UNIVERSIDAD EUROPEA DE VALENCIA

Facultad de Ciencias de la Salud

Grado en Fisioterapia

Trabajo Fin de Grado

Curso 2025-2026

Efectividad del ejercicio excéntrico sobre la intensidad de dolor, el grosor del tendón y la fuerza, en comparación con otras intervenciones, en pacientes con tendinopatía aquílea: Una revisión sistemática



Autor

D. Germain AZAIS-DAVY

Tutora

Dra. Aida HERRANZ GÓMEZ

Valencia, 2026

UNIVERSIDAD EUROPEA DE VALENCIA

Facultad de Ciencias de la Salud

Grado en Fisioterapia

Trabajo Fin de Grado

Curso 2025-2026

Efectividad del ejercicio excéntrico sobre la intensidad de dolor, el grosor del tendón y la fuerza, en comparación con otras intervenciones, en pacientes con tendinopatía aquílea: Una revisión sistemática

TRABAJO FINAL DE GRADO PRESENTADO POR:

D. Germain AZAIS-DAVY

TUTORA DEL TRABAJO:

Dra. Aida HERRANZ GÓMEZ

Valencia, 2026

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN ... 3
2. MATERIAL Y MÉTODOS ... 5
2.1. Criterios de inclusión y exclusión ... 5
2.1.1. Población ... 5
2.1.2. Intervención ... 5
2.1.3. Comparador ... 5
2.1.4. Variables de resultado ... 5
2.1.5. Diseño de estudio ... 6
2.2. Estrategia de búsqueda ... 6
2.3. Criterios de selección y extracción de datos ... 6
2.4. Evaluación de calidad metodológica ... 6
3. RESULTADOS ... 7
3.1. Características de los estudios incluidos ... 7
3.2. Resultados de la calidad metodológica ... 13
3.3. Resultados de las variables de estudio ... 13
4. DISCUSIÓN ... 17
4.1. Intensidad del dolor ... 17
4.2. Grosor del tendón ... 18
4.3. Fuerza muscular ... 19
4.4. Implicaciones clínicas ... 20
4.5. Perspectiva futura ... 21
4.6. Limitaciones ... 21
5. CONCLUSIONES ... 22
6. AGRADECIMIENTOS ... 22
7. REFERENCIAS ... 22
8. ANEXOS ... 26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de los estudios incluidos en la revisión sistemática. 9

Tabla 2. Calidad metodológica de los estudios incluidos (escala PEDro). 14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo PRSIMA 2020. 8

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Lista de verificación de los ítems PRISMA 2020. 26

Anexo 2. Estrategias de búsqueda adaptadas a las bases de datos. 30

LISTADO DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

DME: Diferencia de medias estandarizada.

EC: Ejercicio concéntrico.

ECA: Ensayo clínico aleatorizado.

EE: Ejercicio excéntrico.

IC 95 %: Intervalo de confianza al 95 %.

NRS: Numeric Rating Scale (escala numérica del dolor).

p: Valor de significación estadística.

PRISMA: Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses.

REVISIÓN SISTEMÁTICA

Efectividad del ejercicio excéntrico sobre la intensidad de dolor, el grosor del tendón y la fuerza, en comparación con otras intervenciones, en pacientes con tendinopatía aquílea: Una revisión sistemática.

Germain Azais-Davy[1]

1. Departamento de Fisioterapia, Nutrición y Ciencias del Deporte, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Europea de Valencia, Valencia, España

Resumen

Introducción: la tendinopatía aquílea constituye una de las lesiones musculoesqueléticas más prevalentes, representando aproximadamente el 20 % de las afecciones tendinosas. El ejercicio excéntrico (EE) se ha consolidado como el pilar del tratamiento conservador, aunque persiste el debate sobre su superioridad real frente a otras modalidades.

Objetivo: evaluar el efecto del EE, en comparación con el ejercicio concéntrico (EC), las ondas de choque y la ausencia de tratamiento, sobre la intensidad del dolor, el grosor del tendón y la fuerza muscular en pacientes con tendinopatía aquílea.

Material y métodos: se realizó una revisión sistemática siguiendo las directrices PRISMA 2020. La búsqueda se realizó en PubMed, SPORTDiscus y Web of Science hasta el 17 de febrero de 2026. Se incluyeron ensayos clínicos aleatorizados realizados en pacientes adultos con tendinopatía aquílea que comparasen el EE con EC, ondas de choque o ausencia de tratamiento, y que evaluasen la intensidad de dolor, el grosor del tendón y/o la fuerza muscular. La calidad metodológica se evaluó mediante la escala PEDro.

Resultados: se incluyeron nueve estudios con un total de 433 pacientes; el 88,9 % presentó buena calidad metodológica. En la intensidad del dolor, las intervenciones activas y las ondas de choque generaron mejoras intragrupales significativas ($p < 0,05$); en la comparación intergrupal entre EE y EC, dos de los cuatro ECAs reportaron superioridad del EE y los otros dos no hallaron diferencias significativas, mientras que frente a las ondas de choque no se observaron diferencias significativas entre grupos. En el grosor del tendón, los resultados intragrupales fueron heterogéneos y no se observaron diferencias significativas entre grupos ($p > 0,05$). En la fuerza muscular, no se hallaron diferencias significativas entre el EE y el EC ($p > 0,05$), aunque el EE mostró una tendencia numérica favorable; frente a la ausencia de tratamiento, el EE fue superior ($p < 0,05$).

Conclusión: el EE se mantiene como una opción terapéutica de primera línea en la tendinopatía aquílea, con beneficios consistentes sobre el dolor y la fuerza muscular, si bien su superioridad sobre el EC no fue homogénea y no se evidenciaron diferencias significativas frente a las ondas de choque. Sobre el grosor del tendón, los efectos fueron limitados e inconsistentes. Cualquier intervención activa o pasiva resultó superior a la ausencia de tratamiento.

Palabras clave: Tendinopatía aquílea; Ejercicio excéntrico; Ejercicio concéntrico; Ondas de choque; Dolor; Grosor del tendón; Fuerza muscular; Revisión sistemática.

SYSTEMATIC

Effectiveness of eccentric exercise on pain intensity, tendon thickness, and strength, compared to other interventions, in patients with Achilles tendinopathy: A systematic review.

Germain Azais-Davy[1]

1. Department of Physiotherapy, Nutrition, and Sports Sciences, Faculty of Health Sciences, European University of Valencia, Valencia, Spain

Abstract

Introduction: Achilles tendinopathy is one of the most prevalent musculoskeletal injuries, accounting for approximately 20% of tendon disorders. Eccentric exercise (EE) has become established as the cornerstone of conservative treatment, although debate persists regarding its actual superiority over other modalities.

Objective: To evaluate the effect of EE, compared with concentric exercise (CE), shockwave therapy and no treatment, on pain intensity, tendon thickness and muscle strength in patients with Achilles tendinopathy.

Material and methods: A systematic review was conducted following the PRISMA 2020 guidelines. The search was performed in PubMed, SPORTDiscus and Web of Science up to February 17, 2026. Randomized clinical trials conducted in adult patients with Achilles tendinopathy were included, provided they compared EE with CE, shockwave therapy or no treatment, and assessed pain intensity, tendon thickness and/or muscle strength. Methodological quality was assessed using the PEDro scale.

Results: Nine studies were included with a total of 433 patients; 88.9% showed good methodological quality. Regarding pain intensity, active interventions and shockwave therapy produced significant within-group improvements ($p < 0.05$); in the between-group comparison of EE versus CE, two of the four RCTs reported superiority of EE while the other two found no significant differences, whereas no significant between-group differences were observed compared with shockwave therapy. Regarding tendon thickness, within-group results were heterogeneous, and no significant between-group differences were observed ($p > 0.05$). Regarding muscle strength, no significant differences were found between EE and CE ($p > 0.05$), although EE showed a favorable numerical trend; compared with no treatment, EE was superior ($p < 0.05$).

Conclusion: EE remains a first-line therapeutic option in Achilles tendinopathy, with consistent benefits on pain and muscle strength, although its superiority over CE was not homogeneous and no significant differences were evidenced compared with shockwave therapy. Regarding tendon thickness, the effects were limited and inconsistent. Any active or passive intervention was superior to no treatment.

Keywords: Achilles tendinopathy; Eccentric exercise; Concentric exercise; Shockwave therapy; Pain; Tendon thickness; Muscle strength; Systematic review.

1. INTRODUCCIÓN

Las tendinopatías representan una de las afecciones musculoesqueléticas más comunes en la actualidad, con una prevalencia que alcanza aproximadamente el 6 % de la población general (1,2). El tendón de Aquiles, aunque destaca por ser uno de los más fuertes y gruesos del cuerpo humano, es también una de las localizaciones afectadas con mayor frecuencia (3,4). Las tendinopatías aquíleas representan cerca del 20 % de todas las lesiones tendinosas (5,6) y su incidencia ha aumentado recientemente debido, al menos en parte, al auge del ejercicio físico (7). Sin embargo, esta patología no es exclusiva de atletas: entre el 30 % y el 35 % de los casos ocurren en pacientes con un estilo de vida sedentario (8). De este modo, tanto el desuso como el sobreuso pueden contribuir a su desarrollo (8,9).

El riesgo de desarrollar esta patología es multifactorial, involucrando factores extrínsecos e intrínsecos (10). Entre los factores intrínsecos destacan la vascularización del tendón, la edad, el sexo, el peso corporal, la disfunción del complejo gastro-sóleo, las anomalías en el rango de movimiento del tobillo y los déficits en el control neuromuscular de la cadera (7,10). Los factores extrínsecos se relacionan principalmente con una carga mecánica excesiva y un tiempo de recuperación insuficiente entre sesiones de entrenamiento (9,11).

Desde una perspectiva anatómica, se distinguen dos tipos principales de tendinopatía aquílea según la localización afectada: insercional y no insercional (o de la porción media). En términos generales, la fisiopatología es una respuesta de curación fallida ante una sobrecarga continua sin recuperación adecuada (7,11). Por este motivo se emplea el término "tendinopatía" y no "tendinitis", puesto que este último implica una actividad inflamatoria que no siempre está presente (11,12). Aunque ambas localizaciones presentan similitudes, su proceso fisiopatológico es diferente y requieren enfoques terapéuticos diferenciados (13).

A nivel tisular, la tendinopatía se asocia con la proliferación desordenada de tenocitos, la desorganización de las fibras de colágeno, el aumento de la matriz no colagenosa y el aumento del grosor y de proteoglicanos (7,11,12). Estas alteraciones reducen la capacidad de tensión del tendón y alteran sus propiedades viscoelásticas (11,12). Estos cambios se traducen clínicamente en dolor e inflamación (14), con una reducción de la capacidad de carga y de la fuerza en flexión plantar (10,11). Sumados a cambios morfométricos como el aumento del grosor tendinoso, generan limitaciones funcionales significativas (10,11). Las manifestaciones clínicas son heterogéneas, desde una molestia persistente hasta la incapacidad severa (14), restringiendo actividades de la vida diaria y el rendimiento deportivo, con disminución de la calidad de vida y absentismo laboral (14). A largo plazo, su carácter crónico promueve un ciclo de desuso que perpetúa la incapacidad funcional (7). En cuanto al diagnóstico, la anamnesis y la exploración física detallada son elementos clave (7,15).

Pruebas como la palpación del tendón y el reporte subjetivo de dolor en la porción media (2–6 cm por encima de la inserción calcánea) suelen ser fiables (16). Las técnicas de imagen, como la ecografía o la resonancia magnética, pueden aportar información adicional, aunque el diagnóstico es principalmente clínico (15).

A pesar de su prevalencia, el manejo de las tendinopatías aquíleas sigue siendo un desafío, con limitadas modalidades de tratamiento de evidencia sólida (17). El enfoque inicial es principalmente conservador, incluyendo el ejercicio excéntrico (EE), las ondas de choque de baja energía o los antiinflamatorios no esteroideos (3,14,15). Cuando el tratamiento conservador fracasa, se considera la intervención quirúrgica, con técnicas que van desde el abordaje abierto a procedimientos mínimamente invasivos que presentan una alta tasa de éxito (3,14,15).

El ejercicio terapéutico se ha consolidado como uno de los ejes centrales del tratamiento. Según Silbernagel et al. (18), permite aplicar la carga mecánica necesaria para promover la remodelación tendinosa, disminuir el dolor y mejorar la resistencia y la fuerza de los gemelos, con mejor respuesta cuando se aplican cargas altas de larga duración. En este contexto, las modalidades con mayor presencia en la literatura son las contracciones excéntricas y concéntricas (10). Las excéntricas, pilar del tratamiento conservador, aplican carga sobre el músculo en fase de alargamiento (10). Según O'Neill et al. (19), su relevancia reside en la capacidad de generar una carga mecánica específica que modifica el comportamiento del tendón y permite su adaptación (10). Las concéntricas implican la carga en fase de acortamiento; aunque habitualmente consideradas menos eficaces, existen protocolos con resultados clínicos positivos (10,20).

Sin embargo, Silbernagel et al. (18) indican que la clave del éxito terapéutico podría no depender únicamente del tipo de contracción. En línea con esta afirmación, Bohm et al. (21) demostraron, en un metaanálisis, que la adaptación en rigidez tendinosa depende de la intensidad de la, no del tipo de contracción, siendo las intensidades superiores al 70 % de la contracción voluntaria máxima las que producen adaptaciones significativas. Lazarczuk et al. (22) concluyeron que no existe evidencia solida de que el modo de contracción sea un factor independiente de adaptación tendinosa, y Morrison y Cook (23) ratificaron esta afirmacion. Malliaras et al. (20) encontraron evidencia limitada y contradictoria de superioridad del EE, y Kongsgaard et al. (24) observaron resultados clínicos comparables entre protocolos excéntricos y de resistencia pesada y lenta en tendinopatía rotuliana. A pesar de esta evidencia, el EE sigue siendo la modalidad predominante (18), destacando los protocolos de Alfredson y de Stanish y Curwin como los más ampliamente utilizados (25).

En relación con la intensidad del dolor, tanto los programas excéntricos como concéntricos y de resistencia pesada y lenta han demostrado mejoras significativas en Escala Visual Analógica y escala *Victorian Institute of Sports Assessment*, sin establecer la superioridad de ninguna modalidad (20,25). En la fuerza, Bohm et al. (21) señalan que las ganancias responden más a la intensidad de la carga que al tipo de contracción, aunque el EE podría facilitar cargas elevadas con menor demanda metabólica (22). En el grosor tendinoso, Färnqvist et al. (26) concluyen que existe evidencia sólida de que el grosor no

disminuye en paralelo con la mejora clínica tras el EE, y que la relación entre adaptación estructural y evolución clínica sigue sin estar clara.

La ausencia de consenso claro en la evidencia científica disponible sobre la efectividad del EE justifica la necesidad de evaluar mediante revisión sistemática si esta modalidad es realmente superior a otras intervenciones.

1.1. Hipótesis y objetivos

La hipótesis de la presente revisión sistemática fue que las intervenciones basadas en EE presentarían un mayor efecto positivo sobre la intensidad del dolor, el grosor del tendón y la fuerza muscular, en comparación con las de ondas de choque, el ejercicio concéntrico (EC) o la ausencia de tratamiento en pacientes con tendinopatía aquílea.

El objetivo principal de la presente revisión sistemática fue evaluar el efecto del EE, en comparación con las ondas de choque, el EC o la ausencia de tratamiento, sobre la intensidad de dolor, el grosor del tendón y la fuerza muscular en pacientes con tendinopatía aquílea.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una revisión sistemática siguiendo los Elementos de Información Preferidos para Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis (PRISMA, por sus siglas en inglés) 2020 (**Anexo 1**) (27). El protocolo de la revisión sistemática no se registró en el registro internacional PROSPERO al tratarse de un trabajo académico.

2.1. Criterios de inclusión y exclusión

Para la selección de los artículos en esta revisión, se establecieron criterios basados en la pregunta PICOs (Población, Intervención, Comparador, Variable y Diseño, detallados a continuación.

2.1.1. Población

Se incluyeron estudios con pacientes mayores de 18 años, sin restricción de sexo, que presentaran un diagnóstico clínico de tendinopatía aquílea, independientemente de si la afectación se localizaba en la porción media o en su inserción calcánea. El diagnóstico clínico de tendinopatía debió ser confirmado mediante exploración física (presencia de dolor a la palpación, engrosamiento tendinoso y pruebas de carga funcional positiva) y mediante pruebas de imagen complementarias como ecografía o resonancia magnética. Se seleccionaron estudios que incluyesen tanto a pacientes sedentarios como a deportistas, recreacionales o de élite. Se excluyeron aquellos con antecedentes de rotura total del tendón de Aquiles y/o cirugía previa en dicha localización anatómica en los últimos seis meses.

2.1.2. Intervención

Se incluyeron aquellos estudios en los que al menos un grupo de estudio empleó una intervención basada en un protocolo de EE independientemente de la frecuencia, intensidad o duración total del programa de carga.

2.1.3. Comparador

El grupo de comparación incluyó otra técnica de tratamiento (específicamente, ondas de choque), otra modalidad de ejercicio (específicamente, EC) o la ausencia de tratamiento.

2.1.4. Variables de resultado

Se incluyeron estudios que evaluasen al menos una de las siguientes variables de resultado: intensidad de dolor, grosor del tendón y/o fuerza muscular de los gastrocnemios. Los

estudios debían presentar los datos en formato numérico y/o gráfico.

2.1.5. Diseño de estudio

Se incluyeron ensayos clínicos aleatorizados (ECA) o ensayos clínicos controlados. No hubo restricciones por fecha de publicación, idioma ni estado de la publicación.

2.2. Estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda sistemática de literatura científica en las siguientes bases de datos científicas del ámbito de la salud y las ciencias del deporte: MEDLINE (PubMed), SPORTDiscus y Web of Science. Las búsquedas se realizaron desde el inicio de cada base de datos, respectivamente, hasta el 17 de febrero de 2026.

Para la construcción de la estrategia de búsqueda se combinaron, mediante los operadores booleanos AND y OR, descriptores codificados MeSH (Medical Subject Headings) y no codificados o términos libres. En el **Anexo 2** se muestra la estrategia de búsqueda adaptada a cada base de datos. Complementariamente a la búsqueda en bases de datos, se llevó a cabo una búsqueda manual para minimizar el riesgo de omitir literatura relevante. Este proceso consistió en el análisis de las listas de referencias bibliográficas de los artículos seleccionados y de revisiones sistemáticas previas identificadas durante la búsqueda inicial. Asimismo, se identificaron artículos adicionales mediante la técnica de "búsqueda inversa" o rastreo de citas en artículos que abordaban la misma temática en la base de datos PubMed. Todos los estudios identificados, independientemente del método empleado de los descritos, fueron sometidos al mismo proceso de cribado en base a con los criterios de inclusión definidos en esta revisión.

2.3. Criterios de selección y extracción de datos

Las referencias identificadas en las búsquedas sistemáticas se exportaron al software Rayyan QCRI, que se utilizó para eliminar duplicados y realizar el proceso de selección en dos fases (28). En primer lugar, se evaluó la relevancia de los estudios, según los criterios de inclusión y exclusión, utilizando la información del título, el resumen y las palabras clave del estudio. Si la información era insuficiente, se revisaba el texto completo. En la segunda fase de cribado, se evaluó el texto completo de cada estudio para determinar si cumplía los criterios de inclusión. El proceso de selección de artículos fue realizado por un único revisor, al tratarse de un trabajo de carácter académico.

Las características de los estudios y los datos de los resultados fueron extraídas por un único revisor mediante el uso de un protocolo estructurado, diseñado para garantizar la obtención de la información más relevante de cada investigación. En cumplimiento con la estrategia PICO, el proceso de extracción se centró en las características de la muestra (p. ej. aspectos demográficos y clínicos de los sujetos) de los programas de intervención y los comparadores (p. ej. duración o frecuencia) así como de las variables de estudio (p. ej. instrumentos de medición o test funcionales). Finalmente, se sintetizó el resultado principal y la conclusión de cada investigación.

2.4. Evaluación de calidad metodológica

Se evaluó la calidad metodológica mediante la escala PEDro (29-31).Esta escala evalúa la validez interna y externa de un estudio a través de 11 criterios: 1) criterios de elegibilidad del estudio especificados; 2) asignación aleatoria de

los sujetos; 3) asignación oculta; 4) medida de similitud entre los grupos al inicio del estudio; 5) cegamiento de los sujetos; 6) cegamiento del terapeuta; 7) cegamiento del evaluador; 8) menos del 15% de abandonos; 9) análisis por intención de tratar; 10) comparaciones estadísticas entre grupos; y 11) medidas puntuales y datos de variabilidad. Los criterios se puntuaron como sí (un punto) o no/desconocido (cero puntos). La puntuación PEDro proporcionó un indicador de la calidad metodológica de cada estudio (9-10 = excelente; 6-8 = buena; 4-5 = aceptable; 3-0 = deficiente) (29).

3. RESULTADOS

La presente revisión sistemática incluyó nueve ECAs (**Figura 1**) (32-40).

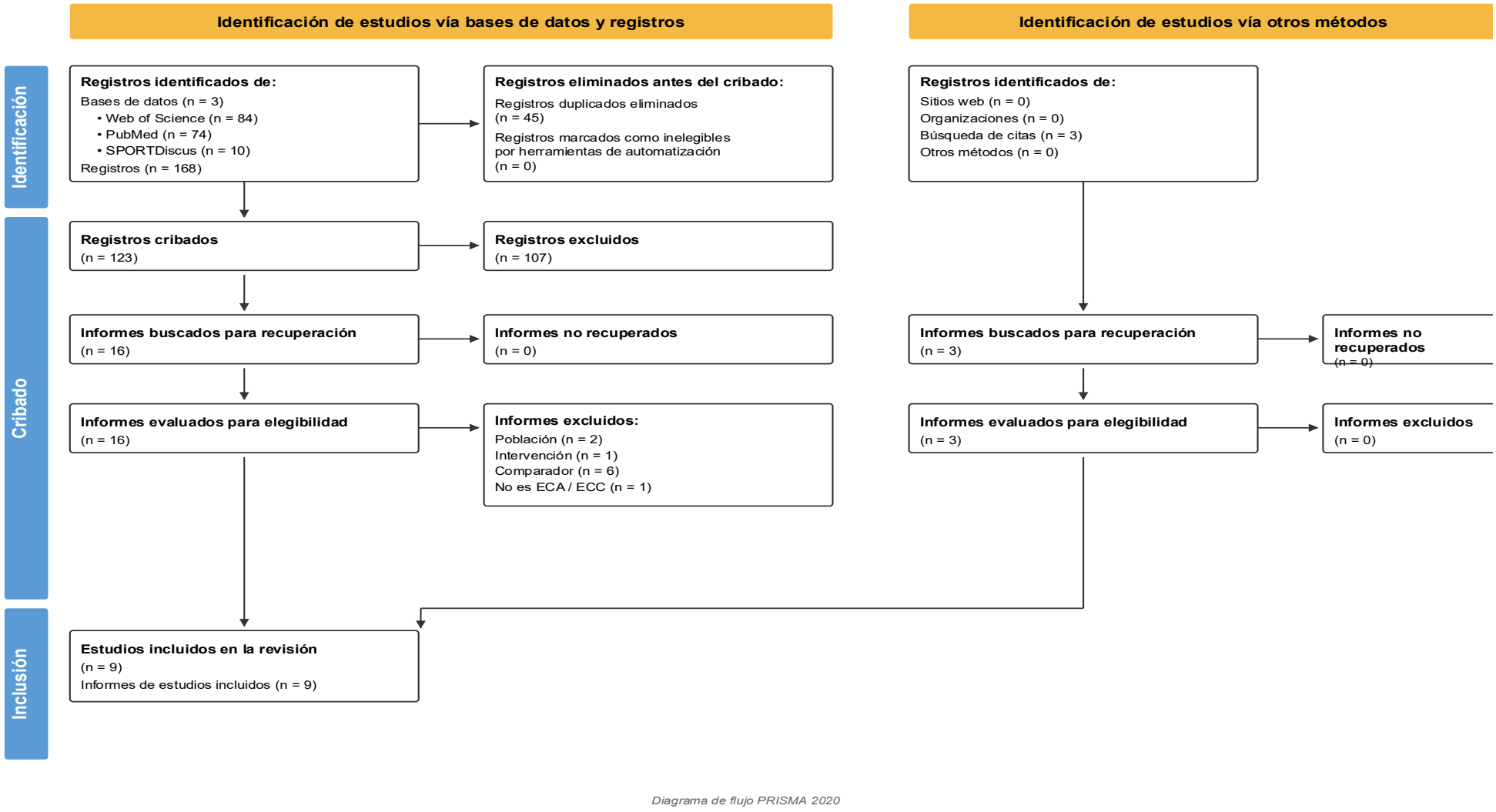
3.1. Características de los estudios incluidos

La muestra global de la presente revisión sistemática está integrada por un total de 433 pacientes en los nueve estudios incluidos (32-40). La distribución por sexos presenta una composición equilibrada, con una ligera prevalencia masculina: 222 hombres (51,3%) y 211 mujeres (48,7%). Ocho de los nueve estudios incluyeron muestra femenina y masculina, mientras que Yu et al. (40) únicamente incluyeron participantes masculinos. El rango de edad de los pacientes fue desde los 18 hasta los 70 años, con una media de edad de 40,6±10,2 años. Respecto a la localización anatómica de la lesión, en tres artículos (164 pacientes) se estudió tendinopatía de Aquiles no insercional (32,33,37), un estudio (50 pacientes) evaluó tendinopatía insercional (38) y, Los cinco artículos restantes (219 pacientes) no detallaron explícitamente el carácter insercional o no insercional en sus criterios de selección (34-36,39,40).

El nivel de actividad física no fue reportado de forma uniforme entre los estudios incluidos. En los cinco ECAs que sí lo reportaron (33-35,37,38), el 52 % de la muestra, una vez excluido Horstmann et al. (34) por reclutar exclusivamente corredores recreativos) realizaba actividad física regular de tipo recreativo de intensidad leve a moderada, mientras que el 48 % restante se clasificó como sedentario. Ninguno de los estudios incluyó atletas de élite. Los cuatro ECAs restantes no reportaron el nivel de actividad física o lo describieron solo de forma cualitativa (32,36,39,40). En la **Tabla 1** se muestra las características de los ECAs incluidos en la revisión sistemática.

En cuanto al grupo de intervención, los nueve estudios incluidos implementaron un programa de EE como modalidad terapéutica principal (32-40). De estos, siete estudios se basaron en el protocolo de EE de Alfredson (33-35,37-40). Este protocolo consiste habitualmente en ejercicios de descenso del talón, realizados tanto con la rodilla extendida como flexionada, con el objetivo de aplicar una carga mecánica controlada sobre la unidad musculotendinosa del tríceps sural. Por su parte, los dos estudios restantes (32,36) emplearon variantes específicas adaptadas, centradas en la modulación del torque y el control neuromuscular durante la fase de alargamiento muscular.

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA 2020.



Fuente: *Page et al. (2021). Declaración PRISMA 2020. (27)*

Tabla 1. Descripción de los estudios incluidos en la revisión sistemática

Estudio, diseño	Características de la muestra	Grupos y duración	Variable / Instrumento	Resultados
Contreras-Hernández et al., 2025 (32) ***ECA***	n = 26 pacientes 14 hombres, 12 mujeres Edad media: 29,04 ± 8,46 años Tendinopatía no insercional del tendón de Aquiles	Intervención: EE Control: EC Duración: 6 semanas	Dolor VISA-A Grosor Ecografía, elastografía Fuerza mvc torque (dinamómetro)	**Dolor** – 6 semanas: • Visa-a: las puntuaciones aumentaron de manera similar entre los grupos (efecto del tiempo F = 23,18; p < 0,001), con un aumento significativo a partir de la semana 6. Sin diferencias intergrupales significativas (p > 0,05) **Grosor del tendon**: • Grosor a 2, 4 y 6 cm y área de sección transversal: sin cambios significativos en ningún grupo (p > 0,18 en todos los casos). **Fuerza muscular** (MVC torque): • Efecto significativo del tiempo (F = 17,53; p < 0,0001), con aumentos significativos en ambos grupos desde la línea base a la semana 3, y de la semana 3 a la semana 6 (p < 0,0001). • Sin diferencias intergrupales significativas en la ganancia de fuerza (p = 0,89). • Comparación de fuerza (Nm/kg) entre grupos: – Pre-tratamiento: EE = 1,18 ± 0,26; EC = 1,13 ± 0,35. – Semana 3: EE = 1,30 ± 0,25; EC = 1,22 ± 0,40. – Semana 6: EE = 1,45 ± 0,26; EC = 1,37 ± 0,45.
Demir Benli et al., 2022 (33) ***ECA***	n=63 pacientes 40 mujeres, 23 hombres Edad media: 37.3±12.2; 18 a 55 años	Intervención: EE Control: ondas de choque Duración: 3 meses	Dolor EVA	**Dolor** (Eva) – 12 semanas: • Pre-tratamiento: EE = 5,9 ± 2,4; ondas de choque = 6,3 ± 2,2. Diferencia intergrupal no significativa (p = 0,551). • Post-tratamiento: EE = 2,6 ± 2,5; ondas de choque = 2,6 ± 2,3. Reducción intragrupal significativa en ambos (EE: p < 0,001; ondas de choque: p < 0,001). Diferencia intergrupal no significativa (p = 0,643).

Estudio, diseño	Características de la muestra	Grupos y duración	Variable / Instrumento	Resultados
	Tendinopatía crónica de tendón de Aquiles media porción		Grosor Ecografía	**Grosor del tendon**: • EE: aumento significativo intragrupal tras el tratamiento (p = 0,002). • Ondas de choque: disminución no significativa intragrupal (p = 0,173).
Horstmann et al., 2013 (34) ***ECA***	n=58 32 hombres y 26 mujeres Edad media: 45 años Tendinopatía de Aquiles	Intervención: EE Control: ausencia de tratamiento Duración: 3 meses	Dolor EVA Fuerza Dinamómetro isocinético	**Dolor** (EVA) – 12 semanas: • Inserción ósea: EE pre-tratamiento = 25,4 → post-tratamiento = 5,6; ausencia tratamiento pre-tratamiento = 23,3 → post-tratamiento = 11,9. Diferencia intergrupal no significativa (p = 0,721). • A 2 cm proximal de la inserción (mitad del tendón): EE pre-tratamiento = 69,0 → post-tratamiento = 22,6 (intragrupal p < 0,05); ausencia tratamiento pre = 62,6 → post = 45,1 (intragrupal p < 0,05). Diferencia intergrupal significativa a favor del EE (p = 0,049). • Unión miotendinosa: EE pre-tratamiento = 47,0 → post-tratamiento = 16,4 (intragrupal p < 0,05); ausencia tratamiento pre = 18,7 → post= 39,3 (empeoramiento). Diferencia intergrupal significativa a favor del EE (p = 0,001). **Fuerza** – Torque resistivo pasivo del tobillo: • El torque pasivo aumentó con el incremento de la dorsiflexión en todos los grupos (p < 0,001). • Los torques durante la flexión plantar excéntrica y durante la flexión plantar/dorsiflexiones concéntricas aumentaron desde el inicio hasta el seguimiento en el grupo EE (p < 0,05), pero no en el grupo de ausencia de tratamiento.
Mafi et al., 2001 (35) ***ECA***	n= 44 24 hombres y 20 mujeres Edad media= 48 años Tendionopatia de Aquiles 25 deportistas y 19 no	Intervención: EE Control: EC Duración: 3 meses	Dolor EVA	**Dolor** (EVA) – 12 semanas: • Pacientes satisfechos que retomaron el nivel de actividad previo: 18/22 (82%) en EE vs. 8/22 (36%) en EC. Diferencia intergrupal significativa a favor del EE (p < 0,002).
Niesen-Vertommen et al., 1992 (36)	n= 17 pacientes 10 hombres, 7 mujeres	Intervención: EE Control: EC	Dolor Escala 0-10	**Dolor** (escala 0-10) – 12 semanas: • Inicial: EC = 6,5; EE = 6,0.

Estudio, diseño	Características de la muestra	Grupos y duración	Variable / Instrumento	Resultados
ECA	Edad Media: 34.8 años 22 a 49 años Tendinitis de Aquiles crónica (duración de 4 semanas a 2.6 años).	Duración: 3 meses		• Final: EC bajó 3,0 puntos; EE bajó 4,7 puntos. Reducción intragrupal significativa en ambos ($p < 0,01$). • Diferencia intergrupal (promediada en 4 evaluaciones): significativa a favor del EE ($p < 0,01$). pero la interacción tiempo*grupo no fue significativa. ($p > 0,05$) • Tres veces más sujetos sin dolor en el grupo EE (3 vs. 1). **Fuerza** – Peak torque y average torque): • Efecto lineal del tiempo significativo en ambos grupos ($p < 0,001$). • El grupo EE mostró mayores incrementos numéricos en torque promedio y pico, pero la diferencia intergrupal no alcanzó la significancia estadística.
			Fuerza Dinamómetro isocinético KIN/COM	
Rompe et al., 2007 (37) ***ECA***	n=75 pacientes Edad media= 49 años 46 mujeres y 29 hombres Tendinopatía de Aquiles crónica no insercional	Intervención: EE Control 1: ondas de choque Control 2: ausencia de tratamiento Duración: 4 meses	Dolor VISA-A	**Dolor** (VISA-A) – 12 semanas: • Pre-tratamiento: EE = 50,6 ± 11,5; ondas de choque = 50,3 ± 11,7; ausencia tratamiento = 48,2 ± 9,0. Diferencias intergrupales no significativa. • Post-tratamiento: EE = 75,6 ± 18,7; ondas de choque = 70,4 ± 16,3; ausencia tratamiento = 55,0 ± 12,9. Mejora intragrupal significativa en EE y ondas de choque ($p < 0,01$). • EE vs. ondas de choque: diferencia intergrupal no significativa ($p = 0,259$). • EE vs. ausencia tratamiento: diferencia intergrupal significativa a favor del EE ($p < 0,001$). • Ondas de choque vs. ausencia tratamiento: diferencia intergrupal significativa a favor de las ondas de choque ($p < 0,001$). **Grosor del tendon** – 12 semanas: • Ningún grupo mostró cambios significativos en las dimensiones del tendón de Aquiles afectado en comparación con la medición ecográfica inicial.
			Grosor Ecografía	
Rompe et al., 2008 (38) ***ECA***	n = 50 pacientes 30 mujeres, 20 hombres Edad media: 40 años	Intervención: EE Control: ondas de choque	Dolor VISA-A	**Dolor** (VISA-A) – 16 semanas: • Pre-tratamiento: EE = 52,7 ± 8,4; ondas de choque = 53,2 ± 5,8. Diferencia intergrupal no significativa.

Estudio, diseño	Características de la muestra	Grupos y duración	Variable / Instrumento	Resultados
	Tendinopatía de Aquiles insercional crónica 21 no deportistas, 29 deportistas	Duración: 4 meses		• Post-tratamiento: EE = 63,4 ± 12,0; ondas de choque = 79,4 ± 10,4. Mejora intragrupal significativa en ambos. Diferencia intergrupal significativa a favor de las ondas de choque (p = 0,005).
Sharma y Chandak, 2020 (39) ***ECA***	n= 68 pacientes Edad media 43 años Género: 38 hombres, 30 mujeres Tendinopatía de Aquiles crónica (síntomas por un mínimo de 2 meses).	Intervención: EE Control: ondas de choque Duración: 12 semanas	Dolor EVA	**Dolor** (EVA): • pre-tratamiento: EE = 7,3; ondas de choque = 7,5. • 6 semanas: EE = 2,9 (-60,2%); ondas de choque = 3,4 (-54,6%). • post-tratamiento: EE = 1,8 (-75,3%); ondas de choque = 2,7 (-64,0%). • Reducción intragrupal significativa en ambos grupos en cada seguimiento (p < 0,01). • Diferencia intergrupal significativa a favor del EE (p < 0,01).
Yu et al., 2013 (40) ***ECA***	n = 32 pacientes (hombres) Edad media: 20 años Tendinopatía de Aquiles	Intervención: EE Control: EC Duración: 2 mes 3 sesiones/semana	Dolor EVA Fuerza Dinamómetro isocinético (Biodex)	**Dolor** (EVA) – 8 semanas: • Cambios pre-tratamiento - post-tratamiento: EE = -3,56 ± 0,60 (intragrupal p < 0,05); EC = -2,46 ± 0,66 (intragrupal p < 0,05). • Diferencia intergrupal: significativa a favor del EE (p < 0,05). **FUERZA MUSCULAR** – 8 semanas (cambio pre-tratamiento - post-tratamiento): • Peak torque flexión de rodilla: EE = 10,48 ± 13,10; EC = 7,68 ± 18,83. Intergrupal no significativa (p = 0,735). • Peak torque flexión plantar de tobillo: EE = 9,47 ± 11,04; EC = 7,97 ± 10,94. Intragrupal EE p < 0,05; intragrupal EC= (p > 0,05); intergrupal no significativa (p = 0,789).

Abreviaturas: ECA = ensayo clínico aleatorizado; EE = ejercicio excéntrico; EC = ejercicio concéntrico; EVA = escala visual analógica (visual analogue scale); VISA-A = Victorian Institute of Sports Assessment – Achilles; NRS = escala numérica del dolor (numeric rating scale); R-FFI = Revised Foot Function Index; MVC = contracción voluntaria máxima (maximal voluntary contraction); KIN/COM = dinamómetro isocinético KIN/COM; Nm = Newton metro; IC 95 % = intervalo de confianza del 95 %; pre-tratamiento = previo al tratamiento; post-tratamiento = posterior al tratamiento; sem = semanas; n = tamaño muestral; p = p valor.

Fuente: elaboración propia

En relación con el grupo de comparación, hubo tres abordajes principales. Por un lado, cuatro estudios compararon el efecto del EE con EC (32,35,36,40). En estos estudios, el protocolo se concentró exclusivamente en la fase de acortamiento del complejo tríceps sural; los pacientes realizaban la elevación activa del talón, centrando la carga en la fase de ascenso y evitando el énfasis en la fase de descenso lento típica del EE. Cuatro ECAs utilizaron como comparador terapia de ondas de choque extracorpóreas (33,37-39), aplicando impulsos acústicos de alta energía directamente sobre el tejido lesionado para estimular la regeneración tisular. Finalmente, dos ECAs incluyeron una comparación entre el EE y la ausencia de tratamiento (34,37). En este enfoque, los pacientes no recibieron ninguna intervención terapéutica activa, siendo informados sobre su patología y permitiendo el seguimiento de la evolución natural de la lesión para servir como grupo control de referencia (32,36).

En relación con el periodo de seguimiento, todos los estudios evaluaron la eficacia del EE comparando los datos previos a la intervención con los obtenidos al finalizar el tratamiento (32,34-38,40). Si bien dos estudios aportaron datos de seguimiento a más largo plazo tras la intervención, estos datos no fueron analizados en la presente revisión por la imposibilidad de comparación debido a la limitada disponibilidad de datos posteriores a un periodo de seguimiento (33,39). Las características detalladas de estas evaluaciones se encuentran en la **Tabla 1**.

La duración total de las intervenciones osciló entre seis (32) y 16 semanas (37,38). Asimismo, la frecuencia de las sesiones varió entre una y siete veces por semana, con una duración por sesión que fluctuó entre los 15 y los 45 minutos (32-40).

3.2. Resultados de la calidad metodológica

En cuanto a la calidad metodológica de los ECAs incluidos, ocho estudios (88,9%) presentaron buena calidad (32-38,40) mientras que el estudio restante (11,1%) presentó una calidad justa (39). Los resultados detallados se presentan en la **Tabla 2**.

3.3. Resultados de las variables de estudio

Los resultados de las variables evaluadas que se presentan a continuación hacen referencia al corto plazo, entre las evaluaciones previa y posterior a la intervención.

3.3.1. Intensidad del dolor

Los nueve ECAs incluidos en esta revisión sistemática evaluaron la intensidad del dolor en pacientes con tendinopatía aquílea (32-40). En cuanto a los instrumentos de medida, la escala visual analógica fue el método más utilizado, empleada en cinco estudios (33-35,39,40), seguida por la escala VISA-A, utilizada en tres estudios (32,37,38), y la escala numérica del dolor (NRS), empleada en el estudio restante (36). En cuanto a las comparativas realizadas, cuatro ECAs compararon dos modalidades de terapia activa, el EE y el EC (32,35,36,40). Cuatro ECAs compararon una terapia activa (EE) frente a una terapia pasiva mediante ondas de choque extracorpóreas (33,37-39). Por último, dos ECAs compararon el EE frente a la ausencia de tratamiento (34,37). Cabe destacar que Rompe et al. (37) presentaron un diseño de tres grupos (EE, ondas de choque y ausencia de tratamiento), motivo por el cual se contabiliza tanto

Tabla 2. Resultados de la evaluación de la calidad metodológica de los estudios incluidos (escala PEDro)

Autor, año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Puntuación
Contreras-Hernández et al., 2025 (32)	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	**7/10**
Demir Benli et al., 2022 (33)	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	**7/10**
Horstmann et al., 2013 (34)	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	**7/10**
Mafi et al., 2001 (35)	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	**6/10**
Niesen-Vertommen et al., 1992 (36)	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	**6/10**
Rompe et al., 2007 (37)	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	**8/10**
Rompe et al., 2008 (38)	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	**8/10**
Sharma & Chandak, 2020 (39)	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	**5/10**
Yu et al., 2013 (40)	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	**7/10**

1. Criterios de elegibilidad; 2. Asignación aleatoria; 3. Asignación oculta; 4. Similitud al inicio; 5. Cegamiento de los sujetos; 6. Cegamiento de los terapeutas; 7. Cegamiento de los evaluadores; 8. Medición en >85 % de los sujetos; 9. Análisis por intención de tratar; 10. Comparación estadística entre grupos; 11. Medidas puntuales y de variabilidad.

Nota: El criterio 1 (criterios de elegibilidad) aparece tachado porque no contribuye a la puntuación total de la escala PEDro. La puntuación máxima es 10. Valores: 1 = cumple el criterio, 0 = no cumple el criterio.

Fuente: Elaboración propia

En relación con la comparación intragrupal, los nueve ECAs incluidos reportaron un efecto positivo estadísticamente significativo entre las comparaciones previa y posterior a la intervención en los grupos de intervención, tanto en las terapias activas (EE y EC) como en la terapia pasiva con ondas de choque ($p < 0,05$) (32-40). El grupo control de ausencia de tratamiento no registró cambios significativos en el dolor o, incluso, presentó una evolución desfavorable (34,37).

En cuanto a la comparación entre grupos tras la intervención, los resultados fueron controversiales según el tipo de comparación. En la comparación entre terapias activas (EE frente a EC), tres de los cuatro ECAs presentaron resultados numéricamente favorables al EE (35,36,40). De estos, dos alcanzaron la significancia estadística intergrupal ($p < 0,05$) (35,40), mientras que el tercero, aunque mostró una tendencia favorable al grupo de EE, no presentó diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$). El estudio restante no halló diferencias significativas entre ambas modalidades activas (32) ($p > 0,05$).

En la comparación entre la terapia activa (EE) y la terapia pasiva con ondas de choque, los resultados se vieron influidos por la localización anatómica de la lesión. En la tendinopatía no insercional, los hallazgos no fueron uniformes: Rompe et al. (37) no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el EE y las ondas de choque ($p = 0,259$), mientras que Sharma y Chandak (39) reportaron una diferencia intergrupal significativa a favor del EE ($p < 0,01$). Por su parte, Demir Benli et al. (33) tampoco encontraron diferencias significativas entre EE y ondas de choque ($p = 0,643$). En cambio, en la tendinopatía insercional, la terapia pasiva con ondas de choque resultó significativamente más eficaz que la terapia activa con EE (38) ($p = 0,005$). Por último, en la comparación entre la terapia activa (EE) y la ausencia de tratamiento, el EE mostró una superioridad estadísticamente significativa en ambos ECAs (34,37) ($p < 0,001$).

3.3.2. Grosor del tendón

De los nueve ECAs incluidos en esta revisión, tres evaluaron el grosor del tendón como variable de resultado (32,33,37). En cuanto a los instrumentos de medida, todos ellos emplearon la ecografía para cuantificar los cambios morfométricos del tendón, evaluando tanto el diámetro anteroposterior como el área de sección transversal.

En cuanto a las comparativas realizadas, un ECA comparó una terapia activa (EE) frente a otra terapia activa (EC) (32), otro ECA comparó una terapia activa (EE) frente a una terapia pasiva con ondas de choque (33) y el tercer ECA, de diseño de tres grupos, comparó el EE frente a las ondas de choque y frente a la ausencia de tratamiento (37).

Los resultados intragrupales fueron controversiales. Por una parte, Demir Benli et al. (33) reportaron un aumento intragrupal significativo del grosor tendinoso en el grupo de EE ($p = 0,002$), mientras que el grupo de ondas de choque mostró una disminución no significativa ($p = 0,173$). Por otra parte, ni Contreras-Hernández et al. (32) ni Rompe et al. (37) hallaron cambios intragrupales significativos en las dimensiones del tendón en ninguno de sus grupos tras la intervención ($p > 0,05$).

En cuanto a la comparación intergrupal, no se hallaron diferencias estadísticamente significativas en el grosor tendinoso entre el EE y el EC (32) ($p = 0,89$). En la comparación entre la terapia activa (EE) y la terapia pasiva con ondas de choque, ninguno de los dos ECAs que evaluaron esta variable reportó un análisis intergrupal formal del grosor del tendón, por lo que no es posible establecer la superioridad de una intervención sobre la otra en términos morfométricos a partir de los datos disponibles (33,37).

3.3.3. Fuerza muscular

De los nueve ECAs incluidos en esta revisión, cuatro evaluaron la fuerza muscular como variable de resultado en pacientes con tendinopatía aquílea (32,34,36,40). En cuanto a los instrumentos de medida, todos ellos emplearon un dinamómetro isocinético para cuantificar parámetros de fuerza relacionados con la función de los gastrocnemios, principalmente el torque pico en flexión plantar de tobillo y, en algunos casos, el torque pico en flexión de rodilla y la contracción voluntaria máxima.

En cuanto a las comparativas realizadas, tres ECAs compararon dos terapias activas entre sí (EE frente a EC) (32,36,40) y un ECA comparó una terapia activa (EE) frente a un grupo control con ausencia de tratamiento (34).

En relación con la comparación intragrupal, los resultados fueron controversiales. En dos de los tres ECAs que compararon ambas terapias activas, tanto el grupo de EE como el de EC presentaron mejoras intragrupales significativas en los parámetros de fuerza evaluados (32,36) ($p < 0,001$). Por el contrario, en el ECA de Yu et al. (40), las mejoras intragrupales no fueron simétricas entre ambos grupos: el grupo de EE alcanzó un incremento intragrupal estadísticamente significativo en el peak torque de flexión plantar de tobillo ($p < 0,05$), mientras que el grupo de EC no alcanzó la significancia intragrupal en este mismo parámetro ($p = 0,789$). En el parámetro de flexión de rodilla el EE hubo resultados mejores, pero no alcanzaron una diferencia intragrupal estadísticamente significativa. En el ECA que comparó el EE frente a la ausencia de tratamiento, el grupo de EE presentó incrementos intragrupales significativos en los torques de flexión plantar excéntrica y de flexión plantar/dorsiflexiones concéntricas (34) ($p < 0,05$), mientras que el grupo de ausencia de tratamiento no mostró cambios significativos en la comparación pre- y post-intervención (34) ($p > 0,05$).

En cuanto a la comparación intergrupal entre las terapias activas (EE frente a EC), los resultados fueron predominantemente no significativos. El EE mostró incrementos numéricos superiores al EC en los parámetros de fuerza evaluados; sin embargo, ninguno de los tres ECAs halló diferencias intergrupales estadísticamente significativas en la ganancia de fuerza entre ambas modalidades activas. Yu et al. (40) no encontraron diferencias intergrupales significativas en el torque pico de flexión plantar de tobillo ($p = 0,789$) ni en el torque pico de flexión de rodilla ($p = 0,735$). De forma similar, Niesen-Vertommen et al. (36) y Contreras-Hernández et al. (32) no hallaron diferencias intergrupales significativas en la ganancia de fuerza entre ambas modalidades activas ($p > 0,05$). En la comparación entre la terapia activa (EE) y la ausencia de tratamiento, el EE presentó una superioridad estadísticamente significativa en los torques de flexión plantar excéntrica y de flexión plantar/dorsiflexiones concéntricas (34) ($p < 0,05$).

4. DISCUSIÓN

El objetivo principal de esta revisión sistemática fue evaluar el efecto del EE, en comparación con el EC, las ondas de choque y la ausencia de tratamiento, sobre la intensidad del dolor, el grosor del tendón y la fuerza muscular en pacientes con tendinopatía aquílea.

4.1. Intensidad del dolor

En el dolor, el EE mostró una eficacia comparable o superior al EC, con diferencias entre los resultados de los ECAs analizados, una respuesta diferenciada según la localización anatómica frente a las ondas de choque y una tendencia de superioridad frente a la ausencia de tratamiento.

Dos de los cuatro ECAs incluidos, dos reportaron una superioridad estadísticamente significativa del EE frente al EC (35,40), mientras que los otros dos no hallaron diferencias intergrupales significativas, aunque uno mostró resultados en favor del EE (32,36). Esta heterogeneidad en los resultados refleja la heterogeneidad observada en la literatura actual, sin establecer una superioridad del EE o una equivalencia con otras modalidades activas correctamente dosificadas.

Por una parte, los resultados favorables al EE observados en Mafi et al. (35) y Yu et al. (40) son coherentes con el metaanálisis de Yoon et al. (41), que reportó una mejora significativa de la intensidad de dolor tras aplicar EE frente a otros ejercicios en epicondilalgia lateral (diferencia de medias estandarizada (DME) = -0,30; intervalo de confianza (IC) del 95 % = -0,58 a -0,02; $p < 0,05$), así como con Peterson et al. (42), quienes demostraron una regresión del dolor más rápida con EE que con EC (10 % superior, $p < 0,0001$; hazard ratio = 0,78 a partir de los dos meses, $p < 0,02$). Una posible explicación de la superioridad observada en estos ECAs es que los EC empleados en Mafi et al. (35) y Yu et al. (40) consistían en elevaciones concéntricas con cargas bajas y sin progresión sistemática, mientras que el EE aplicaba una carga progresiva y mantenida, lo que pudo facilitar la aparición de diferencias intergrupales.

Por otra parte, la ausencia de diferencias intergrupales reportada por Contreras-Hernández et al. (32) y Niesen-Vertommen et al. (36) es coherente con el metaanálisis de Yuan et al. (43), quienes señalaron que, si bien el EE supera a las modalidades físicas pasivas (escala visual analógica: DME = -0,54; NRS: DME = -0,29), su efecto resulta comparable al de otras terapias de ejercicio como el EC. En esta misma línea, Habets et al. (44) no hallaron diferencias entre los protocolos de Alfredson (EE puro) y de Silbernagel (EE+EC), y Beyer et al. (45) reportaron mejoras equivalentes entre el EE y el entrenamiento de resistencia pesada y lenta. En conjunto, esta controversia en la literatura sugiere que, cuando las modalidades activas se igualan en dosis y progresión, los efectos analgésicos tienden a converger, lo que indica que la magnitud y la duración de la carga podrían ser determinantes, más que el tipo específico de contracción.

Un hallazgo relevante a nivel clínico de la presente revisión es la respuesta diferenciada según la localización anatómica de la lesión en la comparación entre el EE y las ondas de choque. La superioridad de las ondas de choque sobre el EE en la tendinopatía insercional observada por Rompe et al. (38) coincide con los metaanálisis de Mani-Babu et al. (46) y Korakakis et al. (47), que reportaron resultados superiores del dolor con ondas de choque frente a tratamiento con ejercicio, placebo y frente a otras intervenciones

conservadoras. De forma similar, Wiegerinck et al. (48) concluyeron que las ondas de choque eran superiores tanto a la ausencia de tratamiento como al EE; este hallazgo podría parecer en parte contradictorio con los resultados de la presente revisión en la tendinopatía no insercional, donde el EE fue equivalente o superior a las ondas de choque (33,37,39). Sin embargo, esta controversia podría explicarse porque la revisión de Wiegerinck et al. (48) integraba pacientes con perfil más persistente y mayor proporción de tendinopatías insercionales, donde las ondas de choque muestran mejor desempeño. En cambio, Charles et al. (49) encontraron que las ondas de choque presentan un efecto pequeño e inconcluso sobre el dolor en comparación con el EE, lo que apoya los resultados del presente trabajo en la tendinopatía no insercional (33,37,39).

El metaanálisis de Prudêncio et al. (50) introduce un matiz adicional: aunque el EE resultó eficaz en la tendinopatía aquílea, las intervenciones pasivas mostraron un efecto analgésico superior al EE en algunas comparaciones. Los resultados de esta revisión son parcialmente coherentes con este hallazgo, ya que las ondas de choque resultaron superiores al EE en la tendinopatía insercional (38), si bien en la no insercional la dirección del efecto fue diferente: Sharma y Chandak (39) reportaron una diferencia intergrupal significativa a favor del EE a las 12 semanas ($p < 0,01$), mientras que Rompe et al. (37) y Demir Benli et al. (33) no encontraron diferencias significativas entre ambas modalidades. Una posible explicación de esta discrepancia parcial es que Prudêncio et al. (50) incluyeron comparaciones con diversas modalidades pasivas (no solo ondas de choque), lo que subraya la importancia de no extrapolar conclusiones de modalidades pasivas en bloque y de considerar tanto la localización anatómica como el tipo específico de terapia comparada.

Por último, en la comparación frente a la ausencia de tratamiento, tanto las intervenciones activas (EE) como pasivas (ondas de choque) mostraron mejoras significativas, mientras que el grupo control no registró cambios significativos (34,37). Este hallazgo es coherente con el de Peterson et al. (42), que encontraron evidencia, en el contexto de la epicondilalgia lateral, a favor del EE sobre la ausencia de intervención, y refuerza la idea de que el tejido tendinoso requiere un estímulo mecánico o terapéutico reglado para modular el dolor.

4.2. Grosor del tendón

En el grosor del tendón, los resultados intragrupales fueron heterogéneos y, en su mayoría, no fue posible establecer comparaciones intergrupales entre el EE y las ondas de choque debido a la ausencia de análisis estadísticos comparativos en los estudios disponibles.

Estos resultados deben interpretarse comparando con la evidencia externa, que apunta mayoritariamente hacia una reducción del grosor tendinoso tras el entrenamiento excéntrico. Beyer et al. (45) reportaron una reducción significativa del grosor del tendón y de la neovascularización tras 12 semanas de EE y de entrenamiento de resistencia pesada y lenta, sin diferencias entre ambas modalidades activas. De forma análoga, Shalabi et al. (51) demostraron, mediante resonancia magnética, que 12 semanas de EE producían una disminución significativa del volumen tendinoso y de la señal intratendinosa en pacientes con tendinopatía aquílea crónica. Sin embargo, los resultados de este trabajo difieren parcialmente de esta tendencia: Demir Benli et al.

(33) reportaron un aumento intragrupal significativo del grosor en el grupo de EE (p = 0,002), mientras que Rompe et al. (37) y Contreras-Hernández et al. (32) no observaron cambios intragrupales significativos en las dimensiones del tendón tras la intervención.

Esta discordancia entre los resultados derivados de esta revisión y la literatura podría explicarse por varios factores. En primer lugar, el momento de la medición ecográfica resulta crítico: una evaluación realizada próxima al final del protocolo podría capturar un efecto fisiológico transitorio de la carga (mayor contenido de agua, hiperemia), mientras que las mediciones tras un periodo de descanso reflejarían el estado adaptativo real. Sin embargo, los estudios incluidos no especifican de forma homogénea el momento exacto en que se realizaron las mediciones ecográficas, lo que impide establecer comparaciones directas entre ellos. Esta variabilidad temporal coincide con las observaciones de Shalabi et al. (51) sobre la dinámica del remodelado tendinoso.

En segundo lugar, la duración del seguimiento varía entre los estudios: tanto Beyer et al. (45) como Shalabi et al. (51) evaluaron el grosor a las 12 semanas o más, mientras que algunos de los ECAs incluidos emplearon protocolos más breves, en los que las adaptaciones estructurales podrían no haber tenido tiempo suficiente para manifestarse de forma uniforme.

Más allá de las modificaciones cuantitativas del grosor, es necesario resaltar que las adaptaciones tendinosaspodrían no ser únicamente macroscópicas. Kjaer et al. (52) plantean un modelo de remodelado tendinoso en el que la carga mecánica induce mecanotransducción y aumento de la síntesis de colágeno, generando una remodelación cualitativa que no siempre se refleja en variaciones del grosor. De forma complementaria, Kubo y Yata (53) mostraron que el entrenamiento de resistencia puede inducir aumentos significativos de la rigidez tendinosa sin modificaciones del área de sección transversal, si bien observaron que este efecto se producía con mayor consistencia tras protocolos concéntricos que excéntricos a igual intensidad de carga (80 % de una repetición máxima), lo que sugiere que el tipo de contracción podría influir en el patrón específico de adaptación mecánica. En conjunto, estos modelos refuerzan la idea de que la ecografía podría carecer de la sensibilidad necesaria para captar las adaptaciones microestructurales y mecánicas del tendón, lo que subraya la utilidad de marcadores más sensibles como la elastografía o la cuantificación de la organización del colágeno.

4.3. Fuerza muscular

En la fuerza muscular, las intervenciones activas (EE y EC) produjeron mejoras intragrupales significativas en todos los ECAs, mientras que la ausencia de tratamiento no registró cambios. En la comparación intergrupal, ninguno de los tres ECAs que compararon el EE con el EC halló diferencias significativas entre ambas modalidades, aunque el EE mostró una tendencia numérica favorable. El EE fue significativamente superior a la ausencia de tratamiento.

El metaanálisis de Yoon et al. (41) resalta la diferencia en función del comparador, consideración necesaria al interpretar los resultados. Por una parte, cuando el EE se compara con la terapia adyuvante aislada (sin ejercicio activo), Yoon et al. (41) reportaron una

mejora significativa de la fuerza muscular a favor del EE (DME = 1,05; IC 95 % = 0,78 a 1,33; p < 0,05), hallazgo coherente con la superioridad del EE frente a la ausencia de tratamiento observada en este estudio (34). Por otra parte, cuando el EE se compara con otros ejercicios de fortalecimiento (concéntrico o isotónico), Yoon et al. (41) no hallaron diferencias significativas en la ganancia de fuerza (DME = -0,09; IC 95 % = -0,38 a 0,20, p > 0,05), resultado que converge directamente con la ausencia de diferencias intergrupales significativas entre el EE y el EC en los ECAs incluidos en la presente revisión (32,36,40).

Peterson et al. (42) introdujeron, no obstante, un matiz adicional al observar un incremento de fuerza significativamente mayor con EE que con EC (p < 0,02) en epicondilalgia lateral, que podría explicarse por la naturaleza del comparador: cuando el EC se administra a baja intensidad y sin progresión sistemática, las diferencias intergrupales tienden a emerger, mientras que cuando ambas modalidades se aplican con progresión equivalente, los efectos sobre la fuerza tienden a igualarse. En conjunto, esta evidencia sugiere que, en términos de ganancia de fuerza, lo determinante no parece ser el tipo específico de contracción (excéntrica frente a concéntrica), sino la magnitud, progresión y duración del estímulo de carga.

Couppé et al. (54) apoyan esta interpretación al proponer que la magnitud de la carga es el factor crítico de la adaptación muscular: el EE permitiría una progresión superior y más tolerable que el EC, lo que podría explicar la tendencia favorable observada en los resultados de la revisión. Asimismo, explicaría la asimetría intragrupal reportada por Yu et al. (40), en la que el grupo de EE alcanzó la significancia intragrupal en el peak torque de flexión plantar de tobillo (p < 0,05) mientras que el grupo de EC no lo logró (p = 0,789).

Desde una perspectiva neurofisiológica, los mecanismos descritos en la literatura ayudan a entender cómo el EE actúa sobre la unidad músculo-tendinosa. Allison y Purdam (55) describen que el EE somete al tendón a una tensión máxima durante la fase de alargamiento, y Duclay et al. (56) demostraron que modula la inhibición refleja, lo que favorece una mayor expresión voluntaria de fuerza. Podrían explicar por qué el EE constituye una modalidad eficaz para ganar fuerza en la tendinopatía aquílea, sin que ello implique necesariamente una superioridad sobre otras formas de carga activa correctamente dosificadas.

4.4. Implicaciones clínicas

La presente revisión aporta orientaciones prácticas para el manejo conservador de la tendinopatía aquílea. En la no insercional, el EE protocolizado de Alfredson se mantiene como opción terapéutica de primera línea por su eficacia sobre el dolor y la fuerza, su bajo coste y su ejecución autónoma en domicilio. En la insercional, conviene evitar el descenso del talón por debajo del escalón para minimizar la compresión sobre la inserción calcánea; las ondas de choque se perfilan como alternativa eficaz (38,46,48), especialmente en casos recalcitrantes.

La elección entre modalidades activas y pasivas debería integrar las preferencias y la tolerancia del paciente (50). Resulta clínicamente útil informar de que el dolor leve durante el EE no implica daño tisular, lo podría favorecer la adherencia al tratamiento. Las decisiones clínicas no deben basarse solo en cambios ecográficos, sino integrar

la evolución clínica, funcional y mecánica del tendón.

4.5. Perspectiva futura

A partir de los hallazgos y limitaciones identificadas, se proponen varias líneas de investigación. En primer lugar, futuros ECAs deberían diferenciar a los pacientes según la localización anatómica (insercional o no insercional) para desarrollar protocolos de carga específicos.

En segundo lugar, sería oportuno comparar directamente diferentes intensidades y velocidades de carga entre EE y EC.

En tercer lugar, resulta interesante investigar si la combinación de EE y ondas de choque ofrece beneficios superiores a cada terapia aislada.

En cuarto lugar, sería recomendable utilizar variables estructurales más sensibles que la ecografía, como la elastografía por onda de corte o la caracterización tisular por ultrasonido, alineadas con los modelos de remodelado de Kjaer et al. (52) y Kubo et al. (53).

Por último, conviene incorporar seguimientos a medio y largo plazo y valorar la adherencia a los programas, factor determinante del efecto real de las terapias activas.

4.6. Limitaciones

La presente revisión sistemática presenta varias limitaciones metodológicas que es necesario considerar en la interpretación de los resultados.

En primer lugar, se observó una notable heterogeneidad metodológica entre los ECAs en términos de intervención e instrumentos de evaluación, lo que dificultó la comparación directa entre estudios.

En segundo lugar, la falta de diferenciación entre tendinopatía insercional y no insercional en cinco de los nueve ECAs, junto con la variabilidad terminológica en los estudios más antiguos (35,36), añade dificultades de interpretación.

En tercer lugar, el cegamiento resulta complicado en estudios de intervención activa.

En cuarto lugar, los resultados hacen referencia al corto plazo, debido a la ausencia de ECAs que incorporen un periodo de seguimiento a largo plazo, posterior a la finalización de la intervención.

En quinto lugar, el reducido número de estudios para algunas comparaciones clave limita la representatividad, por ejemplo, solo tres ECAs evaluaron el grosor del tendón y, en los que sí lo evaluaron, no se reportaron análisis intergrupales entre el EE y las ondas de choque, ni se comparó la fuerza entre intervención activa y pasiva.

Por último, la selección y evaluación de la calidad metodológica fueron realizadas por un único revisor por el carácter académico del trabajo que, junto con la ausencia de registro previo en PROSPERO, constituyen fuentes de posible sesgo adicional.

5. CONCLUSIONES

En conclusión, sobre la intensidad del dolor, el EE mostró una eficacia comparable o superior al EC, con cierta controversia entre los estudios mientras que, comparado con las ondas de choque, el EE resultó equivalente o superior en la tendinopatía no insercional, pero las ondas de choque fueron superiores en la insercional. En el grosor del tendón, no se hallaron diferencias intergrupales significativas entre el EE y el EC o las ondas de choque, respectivamente. En la fuerza muscular, no se observaron diferencias intergrupales significativas entre el EE y el EC, aunque los resultados fueron favorables al EE, ni en comparación con las ondas de choque. En todas las variables evaluadas, el EE fue superior a la ausencia de tratamiento. Se requieren futuros ECAs para establecer conclusiones más sólidas.

6. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, deseo expresar mi más sincero agradecimiento a mi tutora, la Dra. Aida HERRANZ GÓMEZ, por su paciencia, su constante orientación y su valioso apoyo a lo largo de todo el desarrollo de este trabajo. Sus conocimientos y rigor académico han sido fundamentales para llevar a buen término este proyecto.

A la Universidad Europea de Valencia, por haberme brindado el entorno académico y los recursos necesarios para mi formación profesional y personal durante estos años de estudio.

A mi familia, por ser mi pilar incondicional. Gracias por su amor, sus palabras de aliento en los momentos de cansancio y por creer en mí en cada etapa de este camino. Este logro es también suyo.

Finalmente, a mis amigos, tanto a los que han estado a mi lado desde el principio como a los que la vida universitaria me ha regalado. Gracias por las risas, el apoyo mutuo, las largas jornadas de estudio compartidas y por hacer este viaje mucho más especial.

A todos ellos, mi más profunda gratitud.

7. REFERENCIAS

1. Loiacono C, Palermi S, Massa B, Belviso I, Romano V, Di Gregorio A, et al. Tendinopathy: Pathophysiology, Therapeutic Options, and Role of Nutraceutics. A Narrative Literature Review. Medicina (Kaunas). 2019;55(8):447. doi:10.3390/medicina55080447.

2. Traweger A, Scott A, Kjaer M, Wezenbeek E, Scattone Silva R, Kennedy JG, et al. Achilles tendinopathy. Nat Rev Dis Primers. 2025;11(1):20. doi:10.1038/s41572-025-00602-9.

3. Aicale R, Tarantino D, Maffulli N. Surgery in Tendinopathies. Sports Med Arthrosc Rev. 2018;26(4):200-202. doi:10.1097/JSA.0000000000000214.

4. Maffulli N, Aicale R, Tarantino D. Tendinopathy of the Achilles Tendon. In: van Dijk CN, Karlsson J, editors. Ankle Joint Arthroscopy: A Step-by-Step Guide. Cham: Springer; 2020. p. 227–237. doi:10.1007/978-3-030-29231-7_31.

5. Oda H, Sano K, Kunimasa Y, Komi PV, Ishikawa M. Neuromechanical modulation of the Achilles tendon during bilateral hopping in patients with unilateral Achilles tendon rupture, over 1 year after surgical repair. Sports Med. 2017;47(6):1221–1230. doi: 10.1007/s40279-016-0629-3.

6. Tarantino D, Palermi S, Sirico F, Corrado B. Achilles tendon rupture: Mechanisms of injury, principles of rehabilitation and return to play. J Funct Morphol Kinesiol. 2020;5(4):95. doi: 10.3390/jfmk5040095.

7. Longo UG, Ronga M, Maffulli N. Achilles Tendinopathy. Sports Med Arthrosc Rev. 2018;26(1):16-30. doi:10.1097/JSA.0000000000000185.

8. de Jonge S, van den Berg C, de Vos RJ, van der Heide HJL, Weir A, Verhaar JAN, Bierma-Zeinstra SMA, Tol JL. Incidence of midportion Achilles tendinopathy in the general population. Br J Sports Med. 2011;45(13):1026-1028. doi:10.1136/bjsports-2011-090342.

9. Leadbetter WB. Cell-matrix response in tendon injury. Clin Sports Med. 1992;11(3):533-578.doi:10.1016/S0278-5919(20)30507-X

10. Martin RL, Chimenti R, Cuddeford T, Houck J, Matheson JW, McDonough CM, et al. Achilles Pain, Stiffness, and Muscle Power Deficits: Midportion Achilles Tendinopathy Revision 2018. J Orthop Sports Phys Ther. 2018;48(5):A1-A38. doi:10.2519/jospt.2018.0302.

11. Scott A, Backman LJ, Speed C. Tendinopathy: Update on Pathophysiology. J Orthop Sports Phys Ther. 2015;45(11):833-841. doi:10.2519/jospt.2015.5884.

12. 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;54(5):260-262. doi:10.1136/bjsports-2019-100885.

13. Maffulli N, Longo UG. How do eccentric exercises work in tendinopathy? Rheumatology (Oxford). 2008;47(10):1444-1445. doi:10.1093/rheumatology/ken337.

14. Tarantino D, Mottola R, Resta G, Gnasso R, Palermi S, Corrado B, Sirico F, Ruosi C, Aicale R. Achilles Tendinopathy Pathogenesis and Management: A Narrative Review. Int J Environ Res Public Health. 2023;20(17):6681. doi:10.3390/ijerph20176681.

15. Maffulli N, Longo UG, Kadakia A, Spiezia F. Achilles tendinopathy. Foot Ankle Surg. 2020;26(3):240-249. doi:10.1016/j.fas.2019.03.009.

16. Hutchison AM, Evans R, Bodger O, Pallister I, Topliss C, Williams P, et al. What is the best clinical test for Achilles tendinopathy? Foot Ankle Surg. 2013;19(2):112-117. doi:10.1016/j.fas.2012.12.006.

17. Aicale R, Oliviero A, Maffulli N. Management of Achilles and patellar tendinopathy: what we know, what we can do. J Foot Ankle Res. 2020;13(1):59. doi:10.1186/s13047-020-00418-8.

18. Silbernagel KG, Hanlon S, Sprague A. Current Clinical Concepts: Conservative Management of Achilles Tendinopathy. J Athl Train. 2020;55(5):438-447. doi:10.4085/1062-6050-356-19.

19. O'Neill S, Watson PJ, Barry S. Why are eccentric exercises effective for Achilles tendinopathy? Int J Sports Phys Ther. 2015;10(4):552-562.

20. Malliaras P, Barton CJ, Reeves ND, Langberg H. Achilles and patellar tendinopathy loading programmes: a systematic review comparing clinical outcomes and identifying potential mechanisms for effectiveness. Sports Med. 2013;43(4):267-286. doi:10.1007/s40279-013-0019-z.

21. Bohm S, Mersmann F, Arampatzis A. Human tendon adaptation in response to mechanical loading: a systematic review and meta-analysis of exercise intervention studies on healthy adults. Sports Med Open. 2015;1(1):7. doi:10.1186/s40798-015-0009-9

22. Lazarczuk SL, Maniar N, Opar DA, Duhig SJ, Shield A, Barrett RS, et al. Mechanical, material and morphological adaptations of healthy lower limb tendons to mechanical loading: a systematic review and meta-analysis. Sports Med. 2022;52(10):2405-2429. doi:10.1007/s40279-022-01695-y.

23. Morrison S, Cook J. Putting "heavy" into heavy slow resistance. Sports Med. 2022;52(6):1219-22. doi:10.1007/s40279-022-01641-y

24. Kongsgaard M, Kovanen V, Aagaard P, Doessing S, Hansen P, Laursen AH, et al. Corticosteroid injections, eccentric decline squat training and heavy slow resistance training in patellar tendinopathy. Scand J Med Sci Sports. 2009;19(6):790-802. doi:10.1111/j.1600-0838.2009.00949.x

25. Jayaseelan DJ, Mischke JJ, Strazzulla RL. Eccentric exercise for Achilles tendinopathy: a narrative review and clinical decision-making considerations. J Funct Morphol Kinesiol. 2019;4(2):34. doi:10.3390/jfmk4020034

26.Färnqvist K, Pearson S, Malliaras P. Adaptation of Tendon Structure and Function in Tendinopathy With Exercise and Its Relationship to Clinical Outcome. J Sport Rehabil. 2020;29(1):107-115. doi:10.1123/jsr.2018-0353.

27. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ. 2021;372:n71. doi:10.1136/bmj.n71.

28. Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. Syst Rev. 2016;5(1):210. doi:10.1186/s13643-016-0384-4.

29. de Morton NA. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. Aust J Physiother. 2009;55(2):129-133. doi:10.1016/S0004-9514(09)70043-1

30. Cashin AG, McAuley JH. Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. J Physiother. 2020;66(1):59. doi:10.1016/j.jphys.2019.08.005

31. Landis JR, Koch GG. An Application of Hierarchical Kappa-type Statistics in the Assessment of Majority Agreement

among Multiple Observers. Biometrics. 1977;33(2):363-374. doi:10.2307/2529786.

32 Contreras-Hernández I, Falla D, Arvanitidis M, Negro F, Jimenez-Grande D, Martinez-Valdes E. Eccentric and Concentric Torque Feedback Training Induce Similar Clinical Improvements but Distinct Triceps Surae Motor Unit Adaptations in Non-Insertional Achilles Tendinopathy: A Randomized Controlled Trial. medRxiv]. 2025. doi:10.1101/2025.06.20.25330016

33. Demir Benli M, Tatari H, Balcı A, Peker A, Şimşek K, Yüksel O, et al. A comparison between the efficacy of eccentric exercise and extracorporeal shock wave therapy on tendon thickness, vascularity, and elasticity in Achilles tendinopathy: A randomized controlled trial. Turk J Phys Med Rehabil. 2022;68(3):372-380. doi:10.5606/tftrd.2022.8113.

34. Horstmann T, Jud HM, Fröhlich V, Mündermann A, Grau S. Whole-body vibration versus eccentric training or a wait-and-see approach for chronic Achilles tendinopathy: a randomized clinical trial. J Orthop Sports Phys Ther. 2013;43(11):794-803. doi:10.2519/jospt.2013.4762.

35. Mafi N, Lorentzon R, Alfredson H. Superior short-term results with eccentric calf muscle training compared to concentric training in a randomized prospective multicenter study on patients with chronic Achilles tendinosis. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2001;9(1):42-47. doi:10.1007/s001670000148.

36. Niesen-Vertommen SL, Taunton JE, Clement DB, Mosher RE. The effect of eccentric versus concentric exercise in the management of Achilles tendonitis. Clin J Sport Med. 1992;2(2):109-113.

37. Rompe JD, Nafe B, Furia JP, Maffulli N. Eccentric loading, shock-wave treatment, or a wait-and-see policy for tendinopathy of the main body of tendo Achillis: a randomized controlled trial. Am J Sports Med. 2007;35(3):374-383. doi:10.1177/0363546506295940.

38. Rompe JD, Furia J, Maffulli N. Eccentric loading compared with shock wave treatment for chronic insertional achilles tendinopathy. A randomized, controlled trial. J Bone Joint Surg Am. 2008;90(1):52-61. doi:10.2106/JBJS.F.01494.

39. Sharma V, Chandak V. Comparative study of functional outcome in patients of Achilles tendinopathy treated with eccentric exercises and shockwave therapy. Int J Orthop Sci. 2020;6(2):924-929. doi: 10.22271/ortho.2020.v6.i2o.2162

40. Yu J, Park D, Lee G. Effect of eccentric strengthening on pain, muscle strength, endurance, and functional fitness factors in male patients with achilles tendinopathy. Am J Phys Med Rehabil. 2013;92(1):68-76. doi:10.1097/PHM.0b013e31826eda63.

41. Yoon SY, Kim YW, Shin IS, Kang S, Moon HI, Lee SC. The Beneficial Effects of Eccentric Exercise in the Management of Lateral Elbow Tendinopathy: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Clin Med. 2021 1;10(17):3968. doi: 10.3390/jcm10173968.

42. Peterson M, Butler S, Eriksson M, Svärdsudd K. A randomized controlled trial of eccentric vs. concentric graded exercise in chronic tennis elbow (lateral elbow tendinopathy). Clin Rehabil. 2014;28(9):862-872. doi:10.1177/0269215514527595.

43. Yuan F, Ren K, Zhao Z, Wang P, Song L. The efficacy of eccentric exercise in the treatment of Achilles tendinopathy: a systematic review and meta-analysis. BMC Musculoskelet Disord. 2026. doi: 10.1186/s12891-026-09861-3.

44. Habets B, van Cingel REH, Backx FJG, van Elten HJ, Zuithoff P, Huisstede BMA. No Difference in Clinical Effects When Comparing Alfredson Eccentric and Silbernagel Combined Concentric-Eccentric Loading in Achilles Tendinopathy: A Randomized Controlled Trial. Orthop J Sports Med. 2021;9(10):23259671211031254. doi:10.1177/23259671211031254

45. Beyer R, Kongsgaard M, Hougs Kjær B, Øhlenschlæger T, Kjær M, Magnusson SP. Heavy Slow Resistance Versus Eccentric Training as Treatment for Achilles Tendinopathy: A Randomized Controlled Trial. Am J Sports Med. 2015;43(7):1704-1711. doi:10.1177/0363546515584760.

46. Mani-Babu S, Morrissey D, Waugh C, Screen H, Barton C. The effectiveness of extracorporeal shock wave therapy in lower limb tendinopathy: a systematic review. Am J Sports Med. 2015;43(3):752-61. doi: 10.1177/0363546514531911.

47. Korakakis V, Whiteley R, Tzavara A, Malliaropoulos N. The effectiveness of extracorporeal shockwave therapy in common lower limb conditions: a systematic review including quantification of patient-rated pain reduction. Br J Sports Med. 2018;52(6):387-407. doi:10.1136/bjsports-2016-097347.

48. Wiegerinck JI, Kerkhoffs GMMJ, van Sterkenburg MN, Sierevelt IN, van Dijk CN. Treatment for insertional Achilles tendinopathy: a systematic review. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2013;21(6):1345-1355. doi:10.1007/s00167-012-2219-8.

49. Charles R, Fang L, Zhu R, Wang J. The effectiveness of shockwave therapy on patellar tendinopathy, Achilles tendinopathy, and plantar fasciitis: a systematic review and meta-analysis. Front Immunol. 2023;14:1193835. doi:10.3389/fimmu.2023.1193835.

50. Prudêncio DA, Maffulli N, Migliorini F, Serafim TT, Nunes LF, Sanada LS, et al. Eccentric exercise is more effective than other exercises in the treatment of mid-portion Achilles tendinopathy: systematic review and meta-analysis. BMC Sports Sci Med Rehabil. 2023 26;15:9. doi: 10.1186/s13102-023-00618-2.

51. Shalabi A, Kristoffersen-Wilberg M, Svensson L, Aspelin P, Movin T. Eccentric training of the gastrocnemius-soleus complex in chronic Achilles tendinopathy results in decreased tendon volume and intratendinous signal as evaluated by MRI. Am J Sports Med. 2004;32(5):1286-1296. doi:10.1177/0363546504263148.

52. Kjaer M, Langberg H, Heinemeier K, Bayer ML, Hansen M, Holm L, et al. From mechanical loading to collagen synthesis, structural changes and function in human tendon. Scand J Med Sci Sports. 2009;19(4):500-510. doi:10.1111/j.1600-0838.2009.00986.x.

53. Kubo K, Yata H. Effects of concentric and eccentric training on the stiffness and blood circulation of the patellar tendon. Sports Med Int Open. 2017;1(2):E43-E49. doi:10.1055/s-0042-121000.

54. 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):853-863. doi:10.2519/jospt.2015.5910.

55. Allison GT, Purdam C. Eccentric loading for Achilles tendinopathy—strengthening or stretching? Br J Sports Med. 2009;43(4):276-279. doi:10.1136/bjsm.2008.053546.

56. Duclay J, Martin A, Robbe A, Pousson M. Spinal reflex plasticity during maximal dynamic contractions after eccentric training. Med Sci Sports Exerc. 2008;40(4):722-734. doi:10.1249/MSS.0b013e31816184dc.

8. ANEXOS

Anexo 1. Lista de verificación de los ítems PRISMA 2020.

Sección/tema	Ítem n.°	Ítem de la lista de verificación	Localización del ítem en la publicación
TÍTULO			
Título	1	Identifique la publicación como una revisión sistemática.	P1
RESUMEN			
Resumen estructurado	2	Vea la lista de verificación para resúmenes estructurados de la declaración PRISMA 2020.	P1-P2
INTRODUCCIÓN			
Justificación	3	Describa la justificación de la revisión en el contexto del conocimiento existente.	P3-4
Objetivos	4	Proporcione una declaración explícita de los objetivos o las preguntas que aborda la revisión.	P5
MÉTODOS			
Criterios de elegibilidad	5	Especifique los criterios de inclusión y exclusión de la revisión y cómo se agruparon los estudios para la síntesis.	P5-P6
Fuentes de información	6	Especifique todas las bases de datos, registros, sitios web, organizaciones, listas de referencias y otros recursos de búsqueda o consulta para identificar los estudios. Especifique la fecha en la que cada recurso se buscó o consultó por última vez.	P6
Estrategia de búsqueda	7	Presente las estrategias de búsqueda completas de todas las bases de datos, registros y sitios web, incluyendo cualquier filtro y los límites utilizados.	P6-P7/ANEXO 2 (P34)
Proceso de selección de los estudios	8	Especifique los métodos utilizados para decidir si un estudio cumple con los criterios de inclusión de la revisión, incluyendo cuántos autores de la revisión cribaron cada registro y cada publicación recuperada, si trabajaron de manera independiente y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	P7

Sección/tema	Ítem n.°	Ítem de la lista de verificación	Localización del ítem en la publicación
Proceso de extracción de los datos	9	Indique los métodos utilizados para extraer los datos de los informes o publicaciones, incluyendo cuántos revisores recopilaron datos de cada publicación, si trabajaron de manera independiente, los procesos para obtener o confirmar los datos por parte de los investigadores del estudio y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	P7
Lista de los datos	10a	Enumere y defina todos los desenlaces para los que se buscaron los datos. Especifique si se buscaron todos los resultados compatibles con cada dominio del desenlace (por ejemplo, para todas las escalas de medida, puntos temporales, análisis) y, de no ser así, los métodos utilizados para decidir los resultados que se debían recoger.	P6
	10b	Enumere y defina todas las demás variables para las que se buscaron datos (por ejemplo, características de los participantes y de la intervención, fuentes de financiación). Describa todos los supuestos formulados sobre cualquier información ausente (missing) o incierta.	P7
Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios individuales	11	Especifique los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo de los estudios incluidos, incluyendo detalles de las herramientas utilizadas, cuántos autores de la revisión evaluaron cada estudio y si trabajaron de manera independiente y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	-
Medidas del efecto	12	Especifique, para cada desenlace, las medidas del efecto (por ejemplo, razón de riesgos, diferencia de medias) utilizadas en la síntesis o presentación de los resultados.	P7
Métodos de síntesis	13a	Describa el proceso utilizado para decidir qué estudios eran elegibles para cada síntesis (por ejemplo, tabulando las características de los estudios de intervención y comparándolas con los grupos previstos para cada síntesis.	P7
	13b	Describa cualquier método requerido para preparar los datos para su presentación o síntesis, tales como el manejo de los datos perdidos en los estadísticos de resumen o las conversiones de datos.	P7
	13c	Describa los métodos utilizados para tabular o presentar visualmente los resultados de los estudios individuales y su síntesis.	P7
	13d	Describa los métodos utilizados para sintetizar los resultados y justifique sus elecciones. Si se ha realizado un metaanálisis, describa los modelos, los métodos para identificar la presencia y el alcance de la heterogeneidad estadística, y los programas informáticos utilizados.	-
	13e	Describa los métodos utilizados para explorar las posibles causas de heterogeneidad entre los resultados de los estudios (por ejemplo, análisis de subgrupos, metarregresión).	-

Sección/tema	Ítem n.°	Ítem de la lista de verificación	Localización del ítem en la publicación
	13f	Describa los análisis de sensibilidad que se hayan realizado para evaluar la robustez de los resultados de la síntesis.	-
RESULTADOS			
Selección de los estudios	16a	Describa los resultados de los procesos de búsqueda y selección, desde el número de registros identificados en la búsqueda hasta el número de estudios incluidos en la revisión, idealmente utilizando un diagrama de flujo.	P8/Figura 1 (P10)
	16b	Cite los estudios que aparentemente cumplían con los criterios de inclusión, pero que fueron excluidos, y explique por qué fueron excluidos.	Figura 1 (P10)
Características de los estudios	17	Cite cada estudio incluido y presente sus características.	P8-P11/ Tabla 1 (P11-P15)
Riesgo de sesgo de los estudios individuales	18	Presente las evaluaciones del riesgo de sesgo para cada uno de los estudios incluidos.	-
Resultados de los estudios individuales	19	Presente, para todos los desenlaces y para cada estudio: a) los estadísticos de resumen para cada grupo (si procede) y b) la estimación del efecto y su precisión (por ejemplo, intervalo de credibilidad o de confianza), idealmente utilizando tablas estructuradas o gráficos.	P15-P18/ Tabla 1 (P11-P15)
Resultados de la síntesis	20a	Para cada síntesis, resuma brevemente las características y el riesgo de sesgo entre los estudios contribuyentes.	P15-P18
	20b	Presente los resultados de todas las síntesis estadísticas realizadas. Si se ha realizado un metaanálisis, presente para cada uno de ellos el estimador de resumen y su precisión (por ejemplo, intervalo de credibilidad o de confianza) y las medidas de heterogeneidad estadística. Si se comparan grupos, describa la dirección del efecto.	-
	20c	Presente los resultados de todas las investigaciones sobre las posibles causas de heterogeneidad entre los resultados de los estudios.	-
	20d	Presente los resultados de todos los análisis de sensibilidad realizados para evaluar la robustez de los resultados sintetizados.	-
Sesgos en la publicación	21	Presente las evaluaciones del riesgo de sesgo debido a resultados faltantes (derivados de los sesgos de en las publicaciones) para cada síntesis evaluada.	-

Sección/tema	Ítem n.°	Ítem de la lista de verificación	Localización del ítem en la publicación
Certeza de la evidencia	22	Presente las evaluaciones de la certeza (o confianza) en el cuerpo de la evidencia para cada desenlace evaluado.	-
DISCUSIÓN			
Discusión	23a	Proporcione una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias.	P18-P22
	23b	Argumente las limitaciones de la evidencia incluida en la revisión.	P21 (Sección 4.6)
	23c	Argumente las limitaciones de los procesos de revisión utilizados.	P21 (Sección 4.4 y 4.5)
	23d	Argumente las implicaciones de los resultados para la práctica, las políticas y las futuras investigaciones.	P21 (Secciones 4.4 y 4.5)
OTRA INFORMACIÓN			
Registro y protocolo	24a	Proporcione la información del registro de la revisión, incluyendo el nombre y el número de registro, o declare que la revisión no ha sido registrada.	P5
	24b	Indique dónde se puede acceder al protocolo, o declare que no se ha redactado ningún protocolo.	P5
	24c	Describa y explique cualquier enmienda a la información proporcionada en el registro o en el protocolo.	-
Financiación	25	Describa las fuentes de apoyo financiero o no financiero para la revisión y el papel de los financiadores o patrocinadores en la revisión.	.-
Conflicto de intereses	26	Declaren los conflictos de intereses de los autores de la revisión.	-
Disponibilidad de datos, códigos y otros materiales	27	Especifique qué elementos de los que se indican a continuación están disponibles al público y dónde se pueden encontrar: plantillas de formularios de extracción de datos, datos extraídos de los estudios incluidos, datos utilizados para todos los análisis, código de análisis, cualquier otro material utilizado en la revisión.	-

Fuente: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ. 2021;372:n71. doi:10.1136/bmj.n71.

Anexo 2. Estrategias de búsqueda adaptadas a las bases de datos.

PubMed: 74 resultados.

((((((Tendinopathy[MeSH Terms]) OR (Tendinopathy)) AND (Achilles)) OR (Achilles Tendon[MeSH Terms])) AND ((((Exercise[MeSH Terms]) OR (Exercise)) OR ("Physical Activity")) AND (Eccentric))) AND (((((((Pain[MeSH Terms]) OR (Pain)) OR (Range of Motion, Articular[MeSH Terms])) OR ("Range of Motion")) OR (Function)) OR (Functionality)) OR (Muscle Strength[MeSH Terms])) OR (Strength))) AND ((((("Randomized controlled trial") OR ("Randomised controlled trial")) OR ("Controlled clinical trial")) OR ("Clinical controlled trial"))

SPORTDiscuss: 10 resultados.

(tendinopathy AND achilles OR achilles tendon) AND (eccentric AND exercise OR physical activity) AND (pain OR range of motion OR function OR functionality OR muscle strength OR strength) AND (randomized controlled trial OR randomised controlled trial OR controlled clinical trial OR clinical controlled trial)

Web of Science: 84 resultados.

ALL=((tendinopathy AND achilles) OR "achilles tendon") AND ALL=(eccentric AND (exercise OR "physical activity")) AND ALL=(pain OR "range of motion" OR function OR functionality OR "muscle strength OR strength") AND ALL= ("randomized controlled trial" OR "randomised controlled trial" OR "controlled clinical trial" OR "clinical controlled trial")