).

## **Ejercicios excéntricos e isométricos**

El ejercicio puede ser el mejor tratamiento para las tendinopatías, ya que se han demostrado cambios histopatológicos y mejoras clínicas en el dolor y la función (11).

A continuación, se desarrollan los ejercicios excéntricos y los isométricos, elementos importantes de esta revisión bibliográfica.

Por una parte, el ejercicio excéntrico es aquel que genera un aumento de la tensión muscular, así como una elongación del propio músculo. Una contracción muscular excéntrica raramente ocurre de forma aislada, sino que aparece integrada en una secuencia: a la contracción excéntrica le sigue inmediatamente una contracción concéntrica (12).

Por otra parte, el ejercicio isométrico es aquel en el que hay una contracción del músculo implicado sin movimiento evidente de la articulación. La fuerza de la contracción muscular causa un aumento de tensión en el músculo sin cambio en su longitud (13,14).

La contracción excéntrica es capaz de generar un 13,5% mayor de tensión que la contracción isométrica. Además, la contracción excéntrica conlleva una menor activación muscular que las contracciones isométricas, entre un 35 y un 60%. Las contracciones excéntricas conllevan, también, a una mayor fatiga, pero a un menor coste energético que las isométricas (12).

Langberg et al. en el año 2005, realizan un estudio en Copenhague con jugadores de fútbol profesional que presentaban tendinopatía crónica de Aquiles. Estos jugadores se sometieron

a un programa de ejercicios excéntricos durante 12 semanas. En un primer momento, el dolor en el tendón lesionado aumentó, pero disminuyó significativamente cuando pasaron las 12 semanas. Se observó que tras el programa de ejercicios excéntricos aumentó la síntesis de colágeno tipo I en la zona lesionada, lo que lleva a pensar que los ejercicios excéntricos conducen a un aumento de la síntesis de colágenos en el tejido tendinoso. En cuanto a la degradación de colágeno no se demostraron cambios significativos (15).

También observaron si en los tendones sanos se producía algún cambio en cuanto a la síntesis y a la degradación de colágeno. El aumento de colágeno sólo se observó en los lesionados, no hubo ningún cambios en los sanos, ya que la homeostasis del tejido tendinoso en estos casos, ya es suficiente (15).

En otro estudio, se tomaron como muestra a 22 pacientes con tendinopatía de Aquiles crónica y se utilizaron el ultrasonidos y el Eco-Doppler para comprobar los resultados después de la aplicación de un programa de ejercicios excéntricos. Se observó una disminución del grosor del tendón lesionado así como un disminución de la vascularización del tendón (16).

Woodley et al. en el año 2007, realizan una revisión sistemática acerca de los ejercicios excéntricos en las tendinopatías crónicas y se centran en el dolor, en la función y en el retorno a la actividad/satisfacción del paciente. En cuanto al dolor y a la función, no llegaron a una conclusión definitiva, ya que la mayoría de estudios que afirmaban que se reducía el dolor y que había una mejora en la función con el programa de ejercicio excéntrico, tenían una baja calidad metodológica. Hay evidencia moderada de que el retorno a la actividad/satisfacción del paciente es más probable con un programa de ejercicios excéntricos de 12 semanas de duración (17).

Los ejercicios excéntricos pueden contrarrestar la respuesta de curación fallida que subyace a la tendinopatía crónica, favoreciendo la formación de enlaces cruzados de fibras de colágeno dentro del tendón. Sin embargo, los mecanismos por los cuáles los excéntricos son buenos en las tendinopatías crónicas son difíciles de determinar (17). Existen diferentes propuestas de mecanismos por los cuáles se cree que los ejercicios excéntricos funcionan en las tendinopatías crónicas (18):

- Adaptación estructural del tendón.
- Cambios en la longitud del tendón.

- Rigidez de la unidad músculo-tendinosa.
- Crecimiento intravascular.
- Alteraciones neuroquímicas.
- Adaptaciones neuromusculares (18).

En cuanto al estudio del efecto de los ejercicios isométricos en las tendinopatías hay muchos menos estudios en comparación con los ejercicios excéntricos. Rio et al. (2015) en un ensayo aleatorizado, en el que participaban jugadores de voleibol profesional con dolor en el tendón rotuliano, comparaban la eficacia de los ejercicios isométricos y los ejercicios isotónicos. La distinción entre una contracción isométrica y una contracción isotónica radica simplemente en si hay longitud de fibra o cambio de longitud de músculo entero. Los ejercicios isométricos reducen el dolor inmediato en el tendón rotuliano y esta reducción se mantiene a los 45 minutos. En los isotónicos, la reducción solo es inmediata (19). Se desconoce si la reducción de dolor que se produce con los isométricos puede perdurar durante un tiempo más largo (11). Con el programa de ejercicios isométricos no solo mejoró el dolor, sino que también la función (11,19).

La idea de que las contracciones isométricas conducen a una inhibición del dolor está muy extendida (11). La reducción del dolor con los ejercicios isométricos puede deberse a los cambios corticales que se producen, así como al reclutamiento de neuronas motoras, impulsados por los cambios producidos a nivel del tendón (19). Los efectos locales que ocurren en el tendón pueden provocar cambios bioquímicos y en el metabolismo celular, que luego se transmiten al SNC. La inhibición afecta al patrón motor, alterando el número de portenciales de acción que alcanzan la vía corticoespinal para activar la cascada de neuronas motoras. El aumento de la inhibición puede reducir el reclutamiento motor en las personas con tendinopatía (19).

Los ejercicios que producen dolor, como los excéntricos, pueden provocar una reorganización cortical, porque el propio dolor altera la representación cortical. Este cambio puede contribuir a la persistencia del dolor. En el SNC, las regiones implicadas en el control motor son la corteza motora primaria y el tracto corticoespinal, que activan la cascada de neuronas motoras. Los cambios que se producen a nivel cortical son el resultado de cambios en las vías neuronales excitatorias e inhibitorias y el ejercicio, es capaz de incidir en esto (19). Todavía no está claro si el dolor en las tendinopatías es fisiológico o fisiopatológico (11).

Las tendinopatías de miembro inferior son una de las patologías más comunes tanto en población deportista como en no deportista y, por tanto, determinar su tratamiento en función de la fase en la que estas se encuentren es el objetivo principal de esta revisión bibliográfica. Son dos los tipos de ejercicios estudiados: los excéntricos y los isométricos. Ambos tienen efectos sobre el tendón y por consiguiente, es necesario conocerlos para poder determinar cual es mejor dependiendo si se trata de una tendinopatía reactiva o una tendinopatía degenerativa.

### **3.2. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO**

Las tendinopatías son problemas clínicos distribuidos ampliamente en la sociedad, tanto en la población activa como en los deportistas, que pueden dar lugar a lesiones agudas o crónicas del tendón (3). Por tanto, son lesiones muy prevalentes y debilitantes que afectan a la calidad de vida de las poblaciones de todo el mundo (4).

Aunque su etiología es controvertida, sobre todo en la comprensión de qué factores son primarios y cuáles son secundarios a la desorganización que se produce en el tendón (3), se cree puede tener su origen bien en factores inherentes al propio sujeto o intrínsecos, o bien deberse a causas externas al individuo o factores extrínsecos (6).

Las tendinopatías se caracterizan por la presencia de dolor e inflamación y, en etapas avanzadas, por la formación de lípidos, proteoglicanos y tejidos calcificados en el tejido tendinoso (5).

Una vez lesionado el tendón, este sufre un proceso lento y espontáneo de curación. Sin embargo, este proceso de curación, a menudo, consiste en la formación de tejido cicatricial o matriz desorganizada; por lo que un tendón lesionado va a tener unas propiedades mecánicas inferiores en comparación a los tendones sanos (5).

Se piensa que el ejercicio es el mejor tratamiento para las tendinopatías, ya que se han demostrado cambios histopatológicos y mejoras clínicas en el dolor y en la función (19). Esta revisión bibliográfica se centra en la comparación de la eficacia de los ejercicios excéntricos y de los isométricos.

En los años 1950 empiezan los primeros estudios de los distintos tipos de trabajo muscular, pero no es hasta 30 años más tarde cuando el trabajo excéntrico se aplica en tendinopatías (6). Los tendones resultan favorecidos gracias a una mayor actividad fibroblástica y a la aceleración de la reacción colágena correspondiente, caracterizado por un aumento de colágeno tipo I, así como por un aumento en los enlaces cruzados de tropocolágeno (6,15).

Hace pocos años, se empiezan a estudiar a los ejercicios isométricos como tratamiento para las tendinopatías, por su acción analgésica inmediata. (11,19).

Con esta revisión bibliográfica se pretende establecer qué tipo de ejercicios son más beneficiosos para las tendinopatías, estableciendo una comparación entre los excéntricos y los isométricos.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

Esta revisión bibliográfica pretende dar respuesta a la pregunta de qué ejercicios son mejores para las tendinopatías del miembro inferior, si los ejercicios excéntricos o los ejercicios isométricos. Planteamos la pregunta de investigación entorno a los diferentes tipos de tendinopatías (reactiva, degenerativa) y en función de esto, qué ejercicios van a ser más efectivos en su tratamiento.

### **4.2 OBJETIVOS**

#### **4.2.1 General**

El objetivo general es determinar la eficacia de los ejercicios excéntricos y de los ejercicios isométricos en las tendinopatías de miembro inferior.

## 4.2.2 Específicos

Los objetivos específicos serán:

- Conocer el efecto de un ejercicio excéntrico en un tendón con patología.
- Conocer el efecto de un ejercicio isométrico en un tendón con patología.
- Establecer qué tipo de ejercicios, excéntricos o isométricos, son mejores para el tratamiento de las tendinopatías, en función de la fase en la que estas se encuentren.

# 5. METODOLOGÍA

## 5.1 FECHA Y BASES DE DATOS

Las búsquedas para realizar esta revisión bibliográfica se hicieron entre el mes de febrero y mayo de 2017, utilizando las siguientes bases de datos: Pubmed, Scopus, SPORTDiscus, PEDro, Cochrane Library y Web of Science.

## 5.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN

### Criterios de inclusión

- Los artículos en inglés, español y portugués.
- Los artículos publicados en el período de tiempo comprendido entre 2012 y 2017.
- Pacientes con edades comprendidas entre 16 y 65 años.

### Criterios de exclusión

- Los estudios cuyo contenido principal no sean las tendinopatías de miembro inferior.
- Los estudios que comparen el ejercicio con otros procedimientos.



- Los estudios que utilicen procedimientos de tratamiento que no sean competencia de la fisioterapia, por ejemplo cirugía, tratamiento con células madre.. que pueden dar sesgos.
- Los estudios que estean duplicados en las diferentes bases de datos.

### 5.3 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

Se realiza un búsqueda en las bases de datos Cochrane Library y PeDro para comprobar que no existe ninguna revisión sistemática publicada recientemente sobre el tema escogido para este trabajo.

En Cochrane Library, se hizo una búsqueda simple utilizando la siguiente estrategia de búsqueda: “tendin\* isometric eccentric”. No apareció ninguna revisión sistemática, aunque sí ocho ensayos clínicos. En PEDro se realizó una búsqueda avanzada utilizando la estrategia de búsqueda: (“tendin\* isometric eccentric”) a en en el caso anterior y ampoco se encontró ninguna revisión sistemática, aunque sí cuatro ensayos clínicos.

Después se realizó una búsqueda en las bases de datos específicas, mencionadas previamente:

- Pubmed:

Tabla 5. Términos de búsqueda.

	<b>MeSH</b>	<b>Lenguaje natural</b>
<b>Tendinopatía</b>	Tendinopathy	Tendinitis Tendinosis Tendonitis Tendinitides Tendinopathy Tendin*
<b>Ejercicios excéntricos</b>		Eccentric exercise
<b>Ejercicios isométricos</b>		Isometric exercise

Ecuación de búsqueda:

((Tendin\* [Tiab] AND Eccentric[Tiab]) AND (Tendinopathy [Mesh] AND Eccentric[Tiab])) OR ((Tendin\* [Tiab] AND Isometric[Tiab]) AND (Tendinopathy [Mesh] AND Isometric [Tiab]))

Se realiza una búsqueda avanzada utilizando dicha ecuación y tras aplicar los criterios de inclusión (idioma de los artículos, años de publicación y años de los sujetos) aparecen 62 resultados. Tras aplicar los criterios de exclusión se obtuvieron 18 resultados.

- Scopus

Ecuación de búsqueda:

(Tendin\* AND Eccentric) OR (Tendin\* AND Isometric)

Se hace una búsqueda simple con la ecuación anterior y tras la aplicación de los criterios de inclusión se obtuvieron 267 resultados. Tras la aplicación de los criterios de exclusión se obtuvieron 24 resultados, de los cuáles 8 de ellos eran duplicados en las base de datos anterior.

- SPORTDiscus

Ecuación de búsqueda:

(Tendin\* AND Isometric) OR (Tendin\* AND Eccentric)

Se realiza una búsqueda avanzada y tras la aplicación de los criterios de inclusión se obtuvieron 153 resultados y tras la aplicación de los criterios de exclusión, 17 resultados, de los cuales 14 están duplicados en las bases de datos anteriores.

- Web of Science

Ecuación de búsqueda:

(Tendin\* AND Isometric) OR (Tendin\* AND Eccentric)

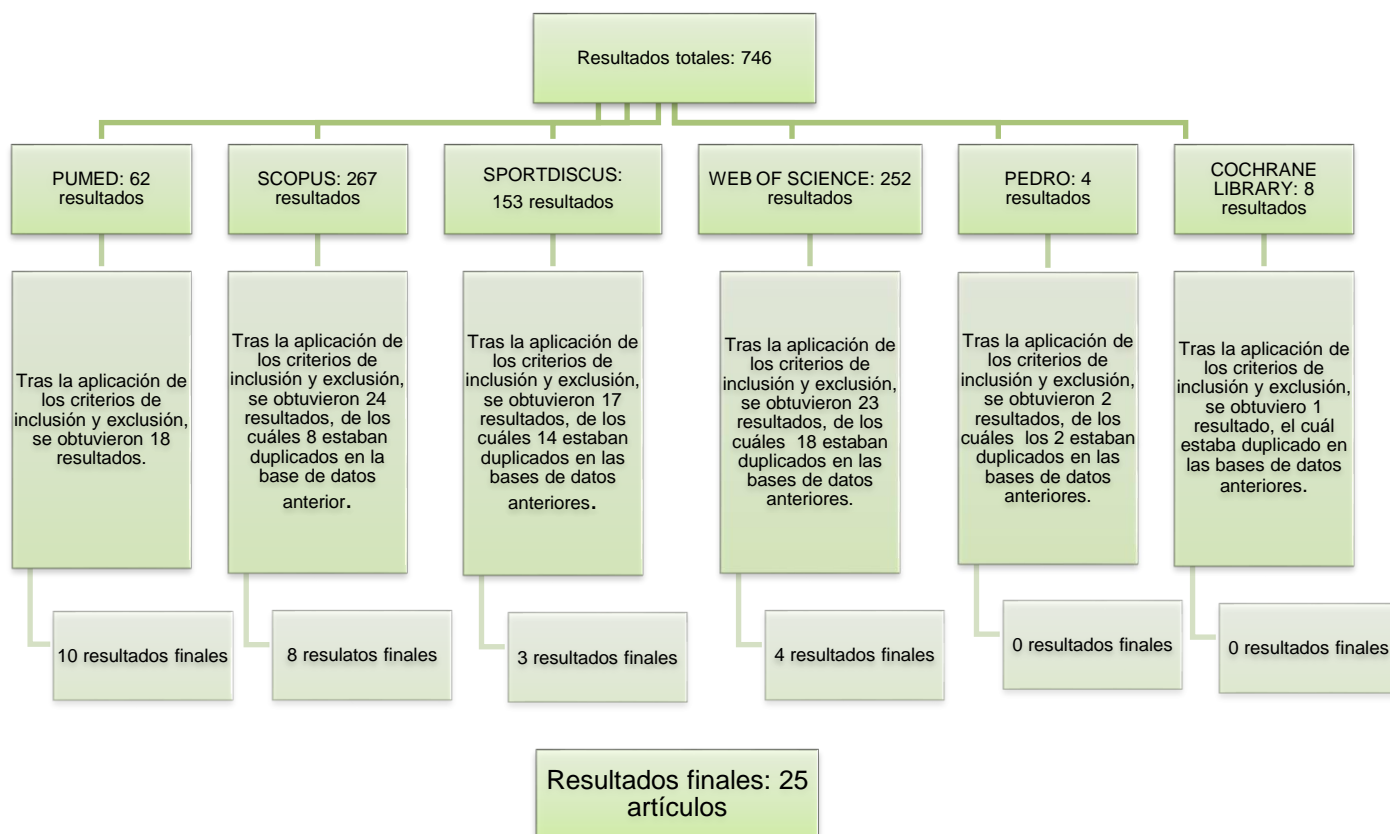
Se realiza una búsqueda simple con la ecuación anterior y tras la aplicación de los criterios de inclusión se obtuvieron 252 resultados y tras los criterios de exclusión, 23 resultados de los cuáles 18 eran duplicados.

Sólo en Pubmed se pudo poner el límite de la edad de los participantes de los estudios, por lo que en el resto de las bases de datos se descartan manualmente. Se pueden ver los resultados finales en la gráfica 1.

#### **5.4 GESTIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA LOCALIZADA**

Para la gestión de la bibliografía seleccionada se ha seleccionado el gestor bibliográfico “Mendeley”.

## 5.5 SELECCIÓN DE ARTÍCULOS



Gráfica 1. Resultados en las diferentes bases de datos empleadas.

## 5.6. VARIABLES DE LOS ESTUDIOS

En los artículos revisados las variables de estudio fueron dolor, función, satisfacción del paciente, cambios estructurales en el tendón y activación muscular, utilizando diversas escalas (Tabla 6).

Tabla 6. Síntesis de las variables de estudio.

Variable de estudio	Escala utilizada
<b>Dolor</b>	VISA y VAS
<b>Función</b>	VISA y Tegner Activity Scale
<b>SLDS</b>	NRS
<b>Satisfacción paciente</b>	No se especifica
<b>cambios estructurales tendón</b>	Ecografía
<b>ACTIVACIÓN MUSCULAR</b>	Electromiografía

## 6. RESULTADOS

Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión y la lectura de los 42 artículos preseleccionados, finalmente se han analizado 25 artículos. De estos, 5 artículos estudiaban el efecto de los ejercicios isométricos y los 20 restantes, se referían al efecto de los ejercicios excéntricos. La mayoría de los estudios analizados eran ensayos clínicos aleatorizados, revisiones narrativas, comentarios clínicos, casos clínicos, tal y como se muestra en la tabla 7.

En relación con los ejercicios isométricos, los cinco artículos estudiaban el dolor y la función, utilizando las escalas: VISA y VAS. Cabe destacar que todos los estudios se realizaron en poblaciones muy similares: todos eran deportistas (jugadores de baloncesto y voleibol) y con un rango de edad semejante. Los 5 estudios mostraron fundamentalmente dos hallazgos: resaltaban el efecto analgésico de los ejercicios isométricos, así como el aumento de función que estos provocaban como consecuencia de la reducción del dolor.

En cuanto a los 20 artículos sobre los ejercicios excéntricos estudiaban diferentes variables: el dolor y la función (valorados con las escalas-son escalas VISA, VAS y Tegner Activity Scale), los cambios estructurales en el tendón (valorados mediante el empleo de la ecografía), la activación muscular (utilizando la electromiografía como medio de medida de tal activación), y por último, la satisfacción del paciente (para esta valoración, no se utilizó sin utilizar ninguna escala específica, ya que se basaban en el grado de adherencia al estudio). En cuanto a las variables estudiadas, 19 de los artículos estudiaban el dolor y la función, 7 los cambios estructurales en el tendón, 2 la activación muscular y 4 la satisfacción del paciente. Referente a la población de estudio, cabe destacar que las muestras eran poco homogéneas con diferentes rangos de edad y diferente nivel de actividad física de los sujetos (deportistas y población común)

De los 20 estudios que analizan el dolor y la función, 14 de ellos muestran que se produce un aumento de la función y una reducción del dolor. Sólo uno de ellos, Sosa et al (2014) no llega a ningún resultado claro (20). Los estudios que analizan los cambios estructurales coinciden en que se produce una reducción del grosor del tendón, un aumento de la síntesis de colágeno tipo I y una reducción de la neovascularización. Los dos estudios que analizan la activación muscular coinciden en mostrar, que con los ejercicios excéntricos se produce una mayor activación muscular. Finalmente, en 3 de los 4 estudios que analizaban la satisfacción del paciente, muestran que se produce un aumento de la misma, contrariamente a lo mostrado por Ram et al (2013) donde se informa de una reducción.

Todos los estudios que se han analizado se centraban en dos tipos de tendinopatías: la tendinopatía rotuliana y la tendinopatía aquilea.

Finalmente, es necesario añadir, que ninguno de los estudios comparaban ejercicios isométricos con excéntricos. Así, de los 5 estudios referidos a ejercicios isométricos, 3 de ellos hacían comparación con los ejercicios isotónicos. En cuanto a los 20 estudios que investigaban los ejercicios excéntricos, 3 de ellos los comparaban con ejercicios concéntricos, y otros 2 añadían un tratamiento adicional con estiramientos.

Tabla 7. Resultados

TÍTULO	AUTOR	AÑO	TIPO DE ESTUDIO	POBLACIÓN DE ESTUDIO	TIPO DE EJERCICIO	VARIABLES	HALLAZGOS ENCONTRADOS
“Isometric contraction are more analgesic than isotonic contractions for patellar tendon pain: an i-season randomized clinical trial”	Rio, E. Van Ark, M. Docking S. Mosely, GH. Kidgell, D.	2016	Ensayo clínico aleatorizado	Jugadores de baloncesto y voleibol N=29 (mayores de 16 años)	Isométricos, comparados con isotónicos	(Tendón rotuliano) Dolor y función (VISA-P) SLDS (NRS)	Reducción del dolor y aumento de la función. Reducción del dolor en SLDS.
“Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy”	Rio, E. Kidgell, D. Purman, C. Gaida, J. Moseley, GH.	2015	Ensayo cruzado aleatorizado	Jugadores de voleibol N=6 (18-40 años)	Isométricos, comparados con isotónicos.	(Tendón rotuliano) Dolor y función (VISA-P) SLDS (NRS)	Reducción del dolor y aumento de la función. Reducción del dolor en SLDS.
“Do isometric and isotonic exercise programs reduce pain in athletes with patellar tendinopathy in-season? A randomised clinical trial”	Van Ark, M. Cook, JL. Docking, SI. Zwerver, J. Gaida, J.	2016	Ensayo clínico aleatorizado	Jugadores de baloncesto y voleibol N= 29 (16-32 años)	Isométricos, comparado con isotónicos.	(Tendón rotuliano) SLDS (NRS) Dolor y función (VISA-P)	Reducción del dolor y aumento de la función. Reducción del dolor en SLDS.
“Isometrics for tendon pain”	Rio, E et al	2016	Artículo de revista		Isométricos	Dolor y función	Reducción del dolor y aumento de la función.
“Clinical implementation of isometric exercise for patellar tendinopathy is it a succesful on the road”	Rio, E. Purdam, C. Cook, J.	2014	Ensayo clínico aleatorizado	Jugadores de fútbol y bádmin-ton N=6	Isométricos No tratamiento de comparación	(Tendón rotuliano) SLDS (NRS) Dolor y función (VISA-P)	Reducción del dolor y aumento de la función. Reducción del dolor en SLDS

Tabla 7. Resultados (continuación)

TÍTULO	AUTOR	AÑO	TIPO DE ESTUDIO	POBLACIÓN DE ESTUDIO	TIPO DE EJERCICIO	VARIABLES	HALLAZGOS ENCONTRADOS
“Comparing two eccentric exercise programmes for the management of Achilles tendinopathy. A pilot trial”	Dimitrios, S. Manias, P.	2013	Ensayo clínico piloto	Población común N= 41 (35-55 años)	Excéntricos, comparados con excéntricos y estiramientos	(Tendón de Aquiles)  Dolor y función (VISA-A) Satisfacción paciente.	Reducción del dolor y aumento de la función. Aumento de la satisfacción del paciente.
“Tendon structure's lack of relation to clinical outcome after eccentric exercises in chronic midportion Achilles tendinopathy ”	De Vos, R.J. Heijboer, MP. Weinans, H. Verhaar, J. Van Schie, J.	2012	Ensayo clínico prospectivo	No especifica tipo de población ni edad N=25	Excéntricos	(Tendón de Aquiles)  Dolor y función (VISA-A) Cambios en la estructura del tendón (Ecografía) Satisfacción del paciente	Reducción del dolor y aumento de la función. Aumento de la síntesis de colágeno tipo I. Aumento de la satisfacción del paciente.
“Conservative treatment of subacute proximal hamstring tendinopathy using eccentric exercises performed with a treadmill: a case report”	Cushman, D. Rho, ME.	2015	A case report	Triatleta N=1 (34 años)	Excéntricos	(Tendón de isquiotibiales)  Dolor y función (VISA-H) Dolor (VAS)	Reducción del dolor y aumento de la función.
“Do structural changes (eg, collagen/matrix) explain the response to therapeutic exercises in the tendinopathy: a systematic review”	Drew, BT. Smith, TO. Littlewood, C. Sturrock, B.	2014	Revisión sistemática	Población común N=625 (edad media de 44.2 años)	Excéntricos	Dolor Función Satisfacción del paciente	Reducción del dolor, aumento de la función y de la satisfacción del paciente.



Tabla 7. Resultados (continuación)

TÍTULO	AUTOR	AÑO	TIPO DE ESTUDIO	POBLACIÓN DE ESTUDIO	TIPO DE EJERCICIO	VARIABLES	HALLAZGOS ENCONTRADOS
“The effect of exercise repetition on the frequency characteristic of motor output force: implications for Achilles tendinopathy rehabilitation”	Grigg, NL. Wearing, SC. O’Toole, JM. Smeathers, JE.	2014	Estudio controlado longitudinal	Población común N= 9 (48,2 ±3,8 años)	Excéntricos	(Tendón de Aquiles)  Amplitud de movimiento. Fuerza del tríceps sural	Aumento de la amplitud y aumento de la fuerza.
“Neovascularit y in patellar tendinopathy and the response to eccentric training: a case report”	McCreesh, KM. Ther, M.	2013	Caso clínico	Jugador de fútbol N=1 (34 años)	Excéntricos	(Tendón rotuliano)  Dolor y función (VISA-P) Dolor (VAS) Cambios estructurales: Espesor y neovascularización (Ecografía)	Reducción del dolor y aumento de la función. Disminución del espesor del tendón y de la neovascularización.
“The limited effectiveness of a home-based eccentric training for treatment of achilles tendinopathy”	Ram, R. Meeuwisse, W. Patel, C. Wiseman, DA. Wilye, JP.	2013	Ensayo clínico aleatorizado	Población normal N= 20 (adultos mayores de 18 años)	Excéntricos	(Tendón de Aquiles)  Dolor y función (VISA-A) Dolor (VAS) Función (Tegner Activity Scale). Satisfacción del paciente.	Reducción del dolor, aumento de la función. Reducción de la satisfacción de los pacientes (2/10)
“Comparing the effects of eccentric training with eccentric training and static stretching exercises in the treatment of patellar tendinopathy. A controlled clinical trial”	Dimitrios, S. Pantelis, M. Kalliopi, S.	2012	Ensayo controlado monocentral	Población normal N=43 (18-30 años)	Excéntricos, comparados con excéntricos y estiramientos	(Tendón rotuliano)  Dolor y función (VISA-P)	Reducción del dolor y aumento de la función.

Tabla 7. Resultados (continuación)

TÍTULO	AUTOR	AÑO	TIPO DE ESTUDIO	POBLACIÓN DE ESTUDIO	TIPO DE EJERCICIO	VARIABLES	HALLAZGOS ENCONTRADOS
“Eccentric or concentric for the treatment of tendinopathy?”	Couppé, C. Svensson, RB. Silbernagel, KG. Langberg, H. Magsusson, SP.	2015	Comentario clínico		Excéntricos, comparados con concéntricos	Dolor y función	Reducción del dolor y aumento de la función.
“Eccentric exercise: acute and chronic effects on healthy and diseased tendons”	Kjaer, M. Heinemeier, KM.	2014	Revisión narrativa		Excéntricos	Dolor y función	Reducción del dolor y aumento de la función.
“Eccentric exercise in treatment of patellar tendinopathy in high level basketball players. A randomized clinical trial”	Sosa, C. Lorenzo, A. Jiménez, SL. Bonfati, N.	2014	Ensayo clínico aleatorizado	Jugadores de baloncesto N=6 (no especifican edad)	Excéntricos	(Tendón rotuliano) Dolor y función (VISA-P) Dolor (VAS)	No hubo mejoría ni en el dolor ni en la función.
“Comparison of lower limb muscle activity during eccentric and concentric exercises in runners with achilles tendinopathy”	Yu, J et al	2014	Estudio transversal a simple ciego	Población común N=18 (26,22 ± 4,14 años)	Excéntricos, comparados con concéntricos	(Tendón de Aquiles) Activación muscular (EMG)	Mayor activación muscular con ejercicios concéntricos que con excéntricos.
“Increased patellar tendon microcirculation and reduction of tendon stiffness following knee extension eccentric exercise”	Yin, NH. Chen, WS. Wu, YT. Shih, TT. Rolf, C. Wang, HK.	2014	Ensayo controlado	Algunos jugadores de tenis, otros no deportistas. N= 39 (22 ± 2,1 años)	Excéntricos	(Tendón rotuliano) Cambios estructurales en el tendón: rigidez	Reducción de la rigidez del tendón en el grupo de los deportistas.

Tabla 7. Resultados (continuación)

TÍTULO	AUTOR	AÑO	TIPO DE ESTUDIO	POBLACIÓN DE ESTUDIO	TIPO DE EJERCICIO	VARIABLES	HALLAZGOS ENCONTRADOS
“Tratamiento fisioterápico en la tendinopatía crónica de Aquiles: revisión bibliográfica”	Balado Iglesias, E. Rodríguez-Fuentes, G.	2012	Revisión narrativa		Excéntricos	(Tendón de Aquiles) Dolor y función	Reducción del dolor y aumento de la función.
“Why are eccentric exercises effective for achilles tendinopathy?”	O’Neil, S. Watson, P.J. Barry, S.	2015	Comentario clínico		Excéntricos	(Tendón de Aquiles)	Disminución de la neovascularización y reducción del dolor.
“Clinical commentary of the evolution of the treatment for chronic painful mid-portion achilles tendinopathy”	Alfredson, H.	2015	Comentario clínico		Excéntricos	(Tendón de Aquiles) Cambios estructurales	Pacientes con tendinopatía crónica, tiene pocos nervios en la zona del tendón lesionado. Se encuentran lateral al tendón.
“Quantification of internal stress-strain fields in human tendon: unraveling the mechanisms underlying regional tendon adaptations and maladaptations to mechanical loading and the effectiveness of therapeutic eccentric exercise”	Maganaris, CN. Chatzistergos, P. Reeves, ND. Narici, MV.	2017	Revisión narrativa		Excéntricos	Cambios estructurales en el tendón	Aumento de la síntesis de colágeno tipo I. Reducción del grosor del tendón, lo que conduce a un aumento de las fuerzas de compresión entre las fibras de colágeno.

Tabla 7. Resultados (continuación)

TITULO	AUTOR	AÑO	TIPO DE ESTUDIO	POBLACIÓN DE ESTUDIO	TIPO DE EJERCICIO	VARIABLES	HALLAZGOS ENCONTRADOS
“Eccentric training for treatment of tendinopathy”	Murtaugh, B. Ihm, JM.	2013	Revisión narrativa		Excéntricos	Dolor Cambios estructurales en el tendón	Reducción del dolor. Disminución de la vascularización. Aumento de la síntesis de colágeno tipo I.
“Physical therapies for achilles tendinopathy: systemic review and meta-analysis”	Susmilch-Leitch, SP. Collins, NJ. Bialocerkowski, AE. Warden, JS. Crossley, KM	2012	Revisión sistemática. Meta-análisis.		Excéntricos	(Tendón de Aquiles) Dolor y función	Reducción del dolor y aumento de la función.
“Achilles tendinopathy has an aberrant strain response to eccentric exercise”	Grigg, NL. Wearing, S. Smeathers, J.	2012		N=11 (48±3,8 años)	Excéntricos	(Tendón de Aquiles) Dolor y función (VISA-A) Cambios estructurales en el tendón (ecografía)	Reducción del dolor y aumento de la función. Disminución del grosor del tendón.

## 7. DISCUSIÓN

En esta revisión bibliográfica se incluyeron 25 estudios con un total de 1478 pacientes, entre los cuáles había tanto deportistas como población no deportista, con el fin de comparar qué tipo de ejercicios, si los excéntricos o los isométricos, son mejores para el tratamiento de las tendinopatías, en este caso, las tendinopatías de miembro inferior.

En primer lugar, en relación con el primer objetivo de este trabajo, que pretendía establecer los efectos de un ejercicio excéntrico en un tendón con patología se han analizado un total de 20 artículos con diferentes variables de estudio.

De los 14 estudios (20–33) que analizaron las variables de dolor y función, 13 de ellos encontraron una disminución del dolor y un aumento de la función. Para ello se utilizaron diversas escalas: VISA, VAS y Tegner Activity Scale. Sólo Sosa et al (2014) (20) no encontraron ninguna mejoría en su población de estudio. Esto se puede deber a que el resto de trabajos, excepto los de Dimitrios, S et al (2012, 2013) (21,22) utilizaron el protocolo de excéntricos Alfredson. En este protocolo, los pacientes realizaban los ejercicios excéntricos durante 12 semanas consecutivas, dos veces al día los siete días de la semana y 3 series de 15 repeticiones. Los pacientes debían soportar dolor, siempre que este fuese leve y en ningún momento incapacitante. Se podía ir añadiendo carga progresivamente para aumentar la intensidad del ejercicio (33). A diferencia de los trabajos anteriores, Sosa et al (2014) (20) y Dimitrios, S et al (2012, 2013) (21,22) realizaron programas de excéntricos con una duración de 4 semanas.

La satisfacción del paciente con los ejercicios excéntricos fue analizada en cuatro estudios (21,23,25,27). En todos hubo un aumento de la satisfacción del paciente, excepto en el estudio de Ram, R et al (2013) (27). Esto puede ser consecuencia de que de los 20 pacientes del estudio, sólo 3 pudieron realizar el programa completo, porque en los 17 restantes el dolor era alto, aunque tras la realización de los ejercicios excéntricos durante las 12 semanas este disminuyó.

Los cambios estructurales que se producen en el tendón con los ejercicios excéntricos fue estudiada en 7 artículos. Este tipo de ejercicios aumentan la síntesis de colágeno tipo I (23,33,34) y como consecuencia se produce un aumento de la fuerza de contracción de las fibras de colágeno (34). Ocurre también una disminución de la neovascularización del tendón (26,32,33), una reducción del grosor del mismo (26,32) así como una disminución de la rigidez (35) y de la inervación (36).

Para finalizar con las variables de estudio de los ejercicios excéntricos, hay dos que han analizado la implicación que tienen en relación con la activación muscular (37) y también con la amplitud de movimiento (38). Grigg et al (2012) determinan que se produce un aumento tanto de la activación muscular como de la amplitud articular (38), pero sólo utilizan ejercicios excéntricos. Yu, J et al (2014) comparan ejercicios excéntricos con concéntricos y llegan a la conclusión de que esa activación es mayor en los ejercicios concéntricos (37).

Se llevan a cabo dos estudios sobre los excéntricos comparando un programa de excéntricos de cuatro semanas de duración con otros en el que además de los ejercicios excéntricos se realizan también estiramientos. En ambos grupos existe una mejoría de los pacientes, pues hay una reducción del dolor, un aumento de la función y un aumento de la satisfacción del paciente, aunque se determina que los efectos son mayores cuando se combina el programa de excéntricos con uno de estiramientos (21,22).

A continuación, en relación con el segundo objetivo cuyo fin era establecer los efectos de los ejercicios isométricos en un tendón con patología, todos los artículos que hemos analizado llegaban a la conclusión que provocaban una disminución inmediata del dolor, disminución que se mantenía unos 45 minutos (11,39–42). El efecto de los isométricos después de este período de tiempo no fue estudiado, por lo que sería interesante investigarlo en próximos estudios. Los isométricos provocan una disminución del dolor que conduce a una mejora de la función.

Finalmente, en cuanto al tercer objetivo que pretende determinar qué tipos de ejercicios son mejores para el tratamiento de las tendinopatías, en función de la fase en la que estas se encuentren, se ha encontrado un vacío de información acerca de qué tipos de ejercicios, excéntricos o isométricos, son los recomendados para las diferentes fases de las tendinopatías. Lo que sí se ha encontrado es que todos los estudios que hablan de ejercicios excéntricos los vinculan a tendinopatías crónicas, mientras que los estudios que hablan de ejercicios isométricos no especifican en que fase (reactiva o degenerativa) se encuentra la tendinopatía. Como consecuencia de la metodología de los estudios analizados, no se puede extraer una conclusión ya que no especifican la fase de la tendinopatía.

A la vista de los estudios analizados no se puede determinar qué ejercicios son mejores para el tratamiento de las tendinopatías de miembro inferior en función de la fase en la que estas se encuentren, si los excéntricos o los isométricos. A pesar de esto, sí se ha visto que ambos provocan una disminución del dolor del paciente. Los isométricos producen una analgesia inmediata, que se prolonga unos 45 minutos, mientras que los ejercicios excéntricos son relativamente dolorosos al principio (aunque nunca deben ser incapacitantes) y tras un período de tiempo se reduce ese dolor. En ambos casos, como consecuencia de esa disminución del dolor, hay un aumento de la función.

También, en algunos estudios tanto de ejercicios excéntricos como de isométricos se analiza el grado de satisfacción del paciente, que suele aumentar con ambos tipos de ejercicios.

Cabe mencionar que en el 2017, Maganaris et al establece una nueva línea de investigación entorno a que el entrenamiento de resistencia con contracciones de alta intensidad aplicadas lentamente a lo largo del rango fisiológico del movimiento articular es igual de efectivo que los ejercicios excéntricos en términos de reducción del dolor en los pacientes y mejora de la función. La efectividad del ejercicio no sólo depende del tipo de contracción sino también de la intensidad y la velocidad de la contracción muscular y del rango articular realizado (34).

En cuanto a las limitaciones de este estudio, podemos destacar que que no se encontró ningún estudio que comparase directamente a los ejercicios excéntricos con los isométricos. Se comparaban los excéntricos con los concéntricos (28,37) e incluso con estiramientos (21,22) y los ejercicios isométricos con los ejercicios isotónicos (11,39,40), pero en ninguno excéntricos e isométricos. Otra limitación, es que el volumen de estudios de ejercicios excéntricos era muy superior al de ejercicios isométricos, por lo tanto no había la misma cantidad de información en ambos casos. Además, las variables de estudio no eran las mismas en los artículos de excéntricos que en los de isométricos. En los estudios de ejercicios isométricos se analizaba dolor, función y satisfacción del paciente; mientras que en los de ejercicios excéntricos se analizaban otras como los cambios estructurales que se producen en el tendón o la activación muscular. Otra limitación es que la población de estudio no es semejante, pues el rango de edad es amplio y además incluye a población deportista y población no deportista.

En cuanto a las recomendaciones, son necesarios futuros estudios que se centren en determinar qué ejercicios son mejores en función de la fase, no centrándose solo en ejercicios excéntricos e isométricos, sino también, por ejemplo, en ejercicios concéntricos; así como también estudios que especifiquen en que fase (reactiva o degenerativa) se encuentra la tendinopatía.

## 8. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en la presente investigación, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Debido a la metodología aplicada en los diferentes estudios, es difícil extraer una conclusión acerca de cuáles son los ejercicios más efectivos para el tratamiento de las tendinopatías del miembro inferior.
- Un ejercicio excéntrico conduce a una disminución del dolor y a un aumento de la función de los pacientes, así como a un incremento de la síntesis de colágeno tipo I y a una reducción del grosor y de la rigidez del tendón, de la neovascularización y de la inervación.
- Un ejercicio isométrico conduce a una disminución inmediata del dolor, que se prolonga hasta 45 minutos, y también a un aumento de la función del paciente.
- Es difícil establecer qué tipo de ejercicio es mejor en función de la fase en la que se encuentren las tendinopatías debido a la metodología aplicada en los diferentes estudios analizados.



## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Burgos Rodríguez R. Metodología de investigación y escritura científica en clínica. 2ª edición. Granada: Escuela Andaluza de Salud Pública; 1996.
2. Polit D, Hungler B. Investigación científica en ciencias de la salud. 6ª edición. México DF: McGrawHill; 2000.
3. Docheva D, Müller SA, Majewski M, Evans CH. Biologics for tendon repair. *Adv Drug Deliv Rev* [Internet]. 2015 Apr [cited 2017 Mar 18];84:222–39. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25446135>
4. Liu Y, Ramanath HS, Wang D-A. Tendon tissue engineering using scaffold enhancing strategies. *Trends Biotechnol* [Internet]. 2008 Apr [cited 2017 Apr 4];26(4):201–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18295915>
5. Wang JH-C, Guo Q, Li B. Tendon biomechanics and mechanobiology-a mini-review of basic concepts and recent advancements. *J Hand Ther* [Internet]. 2012 [cited 2017 Apr 3];25(2):133–40; quiz 141. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21925835>
6. Jurado A, Medina I. Tendón: valoración y tratamiento en fisioterapia. Badalona: Paidotribo; 2008.
7. Tendon trauma and overuse injuries. In: *Sports - Induced Inflammation. Symposium: American Orthopaedic Society for Sports Medicine*; 1990. p. 609–18.
8. Cook JL, Purdam CR. Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy. *Br J Sports Med* [Internet]. 2009 Jun 1 [cited 2017 Apr 3];43(6):409–16. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18812414>
9. Albers IS, Zwerver J, Diercks RL, Dekker JH, Van den Akker-Scheek I. Incidence and prevalence of lower extremity tendinopathy in a Dutch general practice population: a cross sectional study. *BMC Musculoskelet Disord* [Internet]. 2016 Dec 13 [cited 2017 Apr 4];17(1):16. Available from: <http://www.biomedcentral.com/1471-2474/17/16>
10. Cook JL, Rio E, Purdam CR, Docking SI. Revisiting the continuum model of tendon pathology: what is its merit in clinical practice and research? *Br J Sports Med* [Internet]. 2016 Oct [cited 2017 Apr 5];50(19):1187–91. Available from:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27127294>

11. Van Ark M, Cook JL, Docking SI, Zwerver J, Gaida JE, van den Akker-Scheek I, et al. Do isometric and isotonic exercise programs reduce pain in athletes with patellar tendinopathy in-season? A randomised clinical trial. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2016 Sep [cited 2017 Apr 18];19(9):702–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26707957>
12. Gutiérrez AJ. Nuevas dimensiones en el entrenamiento de la fuerza: aplicación de nuevos métodos, recursos y tecnologías. Barcelona: INDE; 2008.
13. Brown LE. Entrenamiento de la fuerza. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2008.
14. Vladimir P, Marina B. La preparación física. 4ª. Barcelona: Paidotribo; 2001.
15. Langberg H, Ellingsgaard H, Madsen T, Jansson J, Magnusson SP, Aagaard P, et al. Eccentric rehabilitation exercise increases peritendinous type I collagen synthesis in humans with Achilles tendinosis. *Scand J Med Sci Sport* [Internet]. 2006 Jun 19 [cited 2017 Apr 17];0(0):061120070736030–??? Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16787448>
16. Ohberg L, Lorentzon R, Alfredson H. Neovascularisation in Achilles tendons with painful tendinosis but not in normal tendons: an ultrasonographic investigation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* [Internet]. 2001 Jul [cited 2017 Apr 17];9(4):233–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11522081>
17. Woodley BL, Newsham-West RJ, David Baxter G, Woodley B. Chronic tendinopathy: effectiveness of eccentric exercise. *Br J Sport Med* [Internet]. 2007 [cited 2017 Apr 17];41:188–99. Available from: <http://bjsm.bmj.com/content/bjsports/41/4/188.full.pdf>
18. O'Neill S, Watson PJ, Barry S. WHY ARE ECCENTRIC EXERCISES EFFECTIVE FOR ACHILLES TENDINOPATHY? *Int J Sports Phys Ther* [Internet]. 2015 Aug [cited 2017 Apr 17];10(4):552–62. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26347394>
19. Rio E, Kidgell D, Purdam C, Gaida J, Moseley GL, Pearce AJ, et al. Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy. *Br J Sports Med* [Internet]. 2015 Oct [cited 2017 Apr 21];49(19):1277–83. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25979840>
20. Sosa C, Lorenzo A, Jiménez SL, Bonfanti N. Eccentric exercise in treatment of patellar tendinopathy in high level basketball players. A randomized clinical trial. *Cult Cienc y*

Deport. 2014;9(25 SUPPL.).

21. Dimitrios S, Manias P. Comparing two eccentric exercise programmes for the management of Achilles tendinopathy. A pilot trial. *J Bodyw Mov Ther* [Internet]. 2013 Jul [cited 2017 Apr 27];17(3):309–15. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23768274>
22. Dimitrios S, Pantelis M, Kalliopi S. Comparing the effects of eccentric training with eccentric training and static stretching exercises in the treatment of patellar tendinopathy. A controlled clinical trial. *Clin Rehabil* [Internet]. 2012 May [cited 2017 Apr 27];26(5):423–30. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21856721>
23. de Vos RJ, Heijboer MP, Weinans H, Verhaar J AN, van Schie J TM. Tendon structure's lack of relation to clinical outcome after eccentric exercises in chronic midportion Achilles tendinopathy. *J Sport Rehabil* [Internet]. 2012 Feb [cited 2017 Apr 27];21(1):34–43. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22100744>
24. Cushman D, Rho ME. Conservative Treatment of Subacute Proximal Hamstring Tendinopathy Using Eccentric Exercises Performed With a Treadmill: A Case Report. *J Orthop Sport Phys Ther* [Internet]. 2015 Jul [cited 2017 Apr 27];45(7):557–62. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25996362>
25. Drew BT, Smith TO, Littlewood C, Sturrock B. Do structural changes (eg, collagen/matrix) explain the response to therapeutic exercises in tendinopathy: a systematic review. *Br J Sports Med* [Internet]. 2014 Jun [cited 2017 Apr 27];48(12):966–72. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23118117>
26. McCreesh KM, Riley SJ, Crotty JM. Neovascularity in patellar tendinopathy and the response to eccentric training: A case report using Power Doppler ultrasound. *Man Ther* [Internet]. 2013 Dec [cited 2017 Apr 27];18(6):602–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23022320>
27. Ram R, Meeuwisse W, Patel C, Wiseman DA, Wiley JP. The limited effectiveness of a home-based eccentric training for treatment of Achilles tendinopathy. *Clin Invest Med* [Internet]. 2013 Aug 1 [cited 2017 Apr 27];36(4):E197-206. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23906491>
28. Couppé C, Svensson RB, Silbernagel KG, Langberg H, Magnusson SP. Eccentric or concentric exercises for the treatment of tendinopathies? *J Orthop Sports Phys Ther*. 2015;45(11).

29. Kjaer M, Heinemeier KM. Eccentric exercise: Acute and chronic effects on healthy and diseased tendons. *J Appl Physiol*. 2014;116(11).
30. Balado Iglesias E, Rodríguez-Fuentes G. Physiotherapy treatment for chronic Achilles tendinopathy: A bibliographic review | Tratamiento fisioterápico en la tendinopatía crónica de Aquiles: Revisión bibliográfica. *Fisioterapia*. 2012;34(6).
31. Susmilch-Leitch SP, Collins NJ, Bialocerkowski AE, Warden SJ, Crossley KM. Physical therapies for Achilles tendinopathy: systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res* [Internet]. 2012 Dec 2 [cited 2017 Apr 30];5(1):15. Available from: <http://jfootankleres.biomedcentral.com/articles/10.1186/1757-1146-5-15>
32. GRIGG NL, WEARING SC, SMEATHERS JE. Achilles Tendinopathy Has an Aberrant Strain Response to Eccentric Exercise. *Med Sci Sport Exerc* [Internet]. 2012 Jan [cited 2017 Apr 27];44(1):12–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21659896>
33. Murtaugh B, M. Ihm J. Eccentric Training for the Treatment of Tendinopathies. *Curr Sports Med Rep* [Internet]. 2013 [cited 2017 Apr 30];12(3):175–82. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00149619-201305000-00013>
34. Maganaris CN, Chatzistergos P, Reeves ND, Narici M V. Quantification of Internal Stress-Strain Fields in Human Tendon: Unraveling the Mechanisms that Underlie Regional Tendon Adaptations and Mal-Adaptations to Mechanical Loading and the Effectiveness of Therapeutic Eccentric Exercise. *Front Physiol* [Internet]. 2017 Feb 28 [cited 2017 Apr 30];8. Available from: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fphys.2017.00091/full>
35. Yin N-H, Chen W-S, Wu Y-T, Shih TT, Rolf C, Wang H-K. Increased patellar tendon microcirculation and reduction of tendon stiffness following knee extension eccentric exercises. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2014;44(4).
36. Alfredson H. Clinical commentary of the evolution of the treatment for chronic painful mid-portion Achilles tendinopathy. *Brazilian J Phys Ther* [Internet]. 2015 Oct [cited 2017 Apr 30];19(5):429–32. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-35552015000500429&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-35552015000500429&lng=en&nrm=iso&tlng=en)
37. Yu J. Comparison of lower limb muscle activity during eccentric and concentric

- exercises in runners with achilles tendinopathy. *J Phys Ther Sci*. 2014;26(9).
38. Grigg NL, Wearing SC, O’Toole JM, Smeathers JE. The effect of exercise repetition on the frequency characteristics of motor output force: Implications for Achilles tendinopathy rehabilitation. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2014 Jan [cited 2017 Apr 27];17(1):13–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23642963>
  39. Rio E, van Ark M, Docking S, Moseley GL, Kidgell D, Gaida JE, et al. Isometric Contractions Are More Analgesic Than Isotonic Contractions for Patellar Tendon Pain: An In-Season Randomized Clinical Trial. *Clin J Sport Med*. 2016;
  40. Rio E, Kidgell D, Purdam C, Gaida J, Moseley GL, Pearce AJ, et al. Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy. *Br J Sports Med* [Internet]. 2015 Oct [cited 2017 Apr 27];49(19):1277–83. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25979840>
  41. Rio E, Purdam C, Cook J. Clinical implementation of isometric exercise for patellar tendinopathy: Is it successful on the road? *J Sci Med Sport* [Internet]. 2014 [cited 2017 Apr 27];18. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S144024401400348X>
  42. Rio E. Isometrics for tendon pain: EBSCOhost. *Sport Heal* [Internet]. 2016 [cited 2017 Apr 27];34(1):32–5. Available from: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=11&sid=6e82e7d2-678d-4547-95a8-f5d953bd2e04%40sessionmgr4009&hid=4101&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=s3h&AN=119449145>