

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA



**EFFECTIVIDAD DEL EJERCICIO ISOMÉTRICO FRENTE AL
EJERCICIO EXCÉNTRICO E ISOTÓNICO EN TENDINOPATÍAS
ROTULIANAS Y AQUÍLEAS: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

AUTOR/A: Martínez Hernández, David.

TUTOR/A: Miñano Gómez, María José.

Departamento: Patología y Cirugía

Curso académico: 2025-2026

Convocatoria: JULIO.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN:.....	3
2. OBJETIVOS.....	6
2.1 Objetivo general:	6
2.2 Objetivos específicos:.....	6
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
3.1 Filtros de búsqueda:	7
3.2 Criterios de inclusión y exclusión:.....	8
3.3 Proceso de selección de los estudios.....	9
3.4 Evaluación de la calidad metodológica	10
4. RESULTADOS.....	11
4.1 Características generales de los estudios	11
4.2 Característica de la muestra.....	11
4.3 Intervenciones.....	12
4.4 Tendinopatía rotuliana	13
4.5 Tendinopatía aquílea	14
4. DISCUSIÓN	15
LIMITACIONES	18
5. CONCLUSIÓN.....	19

6. BIBLIOGRAFÍA	20
7. ANEXOS	24
Tabla 1. Ecuaciones de búsqueda.	24
Tabla 2. Escala PEDro.	25
Tabla 3. Escala Newcastle-Ottawa (NOS).	29
Tabla 4. Datos de los artículos incluidos	30
Figura 1. Diagrama de flujo	39
Figura 2. Población muestral de los estudios	40
Anexo 1: Autorización COIR	41



ABREVIATURAS:

AOFAS: American Orthopaedic Foot and Ankle Society

CVM: Contracción voluntaria máxima

ECA: Ensayo clínico aleatorizado

EE: Ejercicio excéntrico (Eccentric Exercise)

EET: Entrenamiento de ejercicio excéntrico (Eccentric Exercise Training)

EVA: Escala visual analógica

ICON: International Scientific Tendinopathy Symposium Consensus

ISO: Ejercicio isométrico

NOS: Escala Newcastle-Ottawa

NRS: Escala numérica del dolor (Numeric Rating Scale)

PPT: Umbral de dolor por presión (Pressure Pain Threshold)

PRP: Plasma rico en plaquetas

PTLE: Ejercicio de carga tendinosa progresiva (Progressive Tendon-Loading Exercise)

RM: Repetición máxima

SLDS: Sentadilla unipodal en declive (single leg decline squat)

SWE: Elastografía por ondas de corte (Shear Wave Elastography)

TMS: Estimulación magnética transcraneal (Transcranial Magnetic Stimulation)

VAS: Escala visual analógica (Visual Analogue Scale)

VISA-A: Victorian Institute of Sport Assessment-Achilles

VISA-P: Victorian Institute of Sport Assessment-Patellar

RESUMEN

Introducción: Las tendinopatías aquéleas y rotulianas son patologías frecuentes que cursan con dolor y pérdida de función. El ejercicio terapéutico es el tratamiento de referencia, y el ejercicio isométrico ha emergido en los últimos años como alternativa por su posible efecto analgésico inmediato.

Objetivos: Conocer a través de la literatura científica los efectos sobre la función y el dolor del ejercicio isométrico sobre estas patologías frente a las modalidades de ejercicio isotónico y excéntrico.

Material y métodos: Se realizaron búsquedas de la evidencia científica en las bases de datos PubMed, PEDro, Embase, y Scopus, donde se incluyeron artículos entre 2015 y 2026, y la calidad metodológica se evaluó mediante las escalas PEDro y Newcastle-Ottawa.

Resultados: Se incluyeron diez estudios, seis sobre tendinopatía rotuliana, y cuatro sobre la aquélea. Ocho de ellos fueron ensayos clínicos aleatorizados y los dos restantes estudios de cohorte prospectivos.

Conclusión: El ejercicio isométrico no demostró superioridad frente al ejercicio excéntrico e isotónico en la reducción del dolor ni en la función. Su mayor utilidad parece residir en su integración dentro de programas de carga progresiva, especialmente en la tendinopatía rotuliana, mientras que en la aquélea la evidencia disponible es más limitada e inconsistente.

Palabras clave: "tendinopatía rotuliana", "tendinopatía aquélea", "ejercicio isométrico", "ejercicio excéntrico", "ejercicio isotónico".

ABSTRACT

Introduction: Achilles and patellar tendinopathies are common conditions that present with pain and loss of function. Therapeutic exercise is the gold-standard treatment, and in recent years isometric exercise has emerged as an alternative due to its potential immediate analgesic effect.

Objectives: To explore through the scientific literature the effects on the function and the pain of the isometric exercise on these conditions compared with isotonic and eccentric exercise modalities.

Material and methods: A search of the scientific evidence was conducted in the PubMed, PEDro, Embase and Scopus databases, including articles published between 2015 and 2026. Methodological quality was assessed using the PEDro and Newcastle-Ottawa scales.

Results: Ten studies were included, six on patellar tendinopathy and four on Achilles tendinopathy. Eight of them were randomised clinical trials and the remaining two were prospective cohort studies.

Conclusion: Isometric exercise did not demonstrate superiority over eccentric and isotonic exercise in reducing pain or improving function. Its main usefulness appears to lie in its integration within progressive loading programmes, particularly in patellar tendinopathy, whereas in Achilles tendinopathy the available evidence is more limited and inconsistent.

Keywords: "patellar tendinopathy", "Achilles tendinopathy", "isometric exercise", "eccentric exercise", "isotonic exercise".

1. INTRODUCCIÓN:

La tendinopatía es el término clínico usado para referir un dolor persistente en el tendón acompañado de una pérdida de función debido a una sobrecarga mecánica, lo que conduce a una alteración crónica del proceso de curación del tendón (1, 2). A lo largo de las últimas décadas, la terminología ha sido cambiada en la literatura científica muchas veces, pasando del término “tendinitis” a “tendinopatía”, ya que los recientes estudios histopatológicos han demostrado la presencia de cambios degenerativos en el tejido tendinoso, con una participación mínima de procesos inflamatorios (3). Este cambio de paradigma, consolidado por el consenso internacional ICON (2019), establece que la patología debe definirse estrictamente bajo criterios clínicos de dolor persistente y disfunción funcional ante la carga (4).

El diagnóstico de las tendinopatías suele basarse en la combinación de una historia clínica de dolor provocado por la carga y sensibilidad a la palpación en el cuerpo del tendón. Dentro de las tendinopatías más relevantes en el ámbito deportivo se encuentran el tendón rotuliano y el tendón de Aquiles (2, 5).

El tendón de Aquiles es considerado el tendón de mayor tamaño y resistencia mecánica del organismo, que entre sus características destaca su viscoelasticidad, por la cual consigue deformarse y volver a su forma después de aplicar fuerzas (2). Suele afectar a uno de cada dos atletas a lo largo de su trayectoria, normalmente a los corredores de mediana edad (6).

Mientras, el tendón rotuliano es uno de los componentes fundamentales del mecanismo extensor de la rodilla, siendo una estructura vital para soportar y transmitir cargas durante movimientos explosivos en el miembro inferior (7). Esta patología, denominada “rodilla del saltador”, se produce debido al sobreuso, sin necesidad de haber un contacto directo (5) y suele doler en el polo inferior de la rótula (8). Se encuentra una alta prevalencia en los deportes de salto, como el voleibol (45%) y el baloncesto (32%), su impacto es tan significativo que se estima que más de la mitad de los pacientes con esta patología refieren dificultades para trabajar en oficios que

incluyan esfuerzo físico (3, 9, 10, 11), además, un tercio de los pacientes que realizaron fisioterapia para su tratamiento aún no están capacitados para retomar su actividad deportiva seis meses después, y la mitad son forzados a retirarse de su deporte (12), y, si la sobrecarga continúa de forma prolongada, la lesión podría cronificarse (5, 13).

El ejercicio aplicado de manera controlada en cuanto a las cargas es el tratamiento con mayor respaldo científico para el tratamiento de las tendinopatías, demostrando que puede reducir la percepción del dolor y mejorar la función con el tiempo (2, 13, 14), además de promover adaptaciones anabólicas celulares y estructurales que incrementan la síntesis de tejido (15).

El ejercicio excéntrico ha sido históricamente una de las estrategias terapéuticas más empleadas en las tendinopatías; no obstante, su efectividad no es uniforme en todos los pacientes (16, 17). La popularidad del ejercicio excéntrico se relaciona con su potencial para inducir adaptaciones estructurales en el tendón, promoviendo la formación y reorganización del colágeno (2), pero su realización puede acompañarse de dolor, sobre todo durante la temporada competitiva, donde pueden aparecer síntomas negativos (7, 18), lo que produce que haya menos adherencia al tratamiento (17).

Por su parte, el ejercicio isotónico se caracteriza por combinar la fase concéntrica y excéntrica del movimiento, destacando el entrenamiento de resistencia lenta y pesada (Heavy Slow Resistance) como su modalidad más estudiada en el contexto de las tendinopatías (7, 12).

En este contexto, el ejercicio isométrico emergió como una alternativa, especialmente tras los hallazgos de Rio et al. (19), en tendinopatías rotulianas, donde se ha demostrado que las contracciones musculares isométricas pueden producir efectos analgésicos inmediatos, pero investigaciones posteriores no han podido replicar esa superioridad de los isométricos sobre los isotónicos (20). Existe cierta evidencia que respalda el uso de este tipo de ejercicio como parte del abordaje terapéutico, observándose mejoras en el dolor tras la realización de contracciones isométricas submáximas (7, 19, 21), e incrementando la rigidez del tendón (22). Sin embargo,

la evidencia sobre su efecto en el tendón de Aquiles es menos clara, con resultados más heterogéneos que en el tendón rotuliano (6, 23), lo que plantea la duda de si el efecto del ejercicio isométrico es extrapolable a diferentes localizaciones tendinosas (24), y si existen diferentes formas del procesamiento del dolor en los tendones dependiendo de sus características mecánicas y físicas (6).

La principal teoría propuesta para explicar este efecto analgésico variable se basa en mecanismos de modulación central (14, 19). Durante el ejercicio submáximo se produce una modulación de los mecanismos corticales motores, caracterizada por una mayor excitabilidad cortical y una menor inhibición intracortical, mejorando la señal nerviosa hacia el músculo implicado sin producir fatiga (19). Este fenómeno es relevante en tendinopatías, ya que se ha descrito que estos pacientes presentan alteraciones en el control motor que podrían contribuir a la persistencia del dolor (19, 24). A este mecanismo se suma la hipoalgesia inducida por el ejercicio, por la cual la activación de vías descendentes inhibitorias y la atención dirigida hacia la tarea motora disminuyen el procesamiento de la señal nociceptiva, reduciendo así el dolor percibido (14, 25). Junto a estos efectos centrales se han descrito posibles cambios locales a nivel tisular durante la contracción, así como factores contextuales asociados a una analgesia "activa" que pueden favorecer la autoeficacia y la adherencia del paciente al tratamiento (14).

Dada la heterogeneidad de los hallazgos, la falta de consenso entre los estudios disponibles y la limitada evidencia, resulta necesario aclarar el verdadero papel del ejercicio isométrico dentro del manejo de las tendinopatías en ambas localizaciones, las diferencias estructurales y biomecánicas de estos, y profundizar en el efecto analgésico inmediato, en su comparación con otras modalidades de carga.

2. OBJETIVOS

El objetivo se seleccionó tras formular la siguiente pregunta PICO:

¿Es el ejercicio isométrico más efectivo que el ejercicio excéntrico e isotónico para reducir el dolor y mejorar la función en pacientes con tendinopatía rotuliana y aquilea?

- **P (población):** pacientes con tendinopatía rotuliana y aquilea.
- **I (intervención):** ejercicio isométrico.
- **C (comparación):** ejercicio excéntrico e isotónico.
- **O (outcomes):** reducción del dolor y mejora de la función.

2.1 Objetivo general:

- Determinar la efectividad del ejercicio isométrico frente al ejercicio excéntrico e isotónico en pacientes con tendinopatías rotulianas y aquileas.

2.2 Objetivos específicos:

- Conocer el efecto del ejercicio isométrico sobre el dolor y la función en estas tendinopatías.
- Comparar el ejercicio isométrico con otras modalidades de ejercicio como el excéntrico y el isotónico respecto a la mejora del dolor y la función.
- Valorar su uso dentro de programas de carga progresiva.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio ha sido aprobado por la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández de Elche con el código COIR (Anexo 1): TFG.GFI.MJMG.DMH.260204.

La búsqueda de información se realizó entre febrero y marzo de 2026. Se consultaron las principales bases de datos científicas en el ámbito de la salud: PubMed (MEDLINE), PEDro (Physiotherapy Evidence Database), Embase y Scopus.

Para realizar la ecuación de búsqueda se emplearon diversos descriptores y términos libres combinados con operadores booleanos (AND, OR). Las palabras clave aplicadas fueron las de: "isometric", "static loading", "patellar", "achilles", "tendinopathy", "tendinitis", "tendon". Estos términos se combinaron mediante los operadores booleanos AND y OR, utilizando el truncamiento (*) para captar todas las variantes terminológicas de los conceptos principales.

La ecuación obtenida según los operadores booleanos, los términos anteriormente descritos y su posterior modificación dependiendo de la base de datos utilizada fue la siguiente: (patellar OR achilles) AND (tendinopath* OR tendiniti* OR tendon*) AND (isometric OR "static loading").

Para ver la ecuación usada en cada base de datos, ver en los anexos Tabla 1 (Ecuaciones de búsqueda).

3.1 Filtros de búsqueda:

Se aplicaron diferentes tipos de filtros según la base de datos utilizada:

- PubMed: 2015-2026, ensayo clínico, estudio observacional, inglés, español, humanos.
- Embase: 2015-2026, español, inglés, artículo clínico, análisis de cohortes, humanos.
- Scopus: 2015-2026, artículo, español, inglés, humanos.
- PEDro: 2015-2026

3.2 Criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de Inclusión:

- Población: Sujetos con diagnóstico clínico y/o ecográfico de tendinopatía rotuliana o aquilea, o que presenten dolor localizado en el tendón provocado por la carga y la palpación.
- Intervención: programas de fisioterapia que incluyan el ejercicio isométrico como intervención principal o comparativa.
- Variables de resultado: estudios que midan el dolor mediante la escala visual analógica (VAS) o la escala numérica (NRS), y/o la función mediante los cuestionarios específicos VISA-P o VISA-A.

Criterios de Exclusión:

- Estudios realizados a animales.
- Patologías concomitantes: presencia de otras lesiones en la rodilla o tobillo.
- Tratamientos recientes: sujetos que hayan recibido inyecciones de corticosteroides o plasma rico en plaquetas (PRP).
- Estudios que no evalúen al menos una de las variables de interés.
- Tipo de publicación: artículos de opinión, editoriales.

3.3 Proceso de selección de los estudios

Se aplicó la ecuación anteriormente mencionada en las diferentes bases de datos, las cuales mostraron unos resultados que posteriormente pasaron los filtros previamente descritos.

- PubMed: 3405 resultados → 246 resultados.
- Embase: 1137 Resultados → 235 resultados.
- Scopus: 1083 resultados → 462 resultados.
- Pedro: 18 resultados (los resultados obtenidos ya están filtrados).

Una vez aplicados los filtros, se procedió a eliminar los duplicados, de los cuales fueron eliminados 217 resultados, quedando 744 artículos.

Tras la lectura del título y resumen de los estudios, se eliminaron 706 artículos, dando lugar a 38 estudios que se evaluaron por lectura del texto completo y aplicación de los criterios de inclusión y de exclusión, eliminando 28 artículos que no cumplían estos criterios (No medir el dolor o la función, población no diagnosticada de tendinopatía rotuliana o aquilea...).

Con ello, quedaron 10 estudios que se analizaron en esta revisión bibliográfica.

Para conocer el proceso de selección de los artículos, ver en los anexos Figura 1 (Diagrama de flujo), que muestra el diagrama de flujo seguido en este estudio.

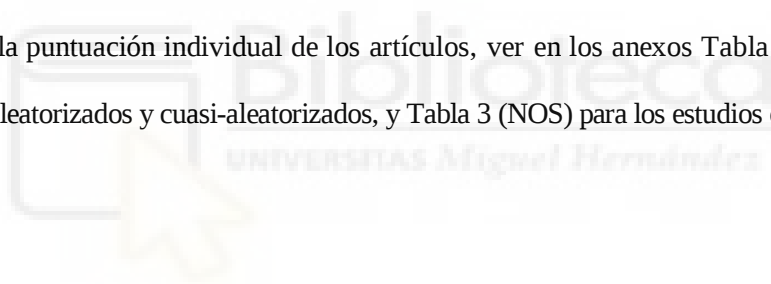
3.4 Evaluación de la calidad metodológica

La calidad de los ensayos clínicos seleccionados se evaluó mediante la Escala PEDro, específica para estudios de fisioterapia. La mayoría de los artículos analizados presentaron una puntuación situada entre 5 y 6 sobre 10, lo que indica una calidad metodológica moderada, con solo, un artículo con una puntuación inferior a 5.

Y para evaluar la calidad de los estudios de cohorte, se utilizó la escala NOS (Newcastle-Ottawa), donde los dos artículos obtuvieron una puntuación de 5 sobre 9 en la escala, por lo que indica una calidad moderada.

No se estableció un umbral de exclusión por calidad metodológica. Dado el limitado número de ensayos disponibles, la calidad evaluada se empleó como criterio de ponderación en la interpretación de los resultados, valorando con mayor cautela los hallazgos de los estudios de menor puntuación.

Para comprobar la puntuación individual de los artículos, ver en los anexos Tabla 2 (PEDro) para los ensayos clínicos aleatorizados y cuasi-aleatorizados, y Tabla 3 (NOS) para los estudios observacionales.



4. RESULTADOS

4.1 Características generales de los estudios

De los diez artículos incluidos en la presente revisión, seis artículos analizaron la tendinopatía rotuliana (3, 7, 14, 19, 20, 26), y cuatro la tendinopatía aquilea (6, 16, 23, 27). En cuanto al diseño de estos, 8 de los artículos fueron ensayos clínicos aleatorizados o cuasi-aleatorizados (3, 6, 7, 14, 16, 19, 20, 26), y 2 de los artículos fueron estudios de cohorte prospectivos sin grupo de control (23, 27).

4.2 Característica de la muestra

El tamaño muestral de los estudios incluidos varió de forma considerable, siendo la muestra más pequeña de 6 participantes en el estudio (19), y la más grande de 91 participantes en el estudio (6).

En tendinopatía rotuliana, los tamaños muestrales oscilaron entre 6 y 76 participantes.

En tendinopatía aquilea, los tamaños muestrales oscilaron entre 10 y 91 participantes.

Respecto al sexo de los participantes, dos estudios (19, 26) emplearon poblaciones exclusivamente masculinas, mientras que el resto de los estudios incluyó tanto hombres como mujeres.

La edad de los participantes osciló aproximadamente entre los 20 y los 50 años según el estudio; dada la disparidad de edades y de tamaños muestrales, no resulta posible calcular una edad media representativa del conjunto.

Para comprobar el tamaño muestral de cada estudio de manera individual se ha realizado una gráfica con los datos específicos, ver en los anexos Figura 2 (Población muestral).

4.3 Intervenciones

Cinco estudios compararon directamente el ejercicio isométrico con el ejercicio isotónico (6, 7, 14, 19, 20). Tres de ellos (6, 19, 20) compararon a través de una única sesión para medir el efecto analgésico inmediato, mientras que los estudios (7, 14) lo evaluaron mediante programas de cuatro semanas.

Dos estudios contrastaron el isométrico con el ejercicio excéntrico (3, 16).

Los dos estudios de cohorte (23, 27) evaluaron intervenciones sin grupo de comparación.

Finalmente, el estudio (26) evaluó dos formas de aplicar el isométrico con el mismo tiempo total bajo tensión.

Respecto a los tiempos de intervención, estos variaron desde sesiones únicas (6, 19, 20, 23), programas de cuatro semanas (7, 14, 26), doce semanas (16), veinticuatro semanas (3), alcanzando los doce meses en el caso del estudio (27).

En cuanto a las herramientas de evaluación, la sentadilla declinada a una pierna (SLDS) fue el test de provocación del dolor estándar utilizado en todos los artículos sobre el tendón rotuliano, a diferencia de los estudios del tendón de Aquiles que emplearon mayoritariamente saltos unilaterales o elevaciones de tobillo.

4.4 Tendinopatía rotuliana

En los estudios que analizaron la respuesta aguda tras una única sesión (14, 19, 20), se registraron reducciones del dolor durante la realización del single leg decline squat, tanto tras el ejercicio isométrico como tras el ejercicio isotónico. Dos de ellos (14, 19) hallaron reducciones significativas del dolor tras el ejercicio isométrico, con descensos de entre 1,8 y 6,83 puntos, superiores en ambos casos a los obtenidos con el ejercicio isotónico.

En uno de estos artículos (19), el efecto isométrico se mantuvo a los 45 minutos y se acompañó de una normalización de los parámetros de inhibición cortical medidos mediante estimulación magnética transcraneal, cambios que no se observaron en el grupo isotónico.

El artículo (20), replicando el mismo protocolo que el artículo (19), no encontró diferencias significativas entre ambas modalidades, con una reducción media inferior a 1 punto en la NRS tanto para el isométrico como para el isotónico.

En ninguno de los tres estudios se registraron efectos adversos asociados a ninguna de las modalidades de ejercicio evaluadas.

Tres estudios (3, 7, 14) midieron la función mediante la VISA-P, registrándose mejoras en todos ellos de entre 9 y 28 puntos respecto al valor basal.

Los estudios que compararon el isométrico frente al isotónico a cuatro semanas (7, 14) ambos registraron reducciones significativas del dolor dentro de cada grupo, con descensos en la escala NRS al final del seguimiento, sin que se encontraran diferencias significativas entre modalidades.

Uno de ellos (14) identificó una mayor analgesia media por sesión a favor del isométrico frente al isotónico, aunque esta ventaja no se tradujo en diferencias en la recuperación funcional.

El estudio (3) encontró a favor del programa progresivo de 24 semanas mejoras superiores en la puntuación VISA-P frente al ejercicio excéntrico aislado, así como una menor puntuación de dolor durante la ejecución de los ejercicios.

El estudio (26) registró reducciones significativas del dolor y mejoras en la fuerza con ambas duraciones de contracción, sin diferencias entre ellas.

4.5 Tendinopatía aquilea

En el tendón de Aquiles, dos estudios (6, 23) evaluaron el efecto analgésico inmediato del ejercicio isométrico mediante escalas de dolor antes y después de la sesión, ninguno de ellos encontró reducciones significativas del dolor tras la intervención, sin que ninguna de las condiciones evaluadas se diferenciara estadísticamente de las demás.

En uno de estos estudios (23), el dolor incluso aumentó ligeramente tras la intervención isométrica, subiendo 0,7 puntos en la NRS, sin que el grupo isotónico tampoco mostrara cambios relevantes.

Dos estudios midieron la función mediante la VISA-A (16, 27). Uno de ellos (27), con su programa de carga progresiva de 12 meses, obtuvo una mejora en la escala VISA-A.

El estudio restante (16), registró mejoras en la VISA-A en ambos grupos sin diferencias entre el excéntrico aislado y el combinado con el ejercicio isométrico.

Para la revisión de los artículos escogidos, se ha elaborado una tabla resumen con la información clave y datos necesarios, ver en los anexos Tabla 4 (Datos de los artículos incluidos).

5. DISCUSIÓN

Según los resultados de los artículos analizados en esta revisión bibliográfica, se observa que la efectividad del ejercicio isométrico es muy variable dependiendo de la localización, población, forma en la que se aplica el ejercicio, habiendo numerosas discrepancias entre patologías.

Los resultados encontrados en los artículos del tendón rotuliano son contrarios. El estudio (19) mostró resultados positivos sobre el ejercicio isométrico, además de que ese efecto se mantendría durante los 45 minutos posteriores al ejercicio, y en el estudio (14) también mejoró el dolor de los participantes durante la temporada, encontrando diferencias significativas frente al ejercicio isotónico por sesión, pero sin embargo, el estudio (20) intentando replicar el estudio (19) pero con una muestra mayor, no logró replicar los resultados positivos anteriormente encontrados, la reducción inmediata fue pequeña, y no se mantuvo el efecto a los 45 minutos posteriores, sin encontrar diferencias significativas entre el ejercicio isométrico y el isotónico.

Esto puede atribuirse al tamaño muestral del artículo (19), ya que analiza 6 pacientes, comparados con los 20 que analiza el artículo (20), siguiendo con el tipo de población que estudiaban cada uno, con un dolor basal muy diferente entre estudios, con lo que el margen de mejora del artículo (19) era mayor que la contraparte. En otros artículos como la revisión sistemática con metanálisis (1), también se llegó a la conclusión de que la evidencia de la analgesia producida por el ejercicio isométrico estaba basada en estudios con poca población, lo que limitaba la solidez de los resultados.

El estudio (26) mostró que la duración de las contracciones, largas o cortas, cuando se iguala el tiempo bajo tensión, reduce de igual manera el dolor. Este hallazgo refuerza la revisión narrativa (15) en la interpretación de que el factor determinante es el volumen total de carga aplicada al tendón.

En programas estructurados (7, 14) sí que pudieron encontrar mejoras en la VISA-P y en la reducción, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas con el ejercicio isotónico, ya

que también mejoró la VISA-P y redujo el dolor. La discrepancia entre comparaciones de efectividad entre el ejercicio isométrico e isotónico ya se mencionó en otras revisiones, como en la revisión sistemática con metanálisis de (1), donde se llegó a la conclusión de que el ejercicio isométrico no resulta superior al ejercicio isotónico para el alivio inmediato del dolor en tendinopatías, y en la revisión sistemática (13) tampoco se encontraron beneficios significativos del isométrico frente al isotónico en el control del dolor post intervención.

Respecto al tendón de Aquiles para las mismas cuestiones, se observa que el comportamiento es distinto, aunque sin muchos resultados positivos. Los estudios (23, 6) adaptando el protocolo de (19) a los flexores plantares, no consiguieron reproducir resultados parecidos, ni una reducción significativa en el dolor frente al ejercicio isotónico o el reposo, lo que sugiere que la respuesta al ejercicio isométrico podría no ser uniforme entre distintas localizaciones tendinosas (24). En esta misma línea, un estudio externo de factibilidad (28), pese a registrar una reducción del dolor, reconoce que esta no alcanzó la relevancia clínica. No obstante, debe tenerse cautela con estos resultados, ya que también se encuentra el problema del tamaño muestral, siendo el artículo (6) el estudio con mayor población de esta investigación (n=91).

Por otra parte, el estudio (16) comprobó que añadir el ejercicio isométrico al protocolo excéntrico estándar no produjo mejoras adicionales en la VISA-A, respecto al excéntrico solo, con ambos grupos mejorando en la VISA-A. El componente determinante de la mejora clínica en esta localización parece seguir siendo la carga progresiva propia del excéntrico clásico, descrito por el estudio (29).

Existen varias diferencias estructurales y biomecánicas entre ambas localizaciones, donde el tendón de Aquiles presenta una vascularización más comprometida en su porción media y, al actuar como estructura terminal del complejo del tríceps sural, está sometido a cargas repetidas de almacenamiento y liberación de energía durante la marcha y la carrera, una demanda mecánica a la que el tendón rotuliano no se ve expuesto en la misma medida (2, 30). Estas particularidades podrían

explicar la variabilidad del efecto analgésico del ejercicio isométrico entre ambas localizaciones tendinosas. Además, el estudio (30) reafirma que las adaptaciones del tendón de Aquiles requieren tiempos prolongados y patrones de carga específicos, lo que podría justificar la limitada respuesta observada tras intervenciones isométricas breves.

En cuanto al ejercicio isométrico en programas de carga progresiva, los resultados son más favorecedores, tanto en el rotuliano como en el Aquiles. El estudio (3) en tendinopatía rotuliana mostró que el protocolo de carga progresiva que integraba el ejercicio isométrico mejoraba el control del dolor comparado con el ejercicio excéntrico aislado, mejorando la escala VISA-P, menor dolor durante la ejecución de los ejercicios y menor puntuación en la escala EVA comparado con el excéntrico aislado. Este mejor control del dolor sugiere que el componente isométrico facilitaría la tolerancia a la carga en las fases iniciales, favoreciendo la adherencia al programa progresivo, siguiendo un abordaje que prioriza primero el dolor y después la carga (12). De igual manera, el estudio (27) en tendinopatía aquilea, aplicó un programa de cuatro estadios con el isométrico como eje central en pacientes con tendinopatía aquilea crónica, obteniendo mejoras en la escala VISA-A, donde redujeron el dolor a la palpación. Esta posible utilidad a medio y largo plazo contrasta con la falta de reducción del dolor observada tras las intervenciones de sesión única en el Aquiles (6, 23), lo que reforzaría la idea de que el beneficio del isométrico en esta localización residiría en su integración en un abordaje progresivo.

LIMITACIONES

Esta revisión presenta varias limitaciones que deben tenerse en cuenta.

- La búsqueda bibliográfica fue realizada por un único investigador, lo que puede haber introducido sesgo en la selección e interpretación de los estudios incluidos.
- El número final de artículos analizados es reducido ($n=10$), con tamaños muestrales pequeños en gran parte de ellos, lo que limita la generalización de los resultados.
- La evidencia científica que evalúa el ejercicio isométrico en las tendinopatías rotuliana y aquilea es todavía limitada.
- La heterogeneidad existente entre los protocolos aplicados (intensidad, duración de las contracciones, números de sesiones y tiempo de seguimiento) dificulta la comparación directa entre los estudios y la extracción de conclusiones uniformes.
- La calidad metodológica de los estudios incluidos fue mayoritariamente moderada, lo que limita la solidez de las conclusiones extraídas.

Para futuras investigaciones sería recomendable la realización de ensayos clínicos aleatorizados y seguimientos a largo plazo, con una mayor población muestral, así como estudios que comparen directamente las distintas modalidades de carga dentro de los programas progresivos.

6. CONCLUSIÓN

Tras el análisis de los estudios incluidos en la presente revisión bibliográfica, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- El ejercicio isométrico podría producir una analgesia inmediata en la tendinopatía rotuliana, aunque los resultados disponibles son inconsistentes y proceden mayoritariamente de estudios con poca población muestral. En la tendinopatía aquilea, este efecto no ha podido replicarse de forma significativa en los estudios incluidos, condicionado por el reducido número de estudios disponibles sobre este tendón.
- No se ha podido comprobar una superioridad significativa del ejercicio isométrico sobre las modalidades del ejercicio excéntrico e isotónico en la reducción del dolor o la función de las tendinopatías rotulianas y aquileas.
- Su uso dentro de programas de carga progresiva podría ser la forma más acertada en la que el ejercicio isométrico puede aportar beneficios en la reducción del dolor y mejorar la función.
- La evidencia disponible no permite establecer recomendaciones firmes sobre el ejercicio isométrico, que podría emplearse como herramienta complementaria a la espera de estudios de mayor tamaño y calidad.

7. **BIBLIOGRAFÍA**

1. Clifford C, Challoumas D, Paul L, Syme G, Millar NL. Effectiveness of isometric exercise in the management of tendinopathy: a systematic review and meta-analysis of randomised trials. *BMJ Open Sport Exerc Med* 2020;6(1):e000760. doi: 10.1136/bmjsem-2020-000760.
2. Tarantino D, Mottola R, Resta G, Gnasso R, Palermi S, Corrado B, et al. Achilles tendinopathy pathogenesis and management: a narrative review. *Int J Environ Res Public Health* 2023;20(17):6681. doi: 10.3390/ijerph20176681.
3. Breda SJ, Oei EHG, Zwerver J, Visser E, Waarsing E, Krestin GP, et al. Effectiveness of progressive tendon-loading exercise therapy in patients with patellar tendinopathy: a randomised clinical trial. *Br J Sports Med* 2021;55(9):501-9. doi: 10.1136/bjsports-2020-103403.
4. 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):260-2. doi: 10.1136/bjsports-2019-100885.
5. Theodorou A, Komnos G, Hantes M. Patellar tendinopathy: an overview of prevalence, risk factors, screening, diagnosis, treatment and prevention. *Arch Orthop Trauma Surg* 2023;143(11):6695-705. doi: 10.1007/s00402-023-04998-5.
6. van der Vlist AC, van Veldhoven PLJ, van Oosterom RF, Verhaar JAN, de Vos RJ. Isometric exercises do not provide immediate pain relief in Achilles tendinopathy: a quasi-randomized clinical trial. *Scand J Med Sci Sports* 2020;30(9):1712- 21. doi: 10.1111/sms.13728.
7. van Ark M, Cook JL, Docking SI, Zwerver J, Gaida JE, van den Akker-Scheek I, et al. Do isometric and isotonic exercise programs reduce pain in athletes with patellar tendinopathy in-season? A randomised clinical trial. *J Sci Med Sport* 2016;19(9):702-

6. doi: 10.1016/j.jsams.2015.11.006.
8. Breda SJ, de Vos RJ, Krestin GP, Oei EHG. Decreasing patellar tendon stiffness during exercise therapy for patellar tendinopathy is associated with better outcome. *J Sci Med Sport* 2022;25(5):372-8. doi: 10.1016/j.jsams.2022.01.002.
9. Albers IS, Zwerver J, Diercks RL, Dekker JH, van den Akker-Scheek I. Incidence and prevalence of lower extremity tendinopathy in a Dutch general practice population: a cross sectional study. *BMC Musculoskelet Disord* 2016;17:16. doi: 10.1186/s12891-016-0885-2.
10. Vander Doelen T, Jelley W. Non-surgical treatment of patellar tendinopathy: a systematic review of randomized controlled trials. *J Sci Med Sport* 2020;23(2):118-24. doi: 10.1016/j.jsams.2019.09.008.
11. López-Royo MP, Ortiz S, Cortés-Pérez I, Lozano-Quijada C, Achalandabaso-Ochoa A, García-Muro F. A comparative study of treatment interventions for patellar tendinopathy: A randomized controlled trial. *Phys Ther Sport* 2021;48:11-19. doi: 10.1016/j.ptsp.2020.12.008.
12. Muaidi QI. Rehabilitation of patellar tendinopathy. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2020;20(4):535-40.
13. Challoumas D, Pedret C, Biddle M, Ng NYB, Kirwan P, Cooper B, et al. Management of patellar tendinopathy: a systematic review and network meta-analysis of randomised studies. *BMJ Open Sport Exerc Med* 2021;7(4):e001110. doi: 10.1136/bmjsem-2021-001110.
14. Rio E, van Ark M, Docking S, Moseley GL, Kidgell D, Gaida JE, et al. Isometric contractions are more analgesic than isotonic contractions for patellar tendon pain: an in-season randomized clinical trial. *Clin J Sport Med* 2017;27(3):253-59. doi: 10.1097/JSM.0000000000000364.
15. Magnusson SP, Kjaer M. The impact of loading, unloading, ageing and injury on the

- human tendon. *J Physiol* 2019;597(5):1283-98. doi: 10.1113/JP275450.
16. Gatz M, Betsch M, Dirrichs T, Schradling S, Tingart M, Michalik R, et al. Eccentric and isometric exercises in Achilles tendinopathy evaluated by the VISA-A score and shear wave elastography. *Orthop J Sports Med* 2020;8(12):2325967120968561. doi: 10.1177/2325967120968561.
 17. Pietrosimone LS, Blackburn JT, Wikstrom EA, Berkoff DJ, Docking SI, Cook J, et al. Landing biomechanics are not immediately altered by a single-dose patellar tendon isometric exercise protocol in male athletes with patellar tendinopathy: a single-blinded randomized cross-over trial. *Phys Ther Sport* 2020;46:177-85. doi: 10.1016/j.ptsp.2020.09.003.
 18. Lim HY, Wong SH. Effects of isometric, eccentric, or heavy slow resistance exercises on pain and function in individuals with patellar tendinopathy: a systematic review. *Physiother Res Int* 2018;23(4):e1721. doi: 10.1002/pri.1721.
 19. Rio E, Kidgell D, Purdam C, Gaida J, Moseley GL, Pearce AJ, et al. Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy. *Br J Sports Med* 2015;49(19):1277-83. doi: 10.1136/bjsports-2014-094386.
 20. Holden S, Lyng K, Graven-Nielsen T, Riel H, Olesen JL, Larsen LH, et al. Isometric exercise and pain in patellar tendinopathy: a randomized crossover trial. *J Sci Med Sport* 2020;23(3):208-14. doi: 10.1016/j.jsams.2019.09.015.
 21. Rio E, Purdam C, Girdwood M, Cook J. Isometric exercise to reduce pain in patellar tendinopathy in-season: is it effective “on the road”? *Clin J Sport Med* 2019;29(3):188-92. doi: 10.1097/JSM.0000000000000549.
 22. Kubo K, Ishigaki T, Ikebukuro T. Effects of plyometric and isometric training on muscle and tendon stiffness in vivo. *Physiol Rep* 2017;5(15):e13374. doi: 10.14814/phy2.13374.
 23. O'Neill S, Radia J, Bird K, Rathleff MS, Bandholm T, Jorgensen M, et al. Acute

- sensory and motor response to 45-s heavy isometric holds for the plantar flexors in patients with Achilles tendinopathy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2019;27(9):2765-73. doi: 10.1007/s00167-018-5050-z.
24. Silbernagel KG, Vicenzino BT, Rathleff MS, Thorborg K. Isometric exercise for acute pain relief: is it relevant in tendinopathy management? *Br J Sports Med* 2019;53(21):1330-1. doi: 10.1136/bjsports-2019-100591.
 25. Naugle KM, Naugle KE, Fillingim RB, Riley JL. Isometric exercise as a test of pain modulation: effects of experimental pain test, psychological variables, and sex. *Pain Med* 2014;15(4):692-701. doi: 10.1111/pme.12312.
 26. Pearson S, Stadler S, Menz H, Morrissey D, Scott I, Munteanu S, et al. Immediate and short-term effects of short- and long-duration isometric contractions in patellar tendinopathy. *Clin J Sport Med* 2018;30:1. doi: 10.1097/JSM.0000000000000625.
 27. Krogh TP, Jensen TT, Madsen MN, Fredberg U. An isometric and functionally based 4-stage progressive loading program in Achilles tendinopathy: a 12-month pilot study. *Transl Sports Med* 2022;2022:6268590. doi: 10.1155/2022/6268590.
 28. Mantovani L, Maestroni L, Bettariga F, Gobbo M, Lopomo NF, McLean S. Does isometric exercise improve leg stiffness and hop pain in subjects with Achilles tendinopathy? A feasibility study. *Phys Ther Sport* 2020;46:234-42. doi: 10.1016/j.ptsp.2020.09.005.
 29. Alfredson H, Pietilä T, Jonsson P, Lorentzon R. Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis. *Am J Sports Med* 1998;26(3):360-6. doi: 10.1177/03635465980260030301.
 30. Merza E, Pearson S, Lichtwark G, Ollason M, Malliaras P. Immediate and long-term effects of mechanical loading on Achilles tendon volume: a systematic review and meta-analysis. *J Biomech* 2021;118:110289. doi: 10.1016/j.jbiomech.2021.110289.

8. ANEXOS

Tabla 1. Ecuaciones de búsqueda.

PubMed	(patellar OR achilles) AND (tendinopath* OR tendiniti* OR tendon*) AND (isometric OR "static loading")
Embase	(patellar OR achilles) AND (tendinopath* OR tendiniti* OR tendon*) AND (isometric OR "static loading")
Scopus	(patellar OR achilles) AND (tendinopath* OR tendiniti* OR tendon*) AND (isometric OR "static loading")
PEDro	Title: Isometric tendinopathy Therapy: Strength training Method: Clinical trial

Tabla 2. Escala PEDro.

Autor y año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
Rio et al. (2015)	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	6/10
Van Ark et al. (2016)	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	5/10
Rio et al. (2017)	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	6/10
Pearson et al. (2018)	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6/10
Holden et al. (2020)	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	6/10
Van der Vlist. (2020)	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	3/10
Gatz et al. (2020)	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	5/10
Breda et al. (2021)	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	8/10

Media: 5,6/10

Criterios de la escala PEDro:

- Criterio 1: los criterios de elección fueron especificados
- Criterio 2: los sujetos fueron asignados al azar a los grupos.
- Criterio 3. La asignación fue oculta.
- Criterio 4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes.
- Criterio 5. Todos los sujetos fueron cegados.
- Criterio 6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados.
- Criterio 7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados.
- Criterio 8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos.
- Criterio 9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por “intención de tratar”.
- Criterio 10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave.
- Criterio 11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.

Los criterios de elegibilidad están relacionados con la validez externa, por lo que este elemento no se emplea para calcular la puntuación total del manuscrito evaluado.

Puntuación de la calidad:

- La excelencia corresponde a la puntuación 9 y 10.
- Entre los 6 y los 8 puntos se considera que es de buena calidad.
- De entre 4 a 5 puntos se considera que el artículo es correcto.
- Menor de 4 puntos se considera de mala calidad.

Se marcó como presente (1), y como ausente (0).

Tabla 3. Escala Newcastle-Ottawa (NOS)

Autor y año	Cohorte representativa	Selección de la cohorte no expuesta	Ascertainment de la exposición	Outcome ausente al inicio	Comparabilidad de cohortes	Evaluación del outcome	Seguimiento suficientemente largo	Adecuación del seguimiento	Puntuación (★)
O'Neill S et al. (2019)	★	0	★	★	0	★	0	★	5/9
Krogh et al (2022)	★	0	★	★	0	★	★	0	5/9

Puntuación de calidad:

La escala de NOS usa tres dominios para calificar la calidad de los artículos, el dominio de selección con un máximo de 4 estrellas, el de comparabilidad con un máximo de 2 estrellas, y el de resultados/exposición con un máximo de 3 estrellas.

- 8 a 9 estrellas (Calidad Alta): Indica un riesgo de sesgo bajo.
- 5 a 7 estrellas (Calidad Moderada/Regular): Indica un riesgo de sesgo moderado.
- 0 a 4 estrellas (Calidad Baja): Indica un riesgo de sesgo alto.

Tabla 4. Datos de los artículos incluidos.

Autor/año (N° cita)	Tipo de estudio	Tamaño muestral (n)	Intervención	Mediciones principales	Resultados principales
Tendinopatía rotuliana					
Breda et al. 2021 (N° cita: 3)	ECA estratificado, simple ciego.	N=76, atletas de 24 años media con una mediana de 2 años con síntomas. PTLE n=38; EET n=38.	PTLE (4 estadios: isométrico→isotónico→pliométrico→específico deporte) vs. EET (excéntrico en tablero 25°). 24 semanas sin supervisión.	VISA-P a 12 y 24 semanas. Tasa de retorno al deporte. Satisfacción. EVA durante ejercicios.	Ambos grupos mostraron mejoras significativas a las 24 semanas. La mejora del grupo PTLE fue superior a la del EET a las 24 semanas (VISA-P +28 vs. +18 puntos; IC95% 1-16; p=0,023). El grupo PTLE tuvo una mayor tendencia al retorno del deporte respecto al grupo EET (43% vs. 27%; p=0,13). El dolor durante los ejercicios fue significativamente menor en PTLE (EVA 2 vs 4; p=0,006). Mayor satisfacción excelente en el grupo PTLE (38% vs. 10%; p=0,009).
Van Ark et al. 2016 (N° cita: 7)	ECA.	N=29, atletas de voleibol y baloncesto con una media de 22 años, en temporada. Se dividió a 10 por cada grupo.	Isométrico (5×45s, 80% CVM) vs. isotónico (4×8 rep, 80% 8RM). 4 veces/semana durante 4 semanas.	Dolor en SLDS (NRS 0-10). Función mediante VISA-P. Escala de cambio percibido.	Ambos grupos mejoraron significativamente el dolor en el SLDS, con reducciones de 2,3 puntos en el grupo isométrico y 3,5 en el isotónico, sin diferencias entre modalidades (p=0,208). La mejora en la VISA-P fue significativa en ambos grupos, con un cambio mediano global de 9 puntos, sin diferencias significativas entre grupos (p=0.965). La puntuación de cambio percibido fue de +2,3 sobre una escala de -4 a +4.

Autor/año (N° cita)	Tipo de estudio	Tamaño muestral (n)	Intervención	Mediciones principales	Resultados principales
Rio et al. 2017 (N° cita: 14)	ECA.	N=20, atletas de voleibol y baloncesto con tendinopatía rotuliana. 10 participantes por grupo.	Isométrico (5×45s, 80% CVM) vs. isotónico (4×8 rep, 80% 8RM). 4 veces/semana durante 4 semanas.	Dolor pre/post sesión en SLDS (NRS 0-10). VISA-P al inicio y a las 4 semanas.	El isométrico produjo mayor analgesia inmediata que el grupo isotónico (reducción media 1,8 vs 0,9 puntos; $p<0,001$; $d=2,75$) con un área bajo la curva de analgesia acumulada de 26,00 frente a 14,23. Ambos grupos mejoraron la VISA-P sin diferencias significativas entre sí ($p=0.99$). La analgesia en semana 1 se correlacionó con la mejora de la VISA-P a las 4 semanas ($r^2=0,64$).
Rio et al. 2015 (N° cita: 19)	ECA cruzado, simple ciego.	N=6, jugadores de voleibol masculinos con tendinopatía rotuliana, con una mediana de 26,9 años. Los participantes pasan por ambas condiciones.	Isométrico (5×45s, 70% CVM) vs. isotónico (4×8 rep, 100% 8RM). Sesión única.	Dolor en SLDS (NRS 0-10). Fuerza (CVM). Excitabilidad cortical (TMS).	El isométrico redujo el dolor de 7,0 a 0,17 (NRS) y mantuvo el efecto a los 45 min. El isotónico redujo del 6,3 al 3,75, y no mantuvo el efecto, volviendo a niveles iniciales. La reducción del dolor fue significativamente mayor en el grupo isométrico ($p<0.001$). El isométrico aumentó la CVM un 18,7%. Los ejercicios isométricos redujeron significativamente la inhibición cortical (ratio SICI paso de 27,5% a 54,9%), el grupo isotónico no provocó ningún efecto.

Autor/año (Nº cita)	Tipo de estudio	Tamaño muestral (n)	Intervención	Mediciones principales	Resultados principales
Holden et al. 2020 (Nº cita: 20)	ECA cruzado, prerregistrado.	N=20, activos en deporte (18-40 años), con un VISA-P media de 47,9.	Isométrico (5×45s, 70% CVM, dinamómetro) vs. dinámico (3×8 rep, 8RM). Sesión única.	Dolor en SLDS (NRS 0-10). Umbrales de dolor por presión (PPT). Grosor tendinoso (ecografía).	La reducción del dolor inmediata fue pequeña y similar en ambas modalidades (0,9 puntos en la NRS; p=0,028), sin mantenimiento del efecto a los 45 minutos. No se encontraron diferencias entre el isométrico y el dinámico en ninguna de las modalidades. Únicamente aumentaron los PPT en el tibial anterior. No hubo cambios significativos en los umbrales de dolor localmente en el tendón patelar. No se detectaron cambios significativos en el grosor del tendón patelar.
Pearson et al. 2018 (Nº cita: 26)	ECA cruzado.	N=16 varones, atletas de voleibol y baloncesto con tendinopatía rotuliana, con una media de 26 años. 8 participantes por grupo.	Isométrico corta duración (24×10s) vs. larga duración (6×40s), 85% CVM. 5 días/semana durante 4 semanas.	Dolor en SLDS y salto unipodal (EVA). Grosor tendinoso. Fuerza (CVM).	Ambas duraciones redujeron el dolor de forma similar en SLDS y salto (sin diferencias entre sí). El dolor y la fuerza mejoraron a las 4 semanas. El strain transversal aumentó 14% y las contracciones cortas son igual de eficaces si se iguala el tiempo bajo tensión.

Autor/año (Nº cita)	Tipo de estudio	Tamaño muestral (n)	Intervención	Mediciones principales	Resultados principales
Tendinopatía aquilea					
Van der Vlist et al. 2020 (Nº cita: 6)	Ensayo cuasi-aleatorizado.	N=91, edad media 48 años, con tendinopatía aquilea crónica de porción media. ISO-puntillas n=24; ISO-dorsiflexión n=18; Isotónico n=24; Reposo n=25.	Isométrico-puntillas vs. isométrico-dorsiflexión vs. isotónico vs. reposo (5×45s o 5×15 rep, carga hasta 60 kg). Sesión única, 13 min.	Dolor en 10 saltos unilaterales (EVA 0-100), pre e inmediatamente post intervención.	Ningún grupo mostró reducción significativa del dolor. Las diferencias intragrupo fueron: ISO-puntillas 0,2 (IC95% -11,2/11,5); ISO-flexión dorsal -1,9 (-13,6/9,7); isotónico 1,4 (-8,3/11,1); reposo 7,2 (-2,4/16,7). No hubo diferencias entre grupos (p=0,26). Un efecto analgésico clínicamente relevante, definido como una reducción de 20 o más puntos en la EVA, se detectó únicamente en el 25% de los pacientes del grupo isométrico en puntillas.
Gatz et al. 2020 (Nº cita: 16)	ECA.	N=42, edad media 50 años, con tendinopatía aquilea insercional como de porción media. EE n=20; EE+ISO n=22.	EE (excéntrico 2×/día, 3×15 rep en escalón) vs. EE+ISO (mismo protocolo + 5×45s en puntillas, 3 niveles de carga). 3 meses.	VISA-A. AOFAS. Escala Likert. Ecografía modo B. Elastografía SWE.	Ambos grupos mejoraron significativamente la VISA-A en 15 puntos (p<0,001), sin diferencias entre ellos (p=0,362). Añadir el componente isométrico al protocolo excéntrico no aportó beneficio adicional en ninguna de las variables evaluadas. Únicamente el grupo excéntrico mostró un aumento significativo de la rigidez tendinosa.

Autor/año (N° cita)	Tipo de estudio	Tamaño muestral (n)	Intervención	Mediciones principales	Resultados principales
O'Neill et al. 2019 (N° cita: 23)	Estudio de cohorte prospectivo exploratorio.	N=16, edad media 48,6 años. Sujetos con tendinopatía de porción media. Sin grupo de control.	5×45s contracción isométrica plantar al 70% CVM Sesión única.	Dolor en tarea funcional (NRS 0-10). PPT (Von Frey electrónico). Torque plantar isocinético.	No se observaron cambios significativos en el dolor durante la tarea funcional tras la intervención isométrica (4,2→4,9 puntos en la NRS). Los umbrales de dolor por presión tampoco mostraron cambios relevantes. Solo el torque concéntrico a 90°/s aumentó de forma estadísticamente significativa, sin superar la diferencia mínima detectable.
Krogh et al. 2022 (N° cita: 27)	Estudio de cohorte.	N=10, edad media 43 años, con una duración media de los síntomas de 2,7 años. El 90% con fracaso previo al tratamiento con ejercicio excéntrico. Sin grupo de control.	Programa domiciliario de 4 estadios progresivos (isométrico como eje central). 4 meses de programa + seguimiento hasta 12 meses.	VISA-A (0-100) a 1, 2, 3, 6 y 12 meses. Dolor a la palpación (0-10). Grosor tendinoso. Actividad Color Doppler (grado 0-4).	La VISA-A mejoró una media de 26,9 puntos a los 6 meses (p=0,004) y de 35,4 puntos a los 12 meses (p=0,006). El dolor a la palpación se redujo de 5,5 a 2,5 sobre 10 (p<0,001). La ecografía mostró una reducción significativa del área hipoecoica del 29,1% al 8,5% (p=0,001) y una disminución del 50% en la actividad Power Doppler. A los 12 meses el 90% de los participantes practicaba deporte activamente y el 50% había retomado la carrera, sin registrarse ningún evento adverso.

AOFAS= American Orthopaedic Foot and Ankle Society Score; CVM= contracción voluntaria máxima; ECA= ensayo clínico aleatorizado; EE= ejercicio excéntrico; EET= Eccentric Exercise Training; EVA= escala visual analógica; IC95%= intervalo de confianza del 95%; ISO= ejercicio isométrico; NRS= Numeric Rating Scale; PTLE= Progressive Tendon-Loading Exercise; PPT= umbral de dolor por presión (Pressure Pain Threshold); Rep= repeticiones; RM= repetición máxima; SLDS= single leg decline squat; SWE= elastografía por ondas de corte (Shear Wave Elastography); TMS= estimulación magnética transcraneal (Transcranial Magnetic Stimulation); VAS= Visual Analogue Scale; VISA-A= Victorian Institute of Sport Assessment-Achilles; VISA-P= Victorian Institute of Sport Assessment-Patellar.



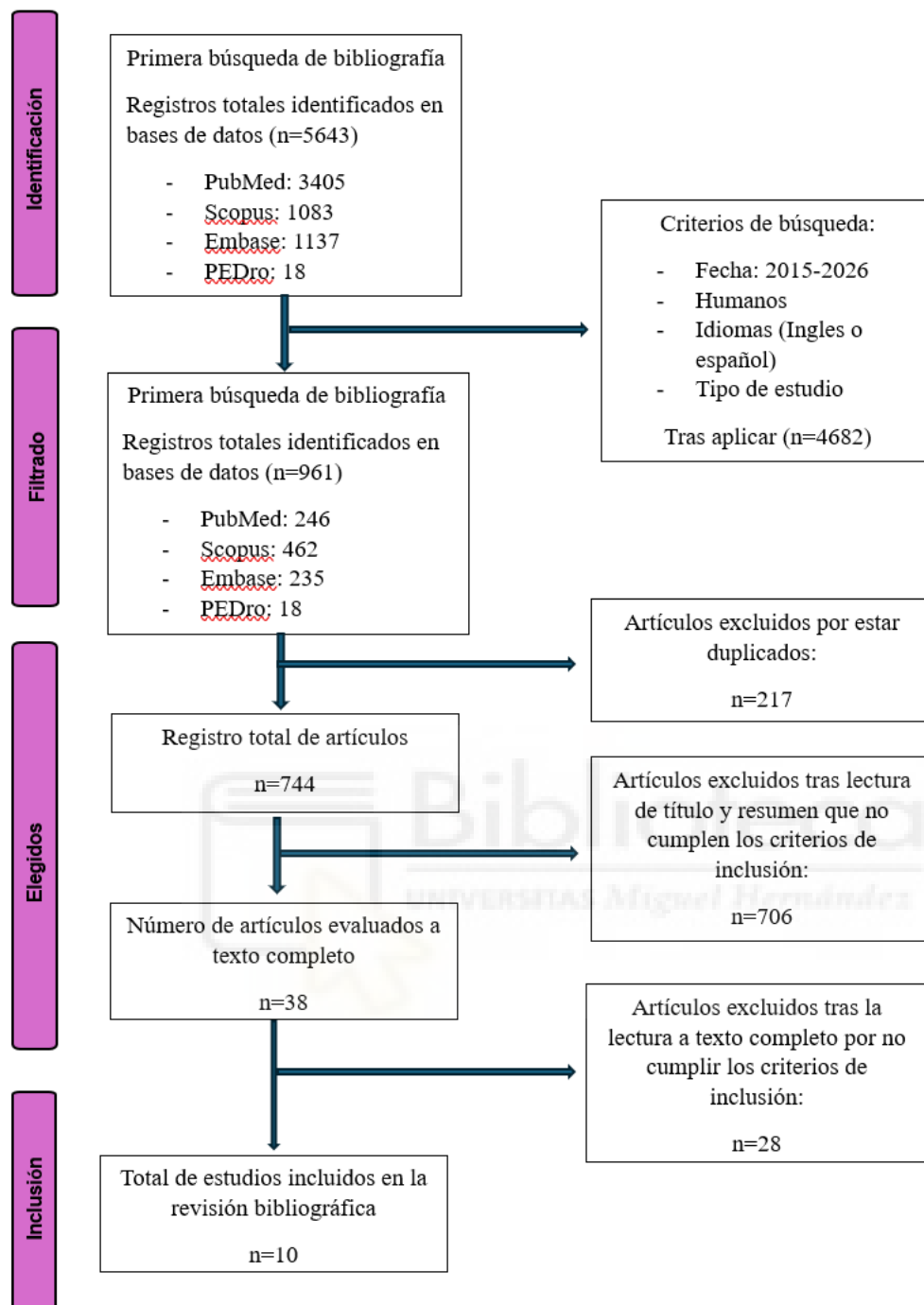


Figura 1. Diagrama de flujo

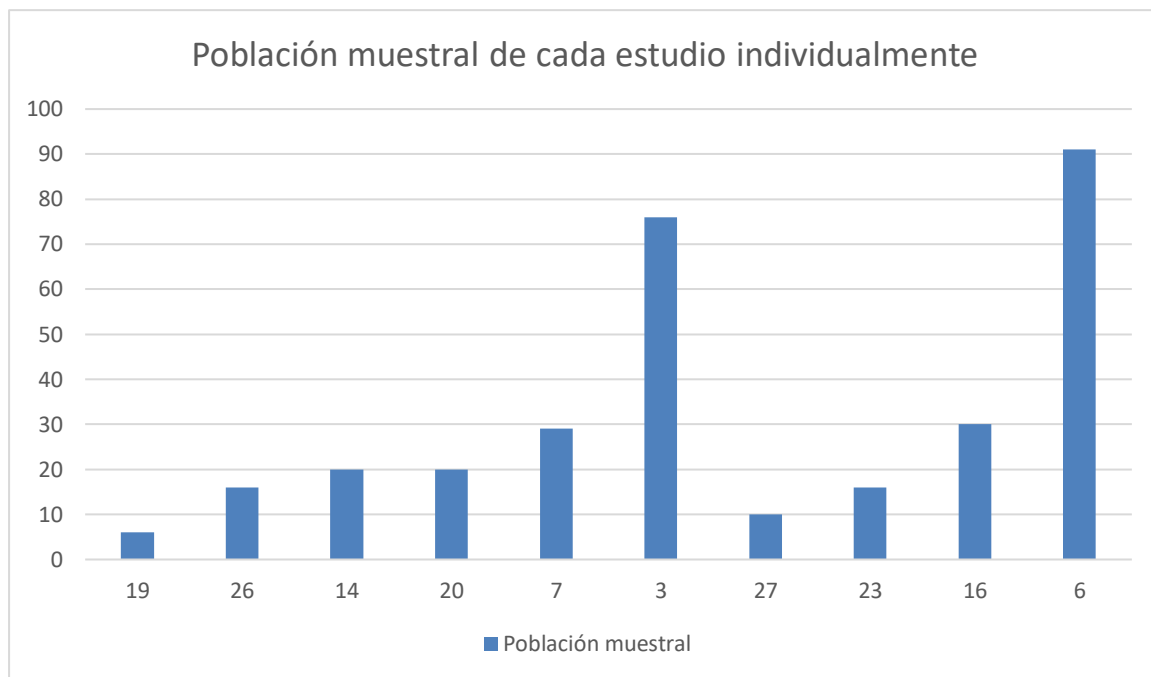


Figura 2. Población muestral de los estudios

