



ESCUELAS UNIVERSITARIAS
GIMBERNAT-CANTABRIA

**FACTORES DE RIESGO BIOMECÁNICOS PARA
DESARROLLAR TENDINOPATÍA AQUÍLEA EN
CORREDORES – REVISIÓN SISTEMÁTICA**

**BIOMECHANICAL RISK FACTORS FOR THE
DEVELOPMENT OF ACHILLES
TENDINOPATHY IN RUNNERS – SYSTEMATIC
REVIEW**

AUTOR: JORGE CONDE MUELA

DIRECTOR: EVA DE LOS RIOS RUIZ

FECHA: 23/04/2024

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA

Declaración de Autoría y Originalidad del Trabajo Fin de Grado

La presente declaración deberá ser firmada por el director/a y el alumno/a del Trabajo Fin de Grado, con el objetivo de comprender y comprometerse tanto en la autoría como en la originalidad del TFG realizado. El término “original” queda referido a que en ningún caso pueda ser un trabajo plagiado, en conjunto o en parte, ni presentado con anterioridad por el alumno en ninguna otra asignatura. Se deberán citar las fuentes utilizadas y ser debidamente recogidas en la bibliografía.

Y en relación a lo anterior, yo, Jorge Conde Muela alumno del Grado en Fisioterapia de las Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria, en relación con el Trabajo Fin de Grado presentado para su defensa y evaluación el Curso 2023/2024 declaro que asumo la originalidad del TFG que lleva por título;

Factores de riesgo biomecánicos para desarrollar tendinopatía aquílea en corredores – Revisión sistemática

Y asimismo declaro que depositando este TFG (Trabajo Fin de Grado) y firmando el presente documento confirmo que;

- Este TFG es original y he citado las fuentes de información debidamente
- En relación a la autoría del TFG, asumo que la autoría es compartida; alumno/a y Director/a
 - Si tuviera la oportunidad de presentar este trabajo bien sea mediante una comunicación o poster en un Congreso u otro tipo de evento, siempre me comprometeré a; o Pedir autorización al Director de mi TFG para su presentación
 - o Informar al SUIGC (Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria, suigc@eug.es)
 - o Hacer figurar tanto el nombre del Director como hacer referencia a que “El presente trabajo forma parte del TFG realizado en las Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria)

Yo Eva De Los Ríos Ruiz Directora del TFG del alumno Jorge Conde Muela con el título anteriormente descrito, firmando el presente documento me comprometo a;

- Si quisiera publicar o utilizar datos del TFG siempre pediré autorización al alumno/a
- Haré referencia a que el presente trabajo forma parte del TFG realizado en la Escuela Universitaria Gimbernat Cantabria
- Siempre haré figurar el nombre del alumno/a en el mismo y el nombre de la Escuela
- Informar al SUIGC (Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria, suigc@eug.es)

Y para que así conste, con fecha 24 del mes mayo del año 2024

FDO; Directora del TFG

Eva De Los Ríos Ruiz

FDO; Alumno del TFG

Jorge Conde Muela

ÍNDICE

Abreviaturas.....	4
Lista de tablas/Figuras.....	5
Resumen/Abstract.....	6
Introducción.....	8
Material y métodos.....	12
Criterios de inclusión.....	12
Criterios de exclusión.....	14
Estrategia de búsqueda.....	15
Resultados.....	24
Discusión.....	30
Conclusión.....	33
Anexos.....	34
Bibliografía.....	36

ABREVIATURAS

- Tendinopatía aquílea: **TA**
- Tríceps sural: **TS**
- Sóleo: **SOL**
- Criterios de inclusión: **CI**
- Criterios de exclusión: **CE**
- Gastrocnemio medial: **GM**
- Gastrocnemio lateral: **GL**
- Factores de riesgo: **FR**
- Flexión plantar: **FP**
- Tendinopatía porción media: **TAPM**
- Tendinopatía insercional: **TI**
- Tendinopatía no insercional: **TNI**
- Unidades motoras: **UM**
- Patrón de pisada: **PP**
- Fuerza de impulso: **vGRF**
- Fuerza de reacción del suelo: **GRF**
- Promedio de impacto vertical: **VALR**
- Carga instantánea vertical: **VILR**
- Stiffness: **VSIL**
- Alineación del antepié: **SFA**
- Rotación interna: **RI**
- Rotación externa: **RE**
- Grupo corredores con tendinopatía aquílea: **ATG**
- Grupo corredores sanos: **HRG**
- Grupo no corredores: **NRG**
- Inhibición intracortical: **SICI**
- Electromiografía de superficie: **EMGs**
- Estimulación magnética transcraneal: **TMS**
- Potenciales motores evocados: **MEP**
- Test elevación talón: **SLHR**
- Arco plantar: **AC**
- Rango de movimiento: **ROM**
- Coeficiente de variación: **CV**

LISTA DE TABLAS/FIGURAS

TABLAS

- **Tabla 1:** Filtros y términos empleados para la búsqueda bibliográfica
- **Tabla 2:** Resumen búsqueda sistemática
- **Tabla 3:** Evaluación metodológica – Criterios STROBE
- **Tabla 4:** Table resumen resultados

FIGURAS

- Flujograma
- Esquema continuum tendinopatñas

RESUMEN

Introducción: La tendinopatía de Aquiles (TA) es una lesión muy estudiada en el mundo del running debido a su alta incidencia y prevalencia. Su sintomatología se caracteriza por dolor localizado en el tendón de Aquiles, pudiendo aparecer en su inserción o en la parte media, y dificulta o imposibilita la práctica deportiva. Aunque el consenso actual de la TA es que tiene un origen multifactorial de factores de riesgo intrínsecos y extrínsecos, es necesario un estudio particular de los factores biomecánicos, intrínsecos que intervienen en la carrera por su elevada frecuencia en este deporte.

Objetivo: Definir los factores de riesgo relacionados con la biomecánica del corredor y de la carrera para posteriormente poder crear un plan de prevención y reducir las probabilidades de desarrollar esta patología.

Material y métodos: La búsqueda bibliográfica se realizó en las bases de datos MEDLINE, CINAHL y Web Of Science siguiendo los criterios de inclusión y exclusión previamente definidos. Se utilizó la escala STROBE para la evaluar la calidad metodológica llegando a un total de 9 artículos.

Resultados: Dentro de las variables estudiadas en los 9 artículos se encontraron resultados significativamente relevantes entre corredores con y sin TA en cuanto a la fuerza y resistencia muscular, el grado de inhibición intracortical y la cinética de carrera.

Discusión/Conclusión: Relacionando estos resultados con otras publicaciones sobre el tema encontramos que los FR de la TA son valores menores de fuerza y resistencia en tríceps sural, así como mayor inhibición en estos músculos.

Palabras clave: “Aquiles”, “Tendinopatía”, “Running”, “Biomecánica”

ABSTRACT

Introduction: Achilles tendinopathy (TA) is a widely studied injury in the world of running due to its high incidence and prevalence. Its symptoms are characterised by localised pain in the Achilles tendon, which can appear at its insertion or in the middle part, and makes it difficult or impossible to practise sport. Although the current consensus on TA is that it has a multifactorial origin of intrinsic and extrinsic risk factors, a specific study of the biomechanical factors involved in running is necessary due to their high frequency in this sport.

Objective: Define the risk factors related to the biomechanics of the runner and running to subsequently create a prevention plan and reduce the chances of developing this condition.

Material and methods: Bibliographic search was carried out in the MEDLINE, CINAHL and Web Of Science databases following the previously defined inclusion and exclusion criterion. The STROBE scale was used to assess methodological quality, reaching a total of 9 articles.

Results: Among the variables studied in the 9 articles, significantly relevant results were found between runners with and without TA regarding muscle strength and endurance, the degree of inhibition and running kinetics.

Discusión/Conclusión: Relating these results to other publications on the subject, we find that the RF of the TA are lower values of strength and endurance in triceps suralis, as well as greater inhibition in these muscles.

Key words: “Achilles”, “Tendinopathy”, “Running”, “Biomechanics”.

1. INTRODUCCIÓN

La tendinopatía de Aquiles (TA) es una de las lesiones más frecuentes en corredores (1), especialmente en corredores de fondo (2,3) y ultrafondo (4) debido a la gran carga mecánica (5,6) a la que se ve sometido el tendón en este tipo de actividad deportiva y que supone uno de los principales factores de riesgo (FR) para desarrollar una tendinopatía. Aunque es frecuente en deportes de carrera o en actividades con gestos repetitivos de flexión plantar (FP) (7), la población general también es susceptible de desarrollar esta patología (8,9) y supone un grupo relevante, especialmente personas sedentarias que comienzan a realizar ejercicio físico y cuyo tendón de Aquiles carece de adaptación mecánica.

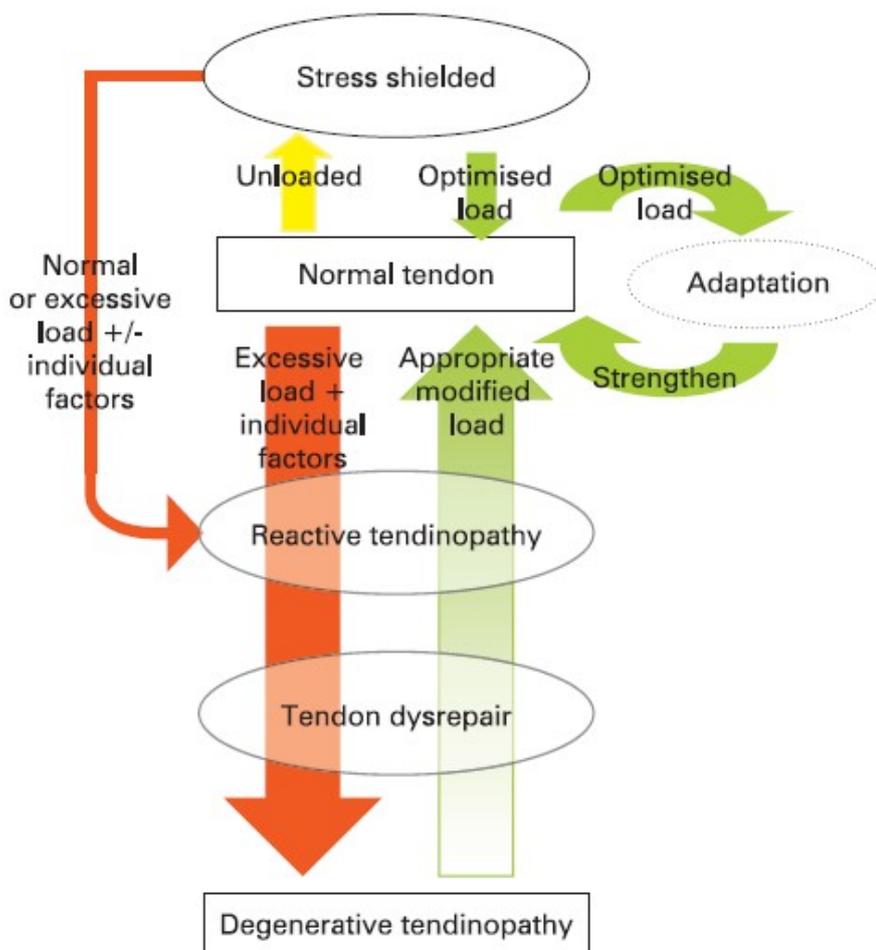
El tendón de Aquiles (10) resulta de la fusión de tres músculos situados en la parte posterior de la pierna: El sóleo (SOL), gastrocnemio y el músculo plantar (11). Estos dos últimos son biarticulares y participan en la flexión de rodilla, pero los tres tienen como función principal la FP de tobillo. Además, tiene continuidad anatómica con la fascia plantar (12). Es el tendón más fuerte del cuerpo humano, y está compuesto por células, como los tenocitos y tenoblastos, y proteínas, principalmente colágeno. En concreto, está formado por un 90% de fibras de colágeno, de las cuales un 95% son de tipo I (10,13), aunque esto varía entre individuos.

Esta lesión se caracteriza por la aparición de dolor en la región del tendón y limitación funcional (14,15), especialmente durante los primeros pasos o carga inicial. Se puede distinguir entre tendinopatía insercional (TI) y no insercional (TNI) (16), siendo esta última la más prevalente (66%) (17,18). Ambas comparten características comunes, aunque difieren en su comportamiento y tratamiento. La TI se encuentra en la entesis, en la tuberosidad posterior del calcáneo. En este tipo de tendinopatía es frecuente la existencia de factores compresivos (19,20) o de fricción a este nivel y está más frecuentemente asociada a personas activas o deportistas (21). Por su parte, la tendinopatía no insercional es aquella que tiene lugar a lo largo del cuerpo del tendón, especialmente entre los 2 y 6 cm de su inserción donde se encuentra la región débil (16) o peor vascularizada que es más susceptible a la lesión.

El concepto de tendinopatía (22) ha pasado por distintas fases o modelos que han intentado explicar la histopatología de la lesión. El marco actual es el modelo del

continuum de Jill Cook (23). Esta teoría describe tres fases en las que el tendón puede fluctuar según la carga (24) y su adaptación (25,26) a la misma, pasando de una a otra en cualquiera de los dos sentidos.

- Tendinopatía reactiva: Se debe a una sobrecarga aguda del tendón (27), o bien un traumatismo directo. Clínicamente aparece dolor y posible inflamación o engrosamiento del tendón.
- Degeneración del tendón: El tendón experimenta un proceso de curación fallido resultado de una sobrecarga crónica para la que el tendón no está adaptado, apareciendo cambios y desorganización en la matriz extracelular.
- Tendinopatía degenerativa: Proceso patológico en el que existen cambios en el colágeno, desorganización de la matriz y neovascularización del tendón por un exceso de carga continuo (28). Cursa con dolor, inflamación y frecuentemente episodios de dolor mal resueltos.



Representación del modelo del Continuum de tendinopatías de Jill Cook (23).

En cuanto a los FR que pueden facilitar el desarrollo de una tendinopatía aquilea, se diferencian dos grupos bien definidos: Factores intrínsecos y factores extrínsecos, aunque en la mayoría de los casos hay una combinación de ambos (19). Los intrínsecos son aquellos que tienen que ver con la fisiología, anatomía y biomecánica propia del individuo, como por ejemplo la edad (29,30), lesiones previas, las características físicas (Movilidad de tobillo, el arco plantar (AC), déficit de fuerza del tríceps sural (TS) o de abductores de cadera, aumento del ángulo Q...)(31,32), o patologías sistémicas como diabetes, inflamación de bajo grado u obesidad (33). Por su parte, los factores extrínsecos son los relacionados con el gesto deportivo y el entrenamiento. Aquí podemos encontrar una carga excesiva, que representa uno de los principales factores para desarrollar una tendinopatía (34), aumentos bruscos del volumen o intensidad de entrenamiento, entrenamiento con desnivel o en distintos tipos de terreno (35,36), mala técnica de carrera o uso de un tipo u otro de zapatillas.

En esta revisión nos centraremos en los FR que tienen que ver con la biomecánica de la carrera y que influyen en el desarrollo de esta patología. Por tanto, se analiza el gesto técnico de la carrera desde la visión neuromusculoesquelética para encontrar asociaciones de riesgo entre las capacidades físicas y aspectos relacionados, tanto con el deportista como con el deporte, y la TA, ignorando aquellos factores extrínsecos y sistémicos que pueden tener influencia sobre esta.

El running es uno de los deportes de moda y uno de los más practicados actualmente. En la carrera hay un gesto repetitivo de FP para avanzar, del cual se encarga principalmente el TS que, dependiendo de la velocidad debe soportar más del doble del peso corporal del individuo en cada zancada. Este factor de carga se hace especialmente evidente en carreras de fondo, ultrafondo y trail, donde los atletas deben recorrer largas distancias repitiendo constantemente este patrón de movimiento. Si los factores intrínsecos del atleta predisponen a un mayor riesgo de sufrir TA, este riesgo se ve incrementado a medida que aumenta el volumen de carga o entrenamiento. Por lo que el desarrollo de esta patología en la mayoría de los casos es una combinación de muchos aspectos.

Se han publicado varias revisiones respecto a este tema centradas tanto en la prevalencia y epidemiología (37,38) de este tipo de lesión como en los FR (39), intrínsecos y extrínsecos, que condicionan esta patología. El objetivo de esta revisión es centrar la atención en descubrir cuáles son los FR para desarrollar TA relacionados con la biomecánica de carrera, debido precisamente a la alta prevalencia en este deporte y la incapacidad funcional (14) que desarrolla en los pacientes para continuar con su vida deportiva. El objetivo secundario es obtener un marco de prevención para reducir el riesgo de TA en esta población.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo esta revisión sistemática, se realizó una revisión de toda la literatura durante los meses de noviembre de 2023 y marzo de 2024, seleccionando estudios observacionales publicados en los últimos cinco años, tanto en inglés como en castellano y que muestren los FR que se relacionan con el desarrollo de TA. La búsqueda se realizó en las bases de datos MEDLINE, CINAHL Y Web Of Science. Todas las búsquedas fueron realizadas de forma reproducible y exhaustiva, utilizando los siguientes CI y CE con el fin de acotar la búsqueda bibliográfica y simplificar el número de artículos para utilizar únicamente aquellos que sirvan para la revisión. Las palabras clave utilizadas en esta primera búsqueda fueron: “Achilles Tendinopathy” AND “Running” OR “Runner”

2.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Para establecer los CI de esta revisión, se ha tenido en cuenta la población de estudio, el tipo de actividad realizada por la población objeto, la patología estudiada en la revisión, el tipo de estudio y la calidad metodológica de los mismos. Estos criterios permiten incluir y seleccionar los artículos tras la búsqueda sistemática para su posterior estudio, por lo que todos deberán cumplir los requisitos que se comentan a continuación.

1) Población de estudio

La población de estudio utilizada engloba a deportistas que practican carrera. En concreto, aquellos que realizan entrenamientos y carreras de fondo, entendiéndose como carreras que superan los 1.500 metros de distancia, y ultrafondo.

2) Participantes incluidos

Se incluyen participantes corredores mayores de 18 años que presenten un diagnóstico de TA, de la porción media o insercional, tanto hombres como mujeres. Como parte de los estudios también pueden participar controles sanos para comparar FR entre los grupos. En los estudios prospectivos, será necesario el diagnóstico de TA durante el desarrollo del mismo para su inclusión.

3) Volumen entrenamiento

Los participantes de los artículos deberán tener una frecuencia de entrenamiento mínima de 2 veces por semana, o bien un volumen de 10 kilómetros semanales.

4) Tipo de estudio

Los estudios utilizados son estudios observacionales, transversales y comparativos entre casos y controles. No se realizan intervenciones que puedan interferir en la exposición habitual del corredor.

Para valorar la calidad de los artículos se utilizan los criterios STROBE. Se establece 14 puntos como valor mínimo necesario para poder incluir el estudio en la revisión sistemática, siendo el máximo 22 puntos. Además, también tendrán que responder afirmativamente a los puntos 1,2,3. (Véase escala en anexo).

5) Fecha de publicación

Se aceptaron estudios publicados en los últimos cinco años, desde 2019 a 2023.

6) Idioma

La revisión incluye literatura publicada sobre el tema en inglés y en castellano.

7) Tamaño muestral

Será un criterio de inclusión para esta revisión que los estudios tengan una muestra mínima de 20 participantes.

8) Patología de estudio

En la revisión se han incluido artículos que estudien la tendinopatía aquilea tanto insercional como de la porción media.

9) Variables

Las variables analizadas en los estudios incluyen FR modificables y no modificables relacionados con la biomecánica.

- Técnica de carrera: Medida en relación a parámetros estándar (PP, cadencia, fuerzas de reacción contra el suelo, tiempo de vuelo...)
- Rango de movilidad del tobillo
- Fuerza muscular
- Tipo de AC
- Grado de activación y coordinación neuromuscular
- Tipo de calzado
- Alineación, congruencia articular

2.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Como CE utilizados para especificar la búsqueda científica se ha atendido a la intervención realizada en el estudio, tipo de población específica, patología y a la relación entre la actividad deportiva específica y la lesión.

1) Intervención

Se excluyen todos aquellos artículos en los que exista alguna intervención por parte del investigador.

2) Población

Se excluyen los artículos cuya población son atletas de velocidad, entendiéndose estas por pruebas de menos de 1500 metros, corredores de Trail running o practican otros deportes como el fútbol en el que también está implicada la carrera. En aquellos estudios en los que se diferencien ambos grupos (velocidad y fondo).

Se rechaza la literatura en la que se incluyen a corredores que acaban de comenzar a practicar dicho deporte. También se descartan los artículos en los que únicamente se analiza individuos de un mismo género.

3) Relación con temática de estudio

En la búsqueda de artículos, se excluyeron todos aquellos resultados que no tenían relación directa con la pregunta de estudio (Factores de riesgo biomecánicos para desarrollar TA en corredores) y/o no tenían relevancia para la revisión.

4) Sintomatología

Se excluyen artículos en los que se analiza a pacientes con evidencia de alteraciones en la estructura del tendón de Aquiles sin sintomatología.

5) Variables

Se eliminan artículos que analizan la influencia de la edad, factores metabólicos, sistémicos, inflamatorios. No serán objeto de revisión los estudios que valoren factores extrínsecos como el volumen de entrenamiento, las lesiones previas y el tipo de terreno. En aquellos estudios en los que se analizan conjuntamente estos FR, únicamente se tendrán en cuenta aquellos relacionados con la biomecánica.

6) Tipo de calzado

Aquellos estudios en los que se comparan las estrategias de carrera utilizando un calzado minimalista quedan desechados.

7) Patología

Se eliminan todos los artículos que traten sobre otras patologías distintas a la TA como roturas de tendón, calcificaciones o otras lesiones. También se desechan todos los estudios en los que analicen lesiones en el tobillo, sin un diagnóstico específico de TA. Aquellos que incluyan población afectada de varias patologías, incluyendo la TA, únicamente se tendrá en cuenta esta última.

2.3. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

2.3.1. BÚSQUEDA INICIAL

La metodología de búsqueda de esta revisión comienza con una primera búsqueda inicial con el objetivo de observar la magnitud de artículos publicados de forma genérica sobre el tema. Para ello se realizan tres búsquedas, una en cada base de datos: MEDLINE (A través de su buscador PubMed), CINAHL y Web Of Science, en las que se utiliza la misma estrategia de búsqueda, combinando distintos términos con operadores booleanos. Previamente a esto se utilizan los DeCs para obtener los términos específicos y poder realizar una búsqueda efectiva. La búsqueda inicial incluye los siguientes términos: “Achilles Tendinopathy” AND “Running” OR “Runner”. Tras esta búsqueda se extraen 12.732 artículos en PubMed, 8219 en CINAHL y 25.328 en Web Of Science.

Las palabras clave que se seleccionaron tras la búsqueda fueron las siguientes:

“Achilles”, “Tendinopathy”, “Achilles tendinopathy”, “Risk factors”, “Biomechanics”, “Runner”, “Running”, “Tendon”, “Injury”, “Overuse Injuries”, “Training”.

2.3.2. BÚSQUEDA SISTEMÁTICA

Después de haber realizado la búsqueda inicial, tomando conciencia de cuál es el volumen de literatura sobre el tema de estudio, se utilizan las palabras clave para realizar diferentes combinaciones de búsqueda en las tres bases de datos para conseguir resultados más concretos. En esta búsqueda se utilizan filtros para delimitar y acotar los artículos publicados. Se realizaron diferentes búsquedas combinando las palabras clave con operadores booleanos. Los filtros utilizados fueron los siguientes:

Filtros comunes

- Fecha de publicación: Se incluyeron únicamente estudios publicados desde 2019 hasta 2023, ambos inclusive.

Filtros específicos

- En PubMed se incluyó el filtro “Estudios observacionales”.
- En CINAHL se añadió el filtro “Publicaciones académicas”.

Tabla 1.

En la siguiente tabla aparece un resumen con los términos clave utilizados para realizar las diferentes búsquedas y los filtros generales y específicos de cada base de datos.

Tabla 1. Filtros y términos empleados para la búsqueda bibliográfica

FILTROS			
	PUBMED	CINAHL	WEB OF SCIENCE
PUBLICACIÓN: 2019-2023	X	X	X
ESTUDIOS OBSERVACIONALES	X	-	-
PUBLICACIONES ACADÉMICAS	-	X	-

TÉRMINOS				
"Achilles"	"Running"	"Tendon"	"Overuse Injuries"	"Training"
"Tendinopathy"	"Risk Factors"	"Injury"	"Achilles Tendinopathy"	"Biomechanics"

Búsqueda 1

#1 "Achilles" AND "Tendinopathy" AND "Risk Factors"

En esta primera búsqueda se relacionan los FR con la tendinopatía en el tendón de Aquiles, mediante el operador booleano AND para combinar los tres términos.

Los resultados obtenidos fueron 181, 140 y 248 publicaciones sin filtros, y 1, 40 y 100 tras los filtros en las bases de datos MEDLINE, CINAHL y Web Of Science.

Búsqueda 2

#2 “Achilles Tendinopathy” AND “Biomechanics”

Esta búsqueda se centró en relacionar la patología estudiada con la biomecánica, tratando de encontrar artículos que relacionen ambas mediante el operador booleano AND.

El número de artículos encontrados fue de 111 en MEDLINE, 108 en CINAHL y 110 en WoS. Tras aplicar los filtros correspondientes el número de artículos final se redujo a 0 en MEDLINE, 46 en CINAHL y 50 en WoS.

Búsqueda 3

#3 “Achilles” AND “Tendinopathy” AND “Running”

Esta búsqueda relaciona el deporte con la lesión específica de esta revisión. Se encontraron 239 artículos en MEDLINE, 181 en CINAHL y 278 en WoS. Finalmente, después de incluir filtros el número de publicaciones en cada base de datos fue de 6, 52 y 112, respectivamente

Búsqueda 4

#4 “Achilles” AND “Tendon” AND “Injury” AND “Running”

Con estos términos se relacionan las lesiones que se producen en el tendón de Aquiles con el running, con el objetivo de buscar publicaciones que analicen variables biomecánicas que puedan influir en este tipo de patología.

Los resultados obtenidos sin filtros fueron 428 en MEDLINE, 152 en CINAHL y 121 en Web Of Science. Una vez aplicados los filtros se extraen un total de 7, 40 y 121, respectivamente.

Búsqueda 5

#5 “Training” AND “Running” AND “Achilles”

El número de resultados obtenidos sin aplicar filtros fue de 207 en MEDLINE 77 en CINAHL y 215 en Web Of Science. Tras aplicar filtros resultan 5, 25 y 90 artículos, respectivamente.

Búsqueda 6

#6 “Overuse Injuries” AND “Tendon”

En esta búsqueda se relaciona las lesiones por sobreuso, como es la TA, con la estructura tendinosa para ver la literatura publicada al respecto.

El número de resultados fue de 366, 25 y 197 sin filtros, y 1, 25 y 56 con filtros en las bases de datos PubMed, CINAHL y Web Of Science.

Tabla 2.

En la siguiente tabla se realiza un esquema de la búsqueda sistemática en la que se incluyen las seis combinaciones de búsquedas realizadas en las diferentes bases de datos junto con el número de resultados obtenidos en cada una de ellas, y en total, con y sin filtros.

Tabla 2. Resumen búsqueda sistemática

BÚSQUEDAS SISTEMÁTICAS	
#1	"Achilles" AND "Tendinopathy" AND "Risk Factors"
#2	"Achilles Tendinopathy" AND "Biomechanics"
#3	"Achilles" AND "Tendinopathy" AND "Running"
#4	"Achilles" AND "Tendon" AND "Injury" AND "Running"
#5	"Training" AND "Running" AND "Achilles"
#6	"Overuse Injuries" AND "Tendon"

	PUBMED		CINAHL		WEB OF SCIENCE	
	NO FILTROS	FILTROS	NO FILTROS	FILTROS	NO FILTROS	FILTROS
#1	181	1	140	40	248	100
#2	111	-	108	46	110	50
#3	239	6	181	52	278	112
#4	428	7	152	40	121	121
#5	107	5	77	25	215	90
#6	366	1	127	25	197	56
TOTAL	1432	20	785	228	1169	529

RESUMEN BÚSQUEDA SISTEMÁTICA

Después de haber realizado las seis búsquedas en las bases de datos, el número de artículos resultante es de 2297. Tras aplicar los filtros resultan 777, de los cuales 322 estaban duplicados, obteniéndose 455 artículos finalmente.

A continuación, se hace una lectura de los títulos de los artículos para seleccionar únicamente aquellos que guardan relación con el tema es estudio, concluyendo con un total de 139 artículos. La mayoría de los estudios son descartados por no atender a la patología de estudio (n=82), incluir intervención en el estudio (n=54), incluir otra

población (n=38), incluir solo población un sexo (n=12), estudiar otras variables (n=45), estudiar otros deportes (n=21) o no ser estudios observacionales (n=64).

Estos artículos son sometidos a una lectura del resumen, metodología y resultados para comprobar si cumplen los CI y CE y seguir acotando la muestra descartando 115 artículos. La mayoría de estos estudios analizaban variables extrínsecas (n=28), estudiaban otras lesiones en el tendón (n=19), comparaban calzado minimalista (n=3), no tenían relación con la tendinopatía de Aquiles (n=29), trataban otra población de estudio (n=28), o no eran estudios observacionales (n=8). El número de artículos válido hasta este momento es de 24.

Estos 24 estudios se analizan más exhaustivamente mediante una lectura crítica del artículo para seleccionar finalmente 8 para la revisión. Se descartaron 16 por: No incluir población con diagnóstico de TA (n=5), o si este no era claro y específico (n=2), por incluir únicamente población masculina (n=2), incluir otros deportes o modalidades (n=2), y estudiar variables no relacionadas con la biomecánica (n=5).

2.3.3. BÚSQUEDA MANUAL

Tras esta búsqueda sistemática en las tres bases de datos se realiza una búsqueda manual en las bibliografías de otras revisiones sistemáticas relevantes.

Se examinaron las bibliografías de las revisiones publicadas sobre el tema para encontrar artículos. Finalmente, la revisión utilizada fue: "*Sex-specific Differences in Running Injuries: A systematic Review with Meta-Analysis and Meta-Regression* (40) Se aplicaron los CI/CE a la bibliografía utilizada (n=99), acotando hasta un único estudio relevante para incluir en la revisión (41) . La mayoría de estudios fueron descartados por no cumplir con la fecha de publicación, o no incluir población de corredores.

2.3.4. EVALUACIÓN METODOLÓGICA – CRITERIOS STROBE

Tras haber filtrado y seleccionado la bibliografía útil para la revisión sistemática, se lleva a cabo una evaluación metodológica de los artículos para comprobar su grado de evidencia y veracidad. Esto se realiza con el objetivo de que la revisión cuente con publicaciones válidas y que cumplan un mínimo de criterios metodológicos, descartando aquellos artículos que no cumplen con estos parámetros. Para ello, se utiliza la escala STROBE (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology) (42), especializada en publicaciones observacionales como todas las incluidas en este estudio. Esta evaluación divide el artículo en cada una de sus partes y establece un total de 22 puntos como máxima calidad metodológica.

En esta revisión se impone como criterio de inclusión que toda la bibliografía cuente con un mínimo de 14 puntos, y respondan afirmativamente a los tres primeros requisitos.

Todos los artículos seleccionados cumplían con al menos 14 criterios, y específicamente los tres primeros. La máxima puntuación obtenida fue de 19 puntos, alcanzados por 3 estudios. Los criterios 4-12 detallan los métodos del estudio. La mayoría fueron respondidos afirmativamente, a excepción del criterio 9 que trataba sobre las medidas de sesgo. Los resultados se recogen en los puntos 13-16. De forma genérica se cumplieron en casi todos. El punto 17 incluye otros análisis realizados y no fue cumplido por ninguno. La discusión engloba los criterios 18-21. Los cuatro criterios fueron cumplidos en la mayoría de los estudios incluidos. El criterio 22 trata sobre la financiación, y tan solo fue aprobado en 3 artículos.

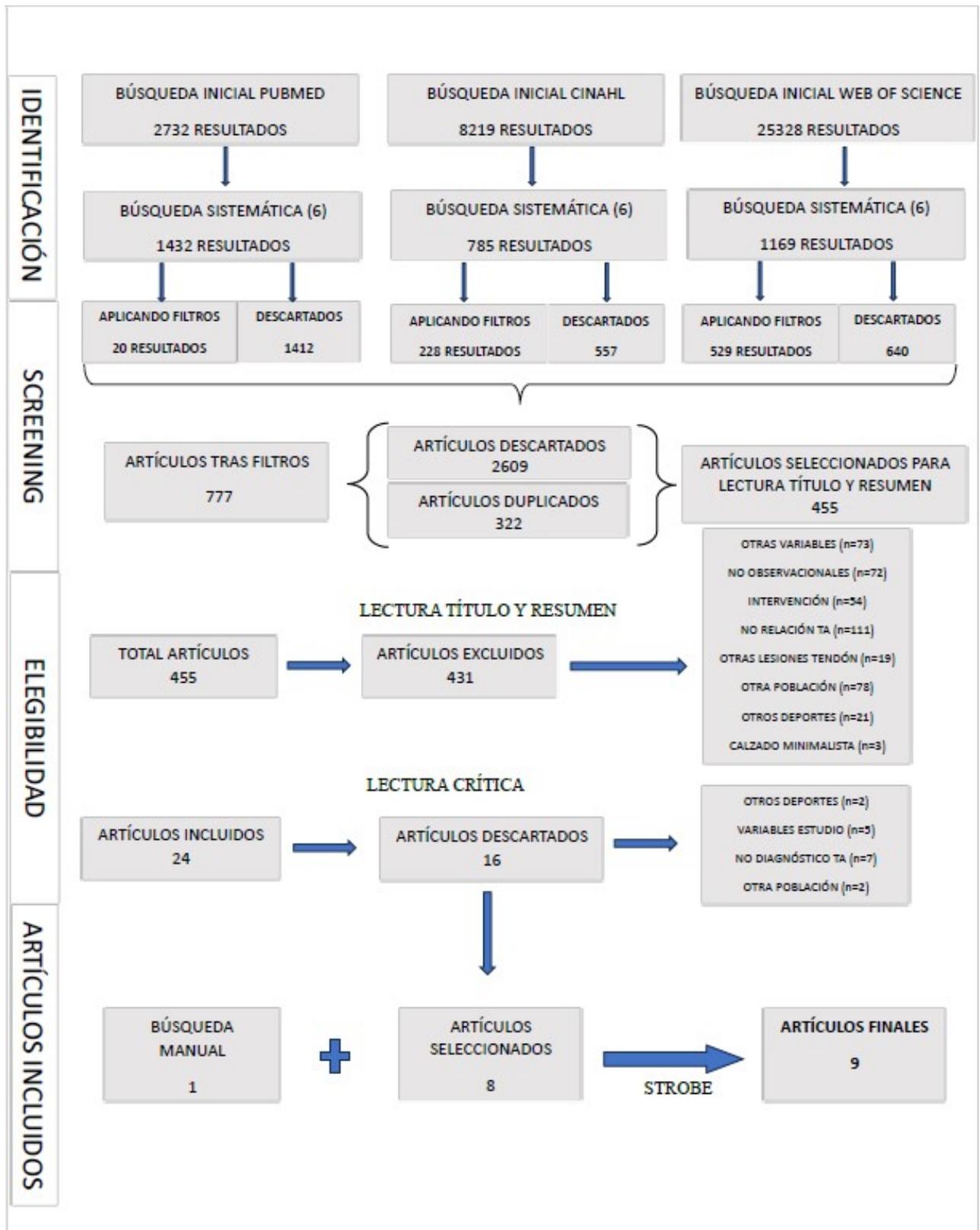
Tabla 3.

En esta tabla resumen se analizan los parámetros establecidos por STROBE de cada uno de los estudios incluidos en la revisión, junto con la puntuación total.

Tabla 3. Evaluación metodológica – CRITERIOS STROBE																							
AUTOR/AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	TOTAL
1	Karsten Hollander et al. ⁽⁴⁴⁾ (2020)	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	19							
2	Jiri Skypala et al. ⁽⁴⁹⁾ (2023)	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	NO	SI	16
3	Seth O'Neill et al. ⁽⁴⁷⁾ (2019)	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO	18
4	Gabriel L. Fernandez et al. ⁽⁴⁶⁾ (2023)	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	NO	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	NO	15
5	Caleb D. Johnson et al. ⁽⁴⁴⁾ (2020)	SI	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO	18										
6	James R. Jastifer et al. ⁽⁵⁰⁾ (2021)	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	14						
7	Nathalie Ferrari et al. ⁽⁴³⁾ (2021)	SI	NO	SI	NO	SI	SI	NO	19														
8	Gabriel L. Fernandez et al. ⁽⁴⁸⁾ (2022)	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO	16
9	Victor M. LM. et al. ⁽⁴⁵⁾ (2020)	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO	19							

2.3.5. FLUJOGRAMA

Se presenta un flujograma o esquema de las búsquedas sistemáticas llevadas a cabo, así como el procedimiento de filtro y selección para conseguir los estudios que se incluirán en la revisión sistemática.



3. RESULTADOS

3.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS

Tras realizar la búsqueda y aplicar los CI y CE nos quedamos con 9 artículos. Los artículos seleccionados son los siguientes: Karsten Hollander y cols. (41), Nathalie Ferrari y cols.(43), Caleb D. Johnson y cols.(44), Victor M. LM Ferreira y cols. (45), Gabriel L. Fernandes y cols. (46), Seth O'Neill y cols. (47), Gabriel L. Fernandes y cols. (48), Jiri Skypala y cols. (49), James R. Jastifer y cols.(50).

La muestra de participantes en estos estudios fue de 1.821, entre los cuales había hombres y mujeres con edades comprendidas entre los 18 y 70 años, con una edad media de 40,13 años. El porcentaje de hombres y mujeres fue de 58,49% y 41,51%, respectivamente. En el artículo (50) no se especificó el número de participantes de cada sexo. Del conjunto de corredores, se registraron un total de 379 casos de TA, o bien la desarrollaron durante el transcurso del estudio (20,81%). El promedio muestral fue de 202,8 participantes, aunque en la mayoría esta muestra no era superior a 100 corredores.

Todos los estudios incluidos son observacionales, siendo la mayoría de ellos estudios de casos y controles (43–48) en los que se comparan y relacionan las variables que podrían estar implicadas en el desarrollo de la TA, en ambos grupos, y estudios prospectivos(41,49,50) donde se evalúa el desarrollo de esta patología y su posible asociación con los factores biomecánicos medidos al inicio del estudio.

Los estudios (43,45–49) se centraban únicamente en la TA, mientras que el resto (41,44,50) valoraban también otras lesiones relacionadas con la carrera. Los artículos (47,48) trataban específicamente de la TAPM, (45) englobaban ambos tipos y el resto no especificaban el tipo.

Cinco estudios midieron la fuerza de flexores plantares (43,45–48), 4 valoraron la cinemática de carrera mediante plataforma de presiones (41,43,44,49) y 2 cuantificaron la tasa de descarga de unidades motoras (UM) y la coordinación e inhibición neuromuscular (46,48).

3.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Karsten Hollander y cols, (2020) (41) realizaron un estudio retrospectivo en el que examinaron la relación entre variables biomecánicas (PP, cadencia, velocidad...), antropométricas y demográficas con la posibilidad de desarrollar lesiones relacionadas con la carrera en 550 corredores. Para ello utilizaron una cinta rodante, dos plataformas de presión y una cámara de video de alta velocidad.

Tras la recopilación de datos, la localización más frecuente de lesión fue la rodilla. Se registraron un total de 45 TA (3,6%). La edad mostró una relación positiva significativa para desarrollar TA ($p < 0,001$). El sexo masculino también es un factor de riesgo ($p = 0,057$). Los individuos con un PP de mediopié tenían 2,27 veces más riesgo de desarrollar TA. No se encontró relación entre la cadencia y la ubicación de la lesión, así como tampoco en la velocidad de carrera.

En el estudio de **Nathalie Ferrari y cols. (2021)** (43) se analizaron y compararon la función, dolor y alineación del tobillo (Mediante escala), variables cinéticas (Fuerzas de reacción del suelo) y valores de fuerza en tres grupos de población: Corredores con TA (n=24) (ATG), corredores sanos (n=24) (HRG) y grupo de no corredores (n=24) (NRG).

Para medir el dolor, la función y alineación del tobillo se utilizó la Ankle-Hindfoot Scale, de la Sociedad Americana de Pie y Tobillo (AOFAS). En esta escala, el ATG (87,6) mostró puntuaciones significativamente más bajas ($p<0,01$) respecto a los HTG (97,8) y NRG (96,8).

Se llevó a cabo un análisis cinético de la técnica de carrera utilizando dos plataformas de presión sobre las que los grupos corrían (3-4m/s) para registrar la fuerza de reacción del suelo (GRF), la fuerza de impulso (vGRF) y el impulso total durante la fase de apoyo. Los resultados mostraron que el ATG tenía un vGRF (Medido en los primeros 50 ms del contacto) mayor que en el resto de grupos ($p<0,01$). No hubo diferencias significativas en la GRF y la fuerza de impulso total.

En cuando a la medición de fuerza, se utilizó un dinamómetro isocinético (Biodex Multi-Joint System 3) para evaluar la fuerza concéntrica de los dorsiflexores y concéntrica-excéntrica de los flexores plantares. Esto se realizó después de la prueba de carrera. El patrón de ejecución fueron 4 repeticiones a 60°/s y 20 repeticiones a 120°/s. No hubo diferencias en el trabajo total en las contracciones concéntrica-concéntrica de dorsiflexores a 60°/s, pero el torque fue mayor en HRG que en NRG. En la secuencia concéntrica el trabajo total desarrollado por los flexores plantares resultó significativamente mayor en ATG que en NRG. El trabajo excéntrico fue menor en NRG. A 120°/s el trabajo total y el pico de fuerza de dorsiflexores fue menor en ATG que en HRG. El trabajo total y el pico de fuerza de flexores plantares resultó más bajo en NRG que en el resto.

El estudio de **Caleb D. Johnson y cols. (2020)** (44) reunió un grupo de corredores lesionados (n=125), entre los cuales se registraron 21 con TA, y un grupo control de corredores sanos (n=65) para evaluar parámetros cinéticos de la carrera (GRF). Los datos fueron registrados mediante dos plataformas de presiones y una cinta de correr (AMTI) en la que los participantes corrían a un ritmo confortable mientras se registraban diez zancadas consecutivas. Únicamente se incluyeron en el estudio corredores con PP de talón. Se cuantificaron las fuerzas de reacción del suelo (GRF) en distintas variables: Promedio de impacto vertical (VALR), carga instantánea vertical (VILR), stiffness vertical al inicio de la carga (VSIL) y el impacto posterior y medial o lateral durante el apoyo. Estas variables se compararon entre corredores lesionados y sanos, y también entre los grupos específicos de lesión.

En cuanto al impacto vertical, VALR ($p<0,001$; $d=0,58$) y VILR ($p<0,001$; $d=0,55$) fueron significativamente mayores en el grupo lesionado respecto a los controles. Especialmente esta diferencia fue mayor en el dolor patelofemoral (VALR= $p<0,001$;

$d=0,89$ / VILR= $p<0,001$; $d=0,85$) y fascitis plantar (VALR= $p<0,003$; $d=0,73$ / VILR= $p<0,006$; $d=0,66$). En la TA no hubo gran diferencia respecto a los controles. El stiffness (VSIL) resultó mayor en casos que en controles ($p<0,001$; $d=0,66$), siendo los grupos de dolor patelofemoral, fascitis plantar y TA ($p<0,003$) los más significativos.

No se observaron diferencias relevantes en el impacto posterior y medial o lateral durante la carga entre los grupos.

El estudio de **Victor M.LM Ferreira y cols. (2020)** (45) relaciona factores biomecánicos de cadera (Fuerza isométrica y rango de movimiento) y tobillo (Fuerza, rango y alineación) con la probabilidad de riesgo de TA, utilizando un modelo de casos ($n=25$) y controles ($n=26$). Las variables analizadas fueron la dorsiflexión de tobillo, medida en posición de estocada (WBLT), el rango de movimiento de rotación interna de cadera (RI), la alineación del antepié (SFA) y la fuerza isométrica de FP y rotadores externos de cadera (RE). Todas las pruebas fueron realizadas de forma estandarizada. Para comparar y relacionar las variables se establecieron subgrupos.

El rango de dorsiflexión no tuvo relación con el desarrollo de TA. El rango de RI menor de $29,33^\circ$ se asocia con un incremento de 130% de riesgo de TA. Los corredores con rango $IR \leq 13,99^\circ$, torque FP $> 0,76$ Nm/Kg, SFA $> 5,53$ y torque ER $> 0,61$ Nm/Kg tienen un aumento de probabilidad del 87% de desarrollar TA.

Gabriel L. Fernandes y cols. (2023) (46) estudiaron la tasa de descarga de UM durante la FP de tobillo a intensidades submáximas ($3 \times 10\%$ y $3 \times 20\%$ del pico máximo de fuerza) mediante electromiografía de alta densidad de cada músculo (SOL, GM, GL) del TS en corredores con ($n=12$) y sin TAPM ($n=13$). Las variables estudiadas fueron: Tasa de descarga media de UM, coeficiente de variación de descarga y estabilidad del par. Para ello se utilizó un dinamómetro isocinético (Biodex Medical System) y se registraron las señales electromiográficas durante contracciones al 10% y 20% del torque máximo.

La tasa de descarga media de UM presentó diferencias entre las intensidades pero no entre los grupos en SOL y GM. En GL, la tasa no cambió ($p<0,540$) en grupo TA a medida que la intensidad aumentó del 10%, mientras que si lo hizo en el grupo control ($p<0,001$). La tasa media fue más alta en el grupo control a una intensidad del 20%. En el coeficiente de variación se observaron diferencias en GM y GL entre intensidades ($p=0,05$), pero no entre grupos ($p=0,428$). No cambios significativos en SOL. No se encontraron diferencias relevantes en la estabilidad del torque entre los grupos.

El artículo de **Seth O'Neill y cols. (2019)** (47) estudió las diferencias que existían entre corredores sanos (n=39) y corredores con TAPM (n=38), así como entre la extremidad lesionada y sana, en cuanto al pico de fuerza de FP, resistencia y dolor. Para ello utilizaron un dinamómetro isocinético (Humac Norm) en modo concéntrico y excéntrico, a diferentes velocidades y con la rodilla en distintas posiciones (0°, 80° flexión). También se valoró el dolor durante la realización de las pruebas con VAS.

En el torque de fuerza desarrollado se observaron diferencias significativas entre la extremidad sana y afectada en concéntrico a 90°/seg con la rodilla en extensión ($p<0,008$) y en excéntrico a 90°/seg con la rodilla en flexión ($p<0,045$). En la comparación entre grupos todas las medidas de fuerza fueron significativamente inferiores en el grupo TA que en controles, independientemente de la posición de la rodilla, velocidad y tipo de contracción. Las diferencias resultaron especialmente relevantes en el modo excéntrico. La capacidad de resistencia fue estadísticamente menor en el grupo TA que en el grupo sano, pero no se hallaron diferencias significativas entre extremidades. En cuanto a dolor, ningún sujeto experimentó dolor durante las pruebas.

Gabriel L. Fernandes y cols. (2022) (48) estudiaron y compararon las diferencias en el pico de fuerza y resistencia muscular del TS, así como la inhibición intracortical (SICI), entre grupos de corredores sanos (n=11) y con TAPM (n=13). Para valorar el pico de fuerza isométrica de FP se utilizó un dinamómetro isocinético (Biodex Medical Systems). La resistencia al esfuerzo se comparó mediante un test de elevación de talón (SLHR), realizando repeticiones hasta el fallo muscular. La SICI fue monitorizada mediante potenciales motores evocados (MEP) utilizando la estimulación magnética transcranial (TMS) sobre la corteza motora primaria. Estas pruebas fueron registradas con EMGs sobre SOL, GM y GL.

Los resultados obtenidos en este estudio mostraron que los corredores con TA presentaban un 14,3% de SICI respecto a los controles ($P=0,032$) en los tres músculos e independientemente de la edad. En el pico de fuerza isométrica del TS no se observaron diferencias ($p=0,971$). En SLHR se encontraron diferencias relevantes en el número de repeticiones realizadas en el grupo TA respecto a controles: 16 repeticiones menos en la extremidad sintomática ($p<0,001$) y 14 en la no sintomática ($p=0,004$).

Jiri Skypala y cols. (2023) (49) realizaron un estudio prospectivo durante un año en el que incluyeron 103 corredores. En este estudio se realizó una evaluación inicial de la cinemática de carrera, utilizando un sistema de 10 cámaras de captura del movimiento (Qualisys), y la cinética mediante una placa de fuerzas (Kistler). Para ello se solicitó a los participantes que corrieran en pista a un ritmo autoseleccionado (Ritmo para carrera de 45 minutos, o ritmo para aguantar corriendo lo máximo posible) durante 2 minutos.

Durante la duración del estudio se debían cumplimentar cuestionarios como el VISA-A para evaluar la aparición de posibles lesiones.

Al final del estudio, un total de 31 corredores habían desarrollado TA, 18 en ambas extremidades, 8 únicamente en la derecha y 5 en la izquierda. Los resultados mostraron que no hubo diferencias en la edad y las características antropométricas entre corredores con y sin TA. Los participantes con TA presentaban un menor porcentaje de grasa, una actividad física más intensa, mayor dorsiflexión de tobillo en la fase de apoyo y mayor flexión de rodilla en el contacto inicial y en la fase media de apoyo. No se encontraron diferencias significativas en el PP y la velocidad autoseleccionada. En la regresión logística de los FR únicamente una mayor flexión de rodilla durante el contacto inicial ($p=0,013$) y la fase media de apoyo ($p=0,037$).

En el estudio longitudinal de **James R. Jastifer (2023)** (50), se reunió una muestra de 734 corredores de ultramaratón. En esta población se registraron 450 lesiones, de las cuales 108 eran TA (24%) durante el seguimiento vía cuestionarios. Para valorar relaciones de riesgo, se evaluó el tipo de AC (Elevado, bajo), el PP (Antepié, mediopié, talón), las zapatillas utilizadas (Anchas, normales, cómodas), el uso de aparatos ortopédicos (Personalizados, estándar) y la flexibilidad de espalda baja, isquiotibiales y tendón de Aquiles.

Los resultados mostraron que el tipo de arco y el PP no tenían relación significativa con el número de lesiones ($p=0,08$), tampoco la flexibilidad y la frecuencia de estiramiento fue relevante estadísticamente. Si se apreció relevante la edad (La edad media de la muestra fue 53,9 (45,1-61,9)), con una relación positiva ($p=0,0023$).

Tabla 4.

Tabla resumen con los resultados relevantes sobre los estudios incluidos en la revisión.

AUTOR Y AÑO	TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA	CARACTERÍSTICAS MUESTRA	VARIABLES ESTUDIO	MÉTODOS EVALUACIÓN	RESULTADOS
Nathalie Ferrari et al. ⁽⁴³⁾ (2021)	Casos y controles	Grupo TA: ATG (n=24) Grupo Control: HRG (n=24) Grupo no corredores: NRG (n=24)	-Corredores 25 -50 años - >20km/semana durante 1 año - No comorbilidades ni enf. -TA: Diagnóstico TA -Control: No lesiones en evaluación - No dolor durante tests	- Cinética carrera - GRF - Dolor, función y alineación - Fuerza máxima y trabajo total dorsiflexores - Resistencia FP	- Plataforma de presiones - Cinta rodante - Dinamómetro isocinético - Resonancia magnética - AOFAS	ATG: - Menor AOFAS - Mayor impulso inicial - Menor resistencia muscular - Mayor pico de fuerza (Con-exc) que NRG - Menor pico de fuerza y trabajo total (Con-con) que HRG

Caleb D. Johnson et al. ⁽⁴⁴⁾ (2020)	Casos y controles	Casos (n=125); TA (n=21) Controles (n=65)	- Corredores con apoyo de retropié - VAS<2/10 - <10 millas/semana – 3 meses - No comorbilidades ni enf. -TA: Diagnóstico preciso - Control: No lesión	Cinemática carrera: - VALR - VILR - VSIL - Carga posterior, medial y lateral	- Plataforma de presiones - Cinta rodante	- VALR y VILR > en grupo lesionados - VSIL > en lesionados, especialmente TA - No diferencias en carga posterior, medial, lateral
Victor M. LM Ferreira et al. ⁽⁴⁵⁾ (2020)	Casos y controles	Casos (n=25); (13TANI-12TAPM) Controles (n=26)	- Corredores 18-55 años - >15km/semana - No comorbilidades ni enf. - TA: Diagnóstico TA - Control: No lesión ni dolor	- Flexión dorsal tobillo - Alineación antepié - ROM RI cadera - Fuerza FP - Fuerza RE cadera	- WBLT - SFA - Dinamómetro isocinético	- ROM de flexión dorsal no relación con TA - ROM RI Cadera <29,33° factor riesgo TA
Gabriel L. Fernandes et al. ⁽⁴⁶⁾ (2023)	Casos y controles	Casos (n=13) Controles (n=12)	- Corredores - >2 entrenos/semana - No comorbilidades ni enf. - TA: Diagnóstico porción media - Control: No lesión	- Fuerza máx. FP - Tasa descarga UM - CV tasa descarga - Estabilidad del par	- Dinamómetro isocinético - EMG	- Grupo TA: Tasa media descarga UM menor que controles - No diferencias en CV
Seth O' Neill et al. ⁽⁴⁷⁾ (2019)	Casos y controles	Casos (n=39);TAPM Controles (n=38)	- Corredores 18-70 años - >2 entrenos/semana - No enf. Y otras lesiones - TA: Diagnóstico porción media - Control: No lesión	- Fuerza FP - Resistencia FP. - Dolor	- Dinamómetro isocinético - VAS	- Valores de fuerza menores en TA entre extremidades y respecto a controles - Resistencia menor en TA - No dolor
Gabriel L. Fernandes et al. ⁽⁴⁸⁾ (2022)	Casos y controles	Casos (n=11); TAPM Controles (n=13)	- Corredores 18-60 años - >2 entrenos/semana - No enfermedades asociadas - TA: Diagnostico TAPM - Control: No lesión ni enf.	- Fuerza FP. - Resistencia FP - Inhibición intracortical (SICI)	- VAS - Dinamómetro isocinético - Test SLHR - Potenciales motores evocados (MEP)	- Mayor SICI en TA en todos los músculos - No diferencias en pico fuerza - Diferencias en test resistencia
Jiri Skypala et al. ⁽⁴⁹⁾ (2023)	Estudio prospectivo (1 año)	Muestra (n=103)	- Corredores 18-65 años - No lesiones en 6 meses	- Cinemática carrera - Velocidad - Dolor y función	- Plataforma presiones - Cámaras captura movimiento - VISA	- No diferencias edad - Mayor dorsiflexión de tobillo y flexión de rodilla en apoyo en TA - No diferencias en PP
James R. Jastifer et al. ⁽⁵⁰⁾ (2023)	Estudio longitudinal	Muestra (n=734)	- Corredores ultramaratón	- Lesiones - AC - PP -Selección de calzado - Flexibilidad y hábitos de estiramiento - Aparatos ortopédicos	- Cuestionarios	- No relación entre el arco y el PP - No relación con flexibilidad y frecuencia de estiramiento en número de lesiones - Relación positiva significativa con la edad
Karsten Hollander et al. ⁽⁴¹⁾ (2020)	Estudio retrospectivo	Muestra (n=550)	- Corredores - No lesiones secundarias	- Biomecánica carrera - Datos antropométricos y demográficos	- Placas de presión - Cámara alta velocidad	- Relación significativa PP mediopié con TA - Relación entre edad y sexo con TA

4. DISCUSIÓN

La presente revisión engloba toda la literatura publicada en los últimos cinco años (Desde 2019 hasta 2023) sobre los FR relacionados con la biomecánica de carrera para desarrollar TA en población de corredores. Al tratarse de una revisión sobre FR, únicamente se incluyeron estudios observacionales, sin intervención, para intentar establecer una relación entre esta patología y distintas variables biomecánicas como la fuerza, resistencia, PP, AP y técnica de carrera, entre otras. Esta revisión tiene como objetivo encontrar FR de esta lesión que resulta tan frecuente en corredores y, así, poder establecer posteriormente un marco de referencia para la prevención de TA.

Los CI y CE establecidos son bastante específicos y concretos, especialmente en cuanto a las variables de estudio y la población, por lo que no se encontró una gran literatura al respecto, llegando finalmente a un total de 9 estudios. Aunque algunos coinciden en las variables estudiadas: GRF (43,44,49), fuerza FP (43,45–48), PP (41,50) y se pueden comparar y contrastar resultados, otros estudian variables muy específicas como el SICI (48), las zapatillas utilizadas y el grado de flexibilidad de isquiotibiales (50), la cadencia y velocidad de carrera (41), la tasa de descarga de UM (46) y el ROM de RI de cadera (45) y no pueden compararse ni establecer relaciones entre ellos, por lo que aunque muestren resultados significativos en cuanto a estos parámetros, pueden existir limitaciones debido a la muestra de participantes.

4.1. Fuerzas de reacción del suelo

Los estudios que analizaron la cinética de carrera y GRF (43,44,49) coincidieron en que los corredores con TA presentaban una mayor fuerza de impulso inicial, mayor promedio de impacto vertical, carga vertical al inicio del contacto y mayor stiffness al inicio de la carga. De forma general estos corredores presentaban mayor impacto con el suelo en el contacto, especialmente en el contacto inicial y en el impulso, un factor que podría tener sentido debido a la mayor carga transmitida al tendón. A diferencia de estos hallazgos, un artículo (51) y varias revisiones publicadas en 2011 (52), 2019 (53), y 2022 (54) no encontraron GRF verticales y antero-posteriores significativamente mayores en estos corredores. Esto podría deberse a que el número de población con TA de estos artículos (43,44,49) no era muy numeroso y podría no ser representativo del conjunto global de corredores con TA. Asimismo, otra posibilidad es que los corredores con TA analizados en casos y controles (43,44) hayan modificado su técnica de carrera como consecuencia del dolor, aumentando la GRF. Sin embargo, no es posible determinar si esto es causa o consecuencia de la TA por lo que son necesarios más estudios longitudinales en el futuro.

4.2. Fuerza de flexores plantares

La fuerza de FP fue estudiada en cinco artículos (43,45–48). Tres de ellos (43,46,47) coincidieron en que los corredores con TA presentaban valores de fuerza de FP significativamente más bajos que los corredores sanos. Estas mediciones se realizaron de forma isométrica, excepto en el estudio (47) que se hizo de forma dinámica

(Concéntrica y excéntrica) en el que el SOL presentaba los mayores déficits de fuerza. El artículo (48) no encontró diferencias significativas en el pico de fuerza pero sí en cuanto a la resistencia a la fuerza. Por tanto, según estos resultados el déficit de fuerza de FP podría considerarse un FR para desarrollar TA, aunque debido a las características de los estudios (Casos y controles) se desconoce si este déficit de fuerza es causa o consecuencia de la lesión. Únicamente dos estudios (43,47) midieron la fuerza bilateral, encontrando en uno diferencias significativas, por lo que son necesarios estudios prospectivos en el futuro para conocer esta inferencia. Estos resultados son acordes a una revisión sistemática (55) en la que se obtuvieron menores niveles de fuerza máxima, reactiva y explosiva en pacientes con TA. Quarmby et al. (54) encontró también valores de fuerza de FP más bajos, especialmente en contracción dinámica. Una limitación es que las mediciones de fuerza se realizaron de forma estática y estandarizada, algo totalmente distinto a lo que ocurre cuando estos músculos tienen que actuar durante las distintas fases de la carrera. Munteanu et al. (52) encontró retrasos de activación, principalmente tibial anterior, y un aumento en la duración de activación del SOL y GM en aquellos corredores con TA, por lo que difiere de nuestros resultados.

4.3. Resistencia de flexores plantares

Tres estudios de casos y controles (43,47,48) analizaron la resistencia al esfuerzo de FP. Dos de ellos (43,48) utilizando un dinamómetro isocinético y uno (47) mediante SLHR. En todos ellos, el grupo de corredores con TA presentó valores significativamente menores de resistencia de flexores plantares en comparación con el grupo control. Dos artículos (43,47) valoraron la resistencia en la extremidad sintomática y no sintomática, encontrando valores menores en la afectada (47), lo que podría reforzar la hipótesis de que este parámetro resulte un factor de riesgo para la TA. Esta variable resulta especialmente importante en el running donde el TS debe soportar cargas continuas. Es posible que el TS presente niveles de fuerza máxima y/o absoluta adecuados pero no esté bien adaptado a la carga continuada propia de estos deportes, contribuyendo al paso del tendón a un estado reactivo o degenerativo según el modelo actual (23). Quarmby et al. (54) también objetivaron en una revisión sistemática menores niveles de resistencia de FP.

4.4. Aspectos neuromusculares

Dos estudios (46,48) analizaron la relación en cuanto al grado de activación neuromuscular del TS y la descarga de UM en corredores con y sin TA. Aunque ambos analizaron variables distintas, los resultados mostraron que los corredores con TA presentaban un mayor grado de SICI en el TS, y una menor tasa de descarga de UM en GL al aumentar la intensidad de trabajo. No hubo diferencias en SOL. Esta inhibición podría deberse a la sintomatología de la TA y contribuir a la perpetuación de la patología, dirigiendo un mayor porcentaje de la carga al tendón, especialmente cuando se trata de la absorción de impactos. Otra posibilidad es que la inhibición sea un propio factor de riesgo, reduciendo el componente muscular y aumentando la carga que debe soportar el tendón. Igor Sancho et al. (53) encontraron una amplitud de señal

electromiográfica de gastrocnemios menor en el grupo TA que en controles. Otra revisión (54) coincidió con estos hallazgos, observando una disminución de la amplitud, especialmente en GM. En contraposición, Reid et al. (56) observaron mayores niveles de activación de GM y SOL en ejercicios excéntricos en pacientes con TA unilateral, no corredores. La implicación excéntrica de estos músculos se acentúa especialmente en las frenadas y en la primera fase de apoyo durante la carrera. Esto concuerda con los resultados de Yu et al. (57) donde obtuvieron una activación más alta del GL, tanto en ejercicios concéntricos como excéntricos, en la extremidad sintomática.

4.5. Otras variables

El estudio (41) encontró como hallazgo significativo que los corredores con un PP de mediopié presentaban un 2,27 más de posibilidades de desarrollar TA. Sin embargo, en los artículos (49,50) no se encontró ninguna relación que pueda sustentar este riesgo. Kernozek et al. (58) hallaron que los corredores con un PP de mediopié o antepié tenían una carga más alta sobre el tendón, lo que podría suponer un mayor riesgo de TA. Hannah Rice et al. (59) no hallaron diferencias en la carga del tendón entre los diferentes PP.

En cuanto a la cinemática de carrera, Jiri Skypala et al. (49) encontraron mayor flexión de rodilla en el contacto inicial y la fase media de apoyo, al igual que Mousavi et al. (60), y mayor dorsiflexión de tobillo en fase de apoyo como asociación de riesgo de TA. Otro estudio incluido en esta revisión (45) no encontró relación entre la dorsiflexión del tobillo y TA. Se ha teorizado que un mayor grado de dorsiflexión puede asociarse a un mayor riesgo de TA, especialmente de carácter insercional por los factores compresivos. Quarmby et al. (54) encontró también resultados contradictorios y el Sancho et al. (61) halló evidencia limitada en la asociación con TA. Una justificación a estos resultados es que tanto el aumento como la disminución de ROM normal de dorsiflexión podría contribuir al desarrollo de TA, aunque se necesita más investigación al respecto.

El artículo (45) estableció un mayor riesgo de TA en la combinación de distintas variables: ROM RI cadera, alineación del tobillo y fuerza de FP y RE de cadera, pero no puede ser extrapolado debido a las especificidad y combinación de las variables.

4.6. Limitaciones

Las principales limitaciones de esta revisión son el número de artículos recopilados, debido a los criterios tan selectivos de inclusión y exclusión, y al límite establecido de fecha de publicación en los últimos cinco años. Además, la muestra poblacional no es muy amplia, por lo que podría resultar difícil extrapolar los resultados al conjunto de la población.

Se encuentran dificultades a la hora de establecer una relación causal entre determinadas variables estudiadas y esta patología, pudiendo ser dichas características halladas como significativas una consecuencia de la TA y de su sintomatología. Por ello, se necesitan

más estudios longitudinales que puedan establecer claramente la dirección de esta relación.

La heterogeneidad de las variables estudiadas también supone una limitación por la imposibilidad para relacionar y comparar los resultados de determinados estudios y poder extraer conclusiones comunes. Además, en algunos artículos no se ha utilizado el mismo protocolo para el análisis de resultados.

Esta revisión se centra en la TA de forma global sin diferenciar variables específicas que podrían asociarse más concretamente a la TAPM o TI. Un análisis individual futuro sobre cada una de estas patologías y sus FR resultaría muy útil para orientar el trabajo preventivo.

5. CONCLUSIÓN

Tras haber revisado la evidencia científica sobre los FR de la TA en corredores y, habiendo comparado estos resultados con otras revisiones similares, los hallazgos finales encontrados muestran que los corredores con TA presentan valores de fuerza y resistencia del TS significativamente menores que los corredores sanos. En la valoración neuromuscular se aprecia mayor SICI y menor actividad de UM en corredores con TA. En la literatura encontramos artículos a favor de estos resultados y también en contraposición, por lo que son necesarios más estudios sobre el tema en el futuro.

El estudio de la cinética mostró un aumento significativo de GRF en aquellos corredores con esta patología. No obstante, estos resultados no se respaldan en la literatura publicada hasta el momento al igual que sucede con las variables cinemáticas estudiadas como la dorsiflexión de tobillo, el PP y la flexión de rodilla durante la fase de apoyo que han mostrado resultados contradictorios y no concluyentes.

Aunque esta revisión se centra en variables biomecánicas específicas de la carrera, lo más probable es que la TA no se deba a un único FR, sino a la suma de varios factores extrínsecos e intrínsecos contribuyentes a la patología.

6. ANEXOS

CRITERIOS STROBE

STROBE Statement—checklist of items that should be included in reports of observational studies

	Item No	Recommendation
Title and abstract	1	(a) Indicate the study's design with a commonly used term in the title or the abstract (b) Provide in the abstract an informative and balanced summary of what was done and what was found
Introduction		
Background/rationale	2	Explain the scientific background and rationale for the investigation being reported
Objectives	3	State specific objectives, including any prespecified hypotheses
Methods		
Study design	4	Present key elements of study design early in the paper
Setting	5	Describe the setting, locations, and relevant dates, including periods of recruitment, exposure, follow-up, and data collection
Participants	6	(a) <i>Cohort study</i> —Give the eligibility criteria, and the sources and methods of selection of participants. Describe methods of follow-up <i>Case-control study</i> —Give the eligibility criteria, and the sources and methods of case ascertainment and control selection. Give the rationale for the choice of cases and controls <i>Cross-sectional study</i> —Give the eligibility criteria, and the sources and methods of selection of participants (b) <i>Cohort study</i> —For matched studies, give matching criteria and number of exposed and unexposed <i>Case-control study</i> —For matched studies, give matching criteria and the number of controls per case
Variables	7	Clearly define all outcomes, exposures, predictors, potential confounders, and effect modifiers. Give diagnostic criteria, if applicable
Data sources/ measurement	8*	For each variable of interest, give sources of data and details of methods of assessment (measurement). Describe comparability of assessment methods if there is more than one group
Bias	9	Describe any efforts to address potential sources of bias
Study size	10	Explain how the study size was arrived at
Quantitative variables	11	Explain how quantitative variables were handled in the analyses. If applicable, describe which groupings were chosen and why
Statistical methods	12	(a) Describe all statistical methods, including those used to control for confounding (b) Describe any methods used to examine subgroups and interactions (c) Explain how missing data were addressed (d) <i>Cohort study</i> —If applicable, explain how loss to follow-up was addressed <i>Case-control study</i> —If applicable, explain how matching of cases and controls was addressed <i>Cross-sectional study</i> —If applicable, describe analytical methods taking account of sampling strategy (e) Describe any sensitivity analyses

Continued on next page

Results		
Participants	13*	(a) Report numbers of individuals at each stage of study—eg numbers potentially eligible, examined for eligibility, confirmed eligible, included in the study, completing follow-up, and analysed (b) Give reasons for non-participation at each stage (c) Consider use of a flow diagram
Descriptive data	14*	(a) Give characteristics of study participants (eg demographic, clinical, social) and information on exposures and potential confounders (b) Indicate number of participants with missing data for each variable of interest (c) <i>Cohort study</i> —Summarise follow-up time (eg, average and total amount)
Outcome data	15*	<i>Cohort study</i> —Report numbers of outcome events or summary measures over time <i>Case-control study</i> —Report numbers in each exposure category, or summary measures of exposure <i>Cross-sectional study</i> —Report numbers of outcome events or summary measures
Main results	16	(a) Give unadjusted estimates and, if applicable, confounder-adjusted estimates and their precision (eg, 95% confidence interval). Make clear which confounders were adjusted for and why they were included (b) Report category boundaries when continuous variables were categorized (c) If relevant, consider translating estimates of relative risk into absolute risk for a meaningful time period
Other analyses	17	Report other analyses done—eg analyses of subgroups and interactions, and sensitivity analyses
Discussion		
Key results	18	Summarise key results with reference to study objectives
Limitations	19	Discuss limitations of the study, taking into account sources of potential bias or imprecision. Discuss both direction and magnitude of any potential bias
Interpretation	20	Give a cautious overall interpretation of results considering objectives, limitations, multiplicity of analyses, results from similar studies, and other relevant evidence
Generalisability	21	Discuss the generalisability (external validity) of the study results
Other information		
Funding	22	Give the source of funding and the role of the funders for the present study and, if applicable, for the original study on which the present article is based

*Give information separately for cases and controls in case-control studies and, if applicable, for exposed and unexposed groups in cohort and cross-sectional studies.

Note: An Explanation and Elaboration article discusses each checklist item and gives methodological background and published examples of transparent reporting. The STROBE checklist is best used in conjunction with this article (freely available on the Web sites of PLoS Medicine at <http://www.plosmedicine.org/>, Annals of Internal Medicine at <http://www.annals.org/>, and Epidemiology at <http://www.epidem.com/>). Information on the STROBE Initiative is available at www.strobe-statement.org.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Wang Y, Zhou H, Nie Z, Cui S. Prevalence of Achilles tendinopathy in physical exercise: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine and Health Science* [Internet]. 2022 Sep 1 [cited 2024 Feb 10];4(3):152. Available from: [/pmc/articles/PMC9453689/](#)
2. Francis P, Whatman C, Sheerin K, Hume Patria and Johnson MI. The Proportion of Lower Limb Running Injuries by Gender, Anatomical Location and Specific Pathology: A Systematic Review. *J Sports Sci Med*. 2019 Mar;18(1):21–31.
3. Taunton JE, Ryan MB, Clement DB, McKenzie DC, Lloyd-Smith DR, Zumbo BD. A retrospective case-control injuries analysis of 2002 running. *Br J Sports Med*. 2002 Apr;36(2):95–101.
4. Ames PRJ, Longo UG, Denaro V, Maffulli N. Achilles tendon problems: Not just an orthopaedic issue. *Disabil Rehabil*. 2008;30(20–22):1646–50.
5. Selvanetti A, Cipolla M, Puddu G. Overuse tendon injuries: Basic science and classification. *Oper Tech Sports Med*. 1997 Jul;5(3):110–7.
6. Knobloch K, Yoon U, Vogt PM. Acute and overuse injuries correlated to hours of training in master running athletes. *Foot Ankle Int* [Internet]. 2008 Jul [cited 2024 Feb 10];29(7):671–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18785416/>
7. Longo UG, Ronga M, Maffulli N. Achilles Tendinopathy. *Sports Med Arthrosc Rev*. 2018;26(1):112–26.
8. Saini SS, Reb CW, Chapter M, Daniel JN. Achilles Tendon Disorders. *J Am Osteopath Assoc* [Internet]. 2015 Nov 1 [cited 2024 Feb 10];115(11):670–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26501760/>
9. Sharma P, Maffulli N. Understanding and managing Achilles tendinopathy. <https://doi.org/10.12968/hmed200667220463> [Internet]. 2013 Sep 27 [cited 2024 Feb 12];67(2):64–7. Available from: <https://www.magonlinelibrary.com/doi/10.12968/hmed.2006.67.2.20463>
10. Dayton P. Anatomic, Vascular, and Mechanical Overview of the Achilles Tendon. *Clin Podiatr Med Surg* [Internet]. 2017 Apr 1 [cited 2024 Feb 10];34(2):107–13. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28257668/>
11. Winnicki K, Ochała-Kłós A, Rutowicz B, Pękala PA, Tomaszewski KA. Functional anatomy, histology and biomechanics of the human Achilles tendon - A comprehensive review. *Ann Anat* [Internet]. 2020 May 1 [cited 2024 Feb 10];229. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31978571/>
12. Stecco C, Corradin M, Macchi V, Morra A, Porzionato A, Biz C, et al. Plantar fascia anatomy and its relationship with Achilles tendon and paratenon. *J Anat* [Internet]. 2013 Dec [cited 2024 Feb 10];223(6):665–76. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24028383/>
13. Pirozzi KM. Histophysiology of Fibrocartilage. *Clin Podiatr Med Surg* [Internet]. 2022 Jul 1 [cited 2023 Nov 9];39(3):363–70. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35717055/>

14. Magnan B, Bondi M, Pierantoni S, Samaila E. The pathogenesis of Achilles tendinopathy: a systematic review. *Foot Ankle Surg* [Internet]. 2014 [cited 2024 Feb 12];20(3):154–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25103700/>
15. Cook JL, Khan KM, Purdam C. Achilles tendinopathy. *Man Ther*. 2002 Aug 1;7(3):121–30.
16. Almekinders LC, Temple JD. Etiology, diagnosis, and treatment of tendonitis: An analysis of the literature. *Med Sci Sports Exerc*. 1998 Aug;30(8):1183–90.
17. Kvist M. Achilles Tendon Injuries in Athletes. *Sports Medicine: An International Journal of Applied Medicine and Science in Sport and Exercise*. 1994;18(3):173–201.
18. Waldecker U, Hofmann G, Drewitz S. Epidemiologic investigation of 1394 feet: Coincidence of hindfoot malalignment and Achilles tendon disorders. *Foot and Ankle Surgery*. 2012 Jun;18(2):119–23.
19. Li HY, Hua YH. Achilles Tendinopathy: Current Concepts about the Basic Science and Clinical Treatments. *Biomed Res Int* [Internet]. 2016 [cited 2024 Feb 12];2016. Available from: </pmc/articles/PMC5112330/>
20. Cook JL, Purdam C. Is compressive load a factor in the development of tendinopathy? *Br J Sports Med*. 2012 Mar;46(3):163–8.
21. Irwin TA. Current concepts review: Insertional Achilles tendinopathy. *Foot Ankle Int*. 2010 Oct;31(10):933–9.
22. Scott A, Squier K, Alfredson H, Bahr R, Cook JL, Coombes B, et al. ICON 2019: International Scientific Tendinopathy Symposium Consensus: Clinical Terminology. *Br J Sports Med*. 2020 Mar 1;54(5):260–2.
23. 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 [cited 2024 Feb 12];43(6):409–16. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18812414/>
24. Chiquet M, Renedo AS, Huber F, Flück M. How do fibroblasts translate mechanical signals into changes in extracellular matrix production? *Matrix Biology*. 2003 Mar;22(1):73–80.
25. (PDF) How do tendons adapt? Going beyond tissue responses to understand positive adaptation and pathology development: A narrative review [Internet]. [cited 2024 Mar 8]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/335587202_How_do_tendons_adapt_Going_beyond_tissue_responses_to_understand_positive_adaptation_and_pathology_development_A_narrative_review
26. Wang JHC. Mechanobiology of tendon. *J Biomech*. 2006;39(9):1563–82.
27. Magnusson SP, Narici M V., Maganaris CN, Kjaer M. Human tendon behaviour and adaptation, in vivo. *J Physiol* [Internet]. 2008 Jan 1 [cited 2024 Feb 13];586(1):71–81. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17855761/>
28. Histopathological changes preceding spontaneous rupture of a... : *JBJS* [Internet]. [cited 2024 Feb 13]. Available from:

https://journals.lww.com/jbjsjournal/abstract/1991/73100/histopathological_changes_preceding_spontaneous.9.aspx

29. Holzer D, Epro G, McCrum C, Doerner J, Luetkens JA, Scheef L, et al. The role of muscle strength on tendon adaptability in old age. *Eur J Appl Physiol*. 2018 Nov 1;118(11):2269–79.
30. Strocchi R, De Pasquale V, Guizzardi S, Govoni P, Facchini A, Raspanti M, et al. Human achilles tendon: Morphological and morphometric variations as a function of age. *Foot Ankle*. 1991;12(2):100–4.
31. Galloway MT, Jokl P, Dayton OW. Achilles Tendon Overuse Injuries. *Clin Sports Med*. 1992 Oct 1;11(4):771–82.
32. Haglund-Åkerlind Y, Eriksson E. Range of motion, muscle torque and training habits in runners with and without Achilles tendon problems. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc [Internet]*. 1993 Sep [cited 2024 Feb 13];1(3–4):195–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8536028/>
33. MacChi M, Spezia M, Elli S, Schiaffini G, Chisari E. Obesity increases the risk of tendinopathy, tendon tear and rupture, and postoperative complications: A systematic review of clinical studies. *Clin Orthop Relat Res*. 2020 Aug 1;478(8):1839–47.
34. Maffulli N, Khan KM, Puddu G. Overuse tendon conditions: Time to change a confusing terminology. *Arthroscopy*. 1998;14(8):840–3.
35. Lorimer A V., Hume PA. Achilles Tendon Injury Risk Factors Associated with Running. *Sports Medicine [Internet]*. 2014 Sep 23 [cited 2024 Feb 13];44(10):1459–72. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40279-014-0209-3>
36. Dar G, Waddington G, Stern M, Dotan N, Steinberg N. Differences Between Long Distance Road Runners and Trail Runners in Achilles Tendon Structure and Jumping and Balance Performance. *PM&R [Internet]*. 2020 Aug 1 [cited 2024 Feb 13];12(8):794–804. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/pmrj.12296>
37. Lopes AD, Hespanhol LC, Yeung SS, Costa LOP. What are the Main Running-Related Musculoskeletal Injuries? *Sports Medicine*. 2012 Oct;42(10):891–905.
38. Kakouris N, Yener N, Fong DTP. A systematic review of running-related musculoskeletal injuries in runners. *J Sport Health Sci*. 2021 Sep 1;10(5):513–22.
39. Sancho I, Malliaras P, Barton C, Willy RW, Morrissey D. Biomechanical alterations in individuals with Achilles tendinopathy during running and hopping: A systematic review with meta-analysis. *Gait Posture*. 2019 Sep 1;73:189–201.
40. Hollander K, Rahlf AL, Wilke J, Edler C, Steib S, Junge A, et al. Sex-Specific Differences in Running Injuries: A Systematic Review with Meta-Analysis and Meta-Regression. *Sports Med [Internet]*. 2021 May 1 [cited 2024 Mar 9];51(5):1011–39. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33433864/>
41. Hollander K, Johnson CD, Outerleys J, Davis IS. Multifactorial Determinants of Running Injury Locations in 550 Injured Recreational Runners. *Med Sci Sports Exerc [Internet]*. 2021 Jan 1 [cited 2024 Mar 8];53(1):102–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32769811/>

42. Cuschieri S. The STROBE guidelines. *Saudi J Anaesth* [Internet]. 2019 Apr 1 [cited 2024 Mar 7];13(Suppl 1):S31–4. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30930717/>
43. Bechara Andere NF, Godoy AL, Mochizuki L, Rodrigues MB, Fernandes TD, Soares-Junior JM, et al. Biomechanical evaluation in runners with Achilles tendinopathy. *Clinics*. 2021;76.
44. Johnson CD, Tenforde AS, Outerleys J, Reilly J, Davis IS. Impact-Related Ground Reaction Forces Are More Strongly Associated With Some Running Injuries Than Others. *American Journal of Sports Medicine*. 2020 Oct 1;48(12):3072–80.
45. Ferreira VMLM, Oliveira RR, Nazareno TS, Freitas V L, Mendonca LD. Interaction of foot and hip factors identifies Achilles tendinopathy occurrence in recreational runners. *PHYSICAL THERAPY IN SPORT*. 2020 Sep;45:111–9.
46. Fernandes GL, Orssatto LBR, Sakugawa Raphael L. and Trajano GS. Lower motor unit discharge rates in gastrocnemius lateralis, but not in gastrocnemius medialis or soleus, in runners with Achilles tendinopathy: a pilot study. *Eur J Appl Physiol*. 2023 Mar;123(3):633–43.
47. O’Neill S, Barry S, Watson P. Plantarflexor strength and endurance deficits associated with mid-portion Achilles tendinopathy: The role of soleus. *Physical Therapy in Sport*. 2019 May 1;37:69–76.
48. Fernandes GL, Orssatto LBR, Shield AJ, Trajano GS. Runners with mid-portion Achilles tendinopathy have greater triceps surae intracortical inhibition than healthy controls. *Scand J Med Sci Sports*. 2022 Apr 1;32(4):728–36.
49. Skypala J, Hamill J, Sebera M, Elavsky S, Monte A, Jandacka D. Running-Related Achilles Tendon Injury: A Prospective Biomechanical Study in Recreational Runners. *J Appl Biomech*. 2023 Aug 1;39(4):237–45.
50. Jastifer JR. The Foot and Ankle in Ultramarathon Runners: Results of the Ultrarunners Longitudinal TRACKing (ULTRA) Study. *Foot Ankle Orthop*. 2023 Jul 1;8(3).
51. Becker J, James S, Wayner R, Osternig L, Chou LS. Biomechanical Factors Associated With Achilles Tendinopathy and Medial Tibial Stress Syndrome in Runners. *Am J Sports Med* [Internet]. 2017 Sep 1 [cited 2024 Mar 28];45(11):2614–21. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28581815/>
52. Munteanu SE, Barton CJ. Lower limb biomechanics during running in individuals with achilles tendinopathy: a systematic review. *J Foot Ankle Res* [Internet]. 2011 May 30 [cited 2024 Apr 7];4(1):15. Available from: </pmc/articles/PMC3127828/>
53. Sancho I, Malliaras P, Barton C, Willy RW, Morrissey D. Biomechanical alterations in individuals with Achilles tendinopathy during running and hopping: A systematic review with meta-analysis. *Gait Posture* [Internet]. 2019 Sep 1 [cited 2024 Mar 28];73:189–201. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31351358/>
54. Quarmby A, Mönning J, Mugele H, Henschke J, Kim MH, Cassel M, et al. Biomechanics and lower limb function are altered in athletes and runners with achilles tendinopathy compared with healthy controls: A systematic review. *Front Sports Act Living* [Internet].

- 2023 Jan 4 [cited 2024 Mar 28];4. Available from:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36685067/>
55. McAuliffe S, Tabuena A, McCreesh K, O’Keeffe M, Hurley J, Comyns T, et al. Altered Strength Profile in Achilles Tendinopathy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Athl Train* [Internet]. 2019 [cited 2024 Apr 7];54(8):889. Available from:
[/pmc/articles/PMC6761911/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36685067/)
 56. Reid D, McNair PJ, Johnson S, Potts G, Witvrouw E, Mahieu N. Electromyographic analysis of an eccentric calf muscle exercise in persons with and without Achilles tendinopathy. *Phys Ther Sport* [Internet]. 2012 Aug [cited 2024 Apr 10];13(3):150–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22814448/>
 57. Yu J. Comparison of Lower Limb Muscle Activity during Eccentric and Concentric Exercises in Runners with Achilles Tendinopathy. *J Phys Ther Sci* [Internet]. 2014 Sep 17 [cited 2024 Apr 10];26(9):1351–3. Available from:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25276014/>
 58. Kernozek TW, Knaus A, Rademaker T, Almonroeder TG. The effects of habitual foot strike patterns on Achilles tendon loading in female runners. *Gait Posture* [Internet]. 2018 Oct 1 [cited 2024 Apr 11];66:283–7. Available from:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30243212/>
 59. Rice H, Patel M. Manipulation of Foot Strike and Footwear Increases Achilles Tendon Loading During Running. *Am J Sports Med* [Internet]. 2017 Aug 1 [cited 2024 Apr 11];45(10):2411–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28460179/>
 60. Mousavi SH, Hijmans JM, Rajabi R, Diercks R, Zwerver J, van der Worp H. Kinematic risk factors for lower limb tendinopathy in distance runners: A systematic review and meta-analysis. *Gait Posture*. 2019 Mar 1;69:13–24.
 61. Sancho I, Malliaras P, Barton C, Willy RW, Morrissey D. Biomechanical alterations in individuals with Achilles tendinopathy during running and hopping: A systematic review with meta-analysis. *Gait Posture* [Internet]. 2019 Sep 1 [cited 2024 Apr 12];73:189–201. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31351358/>