

# TRABAJO FIN DE MÁSTER



**Escuela Universitaria  
Real Madrid**  
UNIVERSIDAD EUROPEA

Máster Universitario en Fisioterapia Deportiva

Escuela Universitaria Real Madrid – Universidad Europea

## **Efectividad de las ondas de choque en el tratamiento de la tendinopatía rotuliana en deportistas: Una revisión sistemática**

Autor:

D/. Juan Lázaro Ramírez Fernández

Nº expediente: 22348560

Director:

Dr. Francisco Volpe

Villaviciosa de Odón, 31 de mayo de 2024



**Escuela Universitaria  
Real Madrid**  
UNIVERSIDAD EUROPEA

## AUTORIZACIÓN PRESENTACIÓN DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

<b>DATOS DEL ALUMNO</b>	
Apellidos: Ramírez Fernández	Nombre: Juan Lázaro
Máster Universitario en Fisioterapia deportiva	
Título del trabajo: Efectividad de las ondas de choque en el tratamiento de la tendinopatía rotuliana en deportistas: Una revisión sistemática.	

El Dr. Francisco Volpe como Tutor del trabajo reseñado arriba, certifico que el trabajo cumple con las normas establecidas en la asignatura Metodología de la Investigación, concuerda con el contenido que ha sido tutelado durante el curso e incluye los resultados de la fase experimental con su correspondiente discusión acorde al método científico.

Con esto apruebo su presentación y defensa ante el Tribunal.

En Villaviciosa de Odón, a 31 de mayo de 2024

Fdo.: Francisco Volpe

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familiares y amigos, en especial a mi madre y a mi padre por haber estado en todo momento a mi lado apoyándome y animándome cuando cualquier cosa salía mal.

A mis tutores de empresa por darme facilidades y haberme ayudado a poder culminar mis prácticas con éxito, así como su esfuerzo y dedicación al transmitirme sus conocimientos y lo mejor de cada uno de ellos que me permitieron mejorar tanto a nivel profesional como personalmente.

A mis profesores por su empeño y su buena disposición durante las clases, ayudándome a mejorar a nivel académico.

A todos mis pacientes y jugadores por su paciencia, comprensión y buena disposición durante los períodos de prácticas, así como durante mi jornada laboral.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>8</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>9</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>OBJETIVO.....</b>	<b>13</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>14</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>17</b>
<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>27</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>30</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>31</b>

## ABREVIATURAS

<b>ADL</b>	Activities of daily living (Actividades de la vida diaria)
<b>ECA</b>	Ensayo clínico aleatorizado
<b>GC</b>	Grupo control
<b>GE</b>	Grupo experimental
<b>IMC</b>	Índice de masa corporal
<b>NRS</b>	Numeric Rating Scale (Escala Numérica del Dolor)
<b>OC</b>	Ondas de choque
<b>OCF</b>	Ondas de choque focales
<b>OCR</b>	Ondas de choque radiales
<b>PICOS</b>	Population, Intervention, Comparison, Outcomes and Study (Población, Intervención, Comparación, Resultados y Estudio)
<b>PRISMA</b>	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (Elementos de Informes Preferidos para Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis)
<b>PRP</b>	Plasma rico en plaquetas
<b>ROM</b>	Rango de movimiento
<b>SLDS</b>	Single leg decline squat (Sentadilla en declive con una sola pierna)
<b>TR</b>	Tendinopatía rotuliana
<b>VAS</b>	Visual Analogue Scale (Escala Visual Analógica)
<b>VISA-P</b>	Victorian Institute of Sport Assessment-Patella (Instituto Victoriano de Evaluación Deportiva para el tendón rotuliano)
<b>WOS</b>	Web of Science

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Diagrama de flujo de la búsqueda bibliográfica según la declaración PRISMA.....	17
--	----

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Artículos seleccionados en la revisión sistemática.....	18
<b>Tabla 2.</b> Calidad metodológica y riesgo de sesgos. Escala PEDro.....	20
<b>Tabla 3.</b> Resumen de los estudios incluidos en la revisión.....	23

## RESUMEN

**Introducción:** La tendinopatía rotuliana (TR) o rodilla del saltador es una causa de lesión bastante frecuente en atletas que practican deportes que implican muchos saltos repetitivos, haciendo que se genere una gran carga de energía en el mecanismo extensor de la rodilla, haciendo que se reproduzca dolor en el polo inferior de la rótula, engrosamiento y limitación funcional. Las ondas de choque (OC) han mostrado resultados prometedores en diferentes estudios, sin embargo, no ha demostrado ser más efectiva que otros tipos de terapias.

**Objetivo:** Determinar la efectividad de las OC en el tratamiento de la TR en deportistas en el manejo del dolor, rango de movimiento (ROM), fuerza y funcionalidad.

**Metodología:** Se realizó una búsqueda en las bases de datos PubMed, Cochrane y Web of Science el 8 de marzo de 2024, siguiendo las directrices del Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) 2020. Se incluyeron ensayos clínicos aleatorizados (ECA) con deportistas o pacientes físicamente activos con TR. Se compararon las OC con OC simuladas o con tratamientos convencionales, reportándose valores de dolor, funcionalidad, fuerza, rigidez, deformación, longitud, módulo de cizallamiento del tendón y satisfacción del tratamiento. Artículos cuyos pacientes sean sedentarios y aquellos en los que se compararon las OC con el tratamiento quirúrgico o con cualquier tipo de inyecciones fueron excluidos.

**Resultados:** Se incluyeron 7 estudios de un total de 134 registros obtenidos de las diferentes bases de datos (308 participantes; 220 hombres y 88 mujeres). Las OC mostraron mejoras significativas en cuanto a dolor, funcionalidad, fuerza, longitud, rigidez, deformación del tendón y satisfacción del tratamiento, sin embargo, cuando se compararon con las OC simuladas apenas hubo diferencias entre ambos grupos. Las OC podrían tener un efecto biomecánico en la estructura del tendón debido a que se encontraron cambios significativos en la rigidez, deformación y el módulo de cizallamiento del tendón. Las OC han mostrado mejoras significativas en dolor y fuerza en comparación con la acupuntura, la terapia de ultrasonidos y la terapia de microondas.

**Conclusiones:** Las OC en el manejo de la TR en deportistas tuvieron un impacto positivo en las diferentes variables analizadas. Sin embargo, apenas hubo diferencias significativas entre los grupos de OC y las OC simuladas, por lo que no se puede extraer conclusiones definitivas. Es probable que las OC tengan un efecto biomecánico sobre la estructura del tendón. Las OC mostraron mejoras significativas en fuerza y dolor en comparación con la acupuntura, terapia de ultrasonido y la terapia de microondas.

**Palabras claves:** Tendinopatía rotuliana, ondas de choque, rodilla del saltador, atleta

## ABSTRACT

**Introduction:** Patellar tendinopathy (PT) or jumper's knee is a common cause of injury in athletes who practice sports that involve many repetitive jumps, causing a large energy load to be generated in the extensor mechanism of the knee, causing pain to be reproduced at the lower pole of the patella, thickening and functional limitation. Shock waves (ESWT) have shown promising results in different studies, however, they have not been shown to be more effective than other types of therapies.

**Objective:** To determine the effectiveness of (ESWT) in the treatment of (PT) in athletes in pain management, range of motion (ROM), strength and functionality.

**Methods:** A search was conducted in the PubMed, Cochrane and Web of Science databases on March 8, 2024, following the guidelines of the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) 2020. Randomized clinical trials (RCT) with athletes or physically active patients with PT were included. ESWT were compared with sham ESWT or with conventional treatments, reporting values of pain, functionality, strength, stiffness, deformation, length, tendon shear modulus and treatment satisfaction. Articles whose patients are sedentary and those in which ESWT were compared with surgical treatment or with any type of injections were excluded.

**Results:** Seven studies were included from a total of 134 records obtained from the different databases (308 participants; 220 men and 88 women). The ESWT showed significant improvements in pain, functionality, strength, length, stiffness, tendon deformation and treatment satisfaction; however, when compared with the simulated ESWT, there were no differences between both groups. ESWT could have a biomechanical effect on the tendon structure because significant changes were found in tendon stiffness, deformation, and tendon shear modulus. ESWT have shown significant improvements in pain and strength compared to acupuncture, ultrasound therapy, and microwave therapy.

**Conclusion:** The ESWT in the management of PT in athletes had a positive impact on the different variables analyzed. However, there were hardly any significant differences between the ESWT groups and the sham groups, so definitive conclusions cannot be drawn. ESWT is likely to have a biomechanical effect on tendon structure. ESWT showed significant improvements in strength and pain compared to acupuncture, ultrasound therapy, and microwave therapy.

**Keywords:** Patellar tendinopathy, shockwave, jumper's knee, athlete.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las lesiones de tendón son comunes y afectan a una gran parte de los atletas recreativos y profesionales (1,2). La tendinopatía es el trastorno tendinoso más común, caracterizándose por dolor relacionado con la actividad, sensibilidad focal en los tendones y disminución de la fuerza y el movimiento en el área afectada (1). Las tendinopatías son consecuencia en gran parte por una carga excesiva en el tendón debido a movimientos repetitivos y posturas forzadas (3).

Las afecciones que afectan a los tendones, que incluyen el dolor crónico y la ruptura se denominan tendinopatías en lugar de términos como "tendinosis" y "tendinitis", puesto que esta terminología no hace suposiciones sobre la patología subyacente (2,4). Aunque el papel de la inflamación sigue siendo objeto de debate, se sabe desde hace mucho tiempo que las tendinopatías son principalmente afecciones degenerativas, donde suele haber una ausencia de células inflamatorias dentro o alrededor de la lesión (2,4).

Los tendones son tejidos especializados que conectan el músculo con el hueso y transmiten las fuerzas generadas por el músculo al hueso, lo que da como resultado el movimiento de la articulación (1,5). Poseen una matriz extracelular altamente organizada, que consta de proteínas estructurales (elastina, colágeno tipo I y otros tipos de colágenos en menor medida), proteínas especializadas (fibrilina y fibronectina) y proteoglicanos (1,4,5).

Las células similares a los fibroblastos que conforman el tendón se conocen como tenocitos, que se cree que son distintas de otras células del tejido conectivo, aunque actualmente no existen marcadores moleculares específicos que puedan usarse para caracterizarlas (4). Los tenocitos al ser la estructura funcional del tendón, se encargarán en gran parte en la síntesis de colágeno y en el mantenimiento activo de los componentes de la matriz extracelular (1,4).

Hay evidencia de un proceso continuo de remodelación de la matriz, aunque la tasa de recambio varía en diferentes sitios (1,4,5). Un cambio en la actividad de remodelación se asocia con la aparición de la tendinopatía (4,5). Los principales cambios moleculares incluyen un aumento de la expresión de colágeno tipo III, fibronectina, tenascina C, agregcano y biglicano (4,5). Estos cambios son coherentes con la reparación, pero también pueden ser una respuesta adaptativa a los cambios en la carga mecánica (4). Se cree que la tensión menor repetida es el principal factor precipitante de la tendinopatía, aunque se requiere más trabajo para determinar si es la sobreestimulación mecánica o la subestimulación lo que conduce al cambio en la actividad de los tenocitos (4). Las enzimas metaloproteinasas tienen un papel importante en la matriz tendinosa, siendo responsables de la degradación del colágeno y el proteoglicano en tanto los pacientes sanos como los enfermos (1,4).

La tendinopatía rotuliana (TR) o rodilla del saltador es una causa de lesión común en los atletas que practican deportes que implican saltos repetitivos, que hacen que se genere una carga considerable de energía en el mecanismo extensor de la rodilla (6–8). Se trata de una lesión por sobreuso que se caracteriza por dolor en el polo inferior de la rótula, engrosamiento y limitación funcional (7,9–11). Los jugadores de voleibol, balonmano y baloncesto se lesionan con más frecuencia del TR en comparación con los jugadores de fútbol (6,8,11–14).

La TR reduce la calidad de vida e interfiere en la participación en actividades vigorosas en el deportista (13). El 55% de los atletas activos con TR reporta un impacto negativo en su rendimiento deportivo (13). Las manifestaciones clínicas en los deportistas tienden a ser moderadas, pero duraderas, provocando en aquellos que lo padecen buscar terapias efectivas que les permitan volver a la actividad deportiva (13).

Debido a que el tratamiento conservador y quirúrgico de las tendinopatías no siempre tienen éxito, se han desarrollado nuevas modalidades de tratamiento (15). Las ondas de choque (OC) utilizan ondas de presión las cuales buscarán provocar una respuesta inflamatoria aguda para posteriormente aumentar el flujo sanguíneo en el tejido dañado y por tanto aumentar el número de células inflamatorias y mediadores que se encargarán de reparar el tejido dañado (15).

La utilidad de las OC para el tratamiento de la TR se basa en tres teorías (6,15): La primera teoría es que el alivio del dolor se logra mediante una hiperestimulación analgésica, en la que la sobreestimulación de la zona dolorosa conduce a una disminución de la transmisión de señales a través del tronco del encéfalo. La segunda teoría supone que la carga mecánica desarrollada por las OC estimula la regeneración del tejido, donde la carga mecánica sobre el citoesqueleto conduce a respuestas celulares y a una mayor síntesis de proteínas. Los tenocitos humanos sanos responden a las OC con crecimiento celular y aumento de la síntesis de colágeno, principalmente tipo I, y en los tenocitos humanos afectados, las OC disminuyen la expresión de metaloproteasas de matriz e interleucinas que están asociadas con las tendinopatías. Asimismo, las OC conducen a un aumento en la producción de colágeno y el recambio de la matriz, una mayor vascularización en la unión hueso-tendón y una mayor regeneración tisular en la cicatrización de heridas y la isquemia. La tercera teoría afirma que las OC destruye las calcificaciones en los tendones.

Existen dos tipos de terapias con OC (15): La terapia con OC focales (OCF) y la terapia con OC radiales (OCR). Hay dos diferencias importantes en las características de las ondas entre las OCF y las OCR. En primer lugar, las OCR tienen un efecto más superficial en comparación con las OCF, que alcanzan una energía máxima en el foco que se encuentra más profundamente en los tejidos del cuerpo (15). Se demostró que las OCR genera un campo de presión que se extiende hasta 40 mm en agua, mientras que el campo

de presión generado por las OCF puede alcanzar una distancia que es aproximadamente el doble (15). Se desconoce cómo se relacionan estas medidas con el tejido biológico (15). Estas medidas también dependen del dispositivo que se utilice y del ajuste de energía (15). En general, las OCF viajarán más lejos y tendrán más impacto en los tejidos ubicados más profundamente (15). En segundo lugar, las OCF se generan en el agua porque la impedancia acústica del agua y del tejido biológico es comparable, haciendo que la reflexión sea limitada y las ondas se transmitan mejor al cuerpo (15). Las OCR, a diferencia de las OCF, se generan acelerando un proyectil, utilizando aire comprimido, a través de un tubo en cuyo extremo se coloca un aplicador, es decir, el proyectil golpea el aplicador y el aplicador transmite la onda de presión generada al cuerpo (15).

La efectividad de las OC puede depender del estadio de la tendinopatía (15,16). Un modelo reciente de tendinopatía diferencia entre una tendinopatía reactiva o fase temprana de deterioro del tendón y una fase tardía de deterioro o degeneración del tendón (15,16). Las OC parecen ser más apropiada en este último caso, donde la tendinopatía es degenerativa y cuando el tratamiento conservador no tiene ningún efecto, no obstante, en fases más tempranas las OC parecen no tener el mismo efecto (15,16). Hasta ahora, los estudios no han diferenciado entre los sujetos del estudio en función de estas diferentes etapas; por lo tanto, es posible que diferentes estudios hayan utilizado poblaciones que no son comparables (15,16).

La evidencia de las OC en el tratamiento de la TR parece ser limitada. En una revisión sistemática llevada a cabo por Stania et al (13) en la que se analizó el efecto que tenían las OC en atletas con TR los ensayos clínicos aleatorizados (ECA) presentes en dicho estudio mostraron resultados positivos, sin embargo, al compararse con otro tipo de terapias no demostraron ser más efectivas. De igual forma, de la Fuente et al (9) en su estudio incluyó 8 estudios que usaban las OC en el tratamiento de la TR, de los cuales tan solo dos calificaron su efectividad como alta. Al igual que los estudios anteriores, existen más revisiones sistemáticas cuyos resultados fueron no concluyentes (17,18).

De aquí reside la dificultad de este estudio, donde se pretende realizar una revisión sistemática actualizada y precisa con los estudios de los últimos años para poder principalmente obtener resultados concluyentes para poder determinar si la utilización de las OC en el tratamiento de la TR es efectiva y proporcionar una guía detallada y minuciosa que sirva como referencia para la futura actuación de los fisioterapeutas, asegurando así una práctica integral y efectiva en el ámbito de la rehabilitación y el bienestar físico.

## **2. OBJETIVO**

El objetivo principal de esta revisión sistemática es determinar la efectividad de las OC en el tratamiento de la TR en deportistas en el manejo del dolor, rango de movimiento (ROM), fuerza y funcionalidad.

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Diseño del estudio**

Esta revisión sistemática fue diseñada siguiendo las directrices del Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) 2020 (19) para asegurar su calidad metodológica.

#### **3.2 Criterios de elegibilidad**

Los artículos de la presente revisión sistemática fueron seleccionados siguiendo la estrategia PICOS (Population, Intervention, Comparison, Outcomes and Study) para poder formular de una forma adecuada los criterios de elegibilidad (20).

Los criterios de inclusión fueron:

- Population (Población): Deportistas o población físicamente activa con TR.
- Intervention (Intervención): Estudios que incluyeron terapias con OC: OCR o las OCF como forma de tratamiento.
- Comparison (Comparación): Estudios que compararon las OC con las OC simuladas (placebo) o con otra forma de tratamiento conservador.
- Outcomes (Resultados): Estudios que informaron valores de dolor, funcionalidad de la rodilla, ROM y fuerza
- Study (Estudios): ECA

Los criterios de exclusión fueron:

- Pacientes sedentarios o aquellos que tengan otro tipo de lesión.
- Artículos en los que no se incluyan las OC en el tratamiento de la TR.
- Estudios en los que se incluyeron el tratamiento quirúrgico, inyecciones con corticoesteroides, plasma rico en plaquetas (PRP) u otra clase de medicamento, tratamiento farmacológico o suplementación deportiva en el manejo de la TR.
- Artículos con otro diseño como resúmenes de conferencias, artículos de revisión, actas, reporte de casos, estudios observacionales, artículos de comentarios, estudios piloto, análisis secundarios, protocolos de estudio, ensayos clínicos no aleatorizados, revisiones sistemáticas, metaanálisis y revisiones narrativas.

### **3.3 Estrategia de búsqueda**

Las bases de datos empleadas para poder llevar a cabo la búsqueda de artículos durante el 8 de marzo de 2024 fueron PubMed, Cochrane y Web of Science (WOS).

La estrategia de búsqueda empleada fue: (shockwave OR ESWT OR extracorporeal shockwave) AND (pain OR function\* OR range of motion OR ROM OR Strength) AND (patellar tend\* OR jumper's knee) AND (athlete\* OR sport\* OR player\*).

### **3.4 Selección de estudios**

El autor fue responsable de la búsqueda, recopilación, y selección de artículos utilizando el software Rayyan. En primer lugar, se eliminaron los artículos duplicados y se revisaron los títulos y resúmenes para descartar aquellos que no cumplían con los criterios de elegibilidad, así como aquellos para los cuales no era posible obtener el texto completo. Se realizó un segundo filtro leyendo el texto completo con el mismo propósito.

### **3.5 Extracción de datos**

Se extrajeron datos de cada estudio sobre las características de los participantes y se registró en una hoja de Microsoft Excel lo siguiente: 1- Autor, año de publicación y tipo de estudio; 2- Características de la muestra, anotándose el tamaño de la muestra, género, edad e índice de masa corporal (IMC); 3- Las intervenciones llevadas a cabo tanto en grupo experimental (GE) como en grupo control (GC), o si fue una comparación entre dos técnicas; 4- El tiempo de seguimiento de los estudios; 5- Las medidas de resultados (VISA-P, VAS, NRS, Prueba de fuerza muscular isocinética, Likert score, Ultrasonografía o pruebas ecográficas, Dinamometría y Sport specific outcomes); 6- Resultados obtenidos (Dolor, funcionalidad, fuerza, rigidez, deformación, longitud, módulo de cizallamiento del tendón y satisfacción del tratamiento entre otras variables). En ausencia de alguno de los datos, se intentó contactar a los autores de los estudios presentes en esta revisión sistemática para obtener la información necesaria; 7- Se utilizaron diferentes escalas y herramientas para poder obtener y analizar los resultados. Entre las medidas de resultados primarias se encuentra el dolor, el cual fue cuantificado a través de la escala VAS (Visual Analogue Scale), donde se establece una puntuación del 0 al 10, donde el 0 muestra ausencia de dolor y el 10 indica el dolor máximo durante las pruebas (21). Otra escala empleada fue la Victorian Institute of Sport Assessment-Patella (VISA-P), que además del dolor, también evalúa la funcionalidad (otra medida de resultado primaria) y la participación deportiva en sujetos con TR (22). La puntuación de la escala VISA-P va de 0 a 100 puntos, donde el 0 indica sin actividad / dolor máximo y el 100 indica actividad máxima / sin dolor (22). Otra escala empleada, pero en menor medida fue la Numeric Rating Scale (NRS), que al igual que la VAS, se cuantifica del 0 al 10, donde el 0 indica ausencia de dolor y el 10 indica mucho dolor (23).

Entre las medidas de resultados secundarias nos encontramos la prueba de fuerza muscular isocinética o la dinamometría para evaluar la fuerza. Además, también se emplearon las pruebas ultrasonográficas o ecográficas para valorar principalmente el grosor del tendón, longitud, rigidez, deformación, su módulo de cizallamiento entre otros parámetros y el Likert score para medir la satisfacción del tratamiento.

### **3.6 Evaluación de la calidad metodológica y riesgo de sesgo**

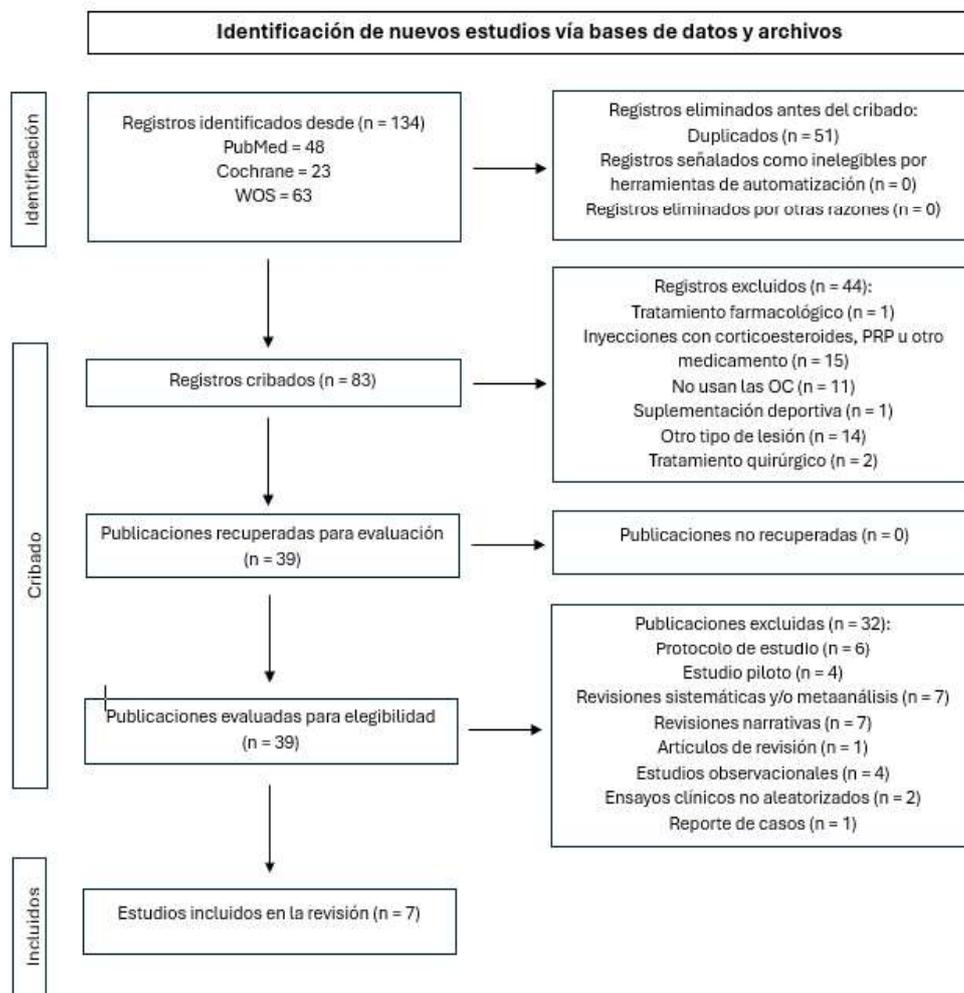
La calidad metodológica y el riesgo de sesgo de los ECA presentes en esta revisión sistemática fueron evaluados a través de la escala PEDro (24,25). Esta escala consta de 11 ítems, valorando la validez externa (ítem 1), la validez interna (ítems 2-9) y la información estadística (ítems 10-11). El ítem 1 “criterios de elegibilidad” no se tendrá en cuenta a la hora de realizar el cálculo de la puntuación en esta escala, teniendo así una puntuación sobre 10 (25,26).

La calidad metodológica y el riesgo de sesgo de los estudios seleccionados se clasificaron de la siguiente manera:  $\geq 7$  como alta, entre 4 y 6 indican una calidad metodológica moderada y  $< 4$  indicarían una calidad metodológica baja (26).

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Selección de estudios

La figura 1 ilustra los resultados obtenidos de las diferentes bases de datos y el proceso de selección. La búsqueda arrojó un total de 134 estudios, de los cuales 39 artículos fueron considerados elegibles después de eliminar duplicados y leer los títulos y resúmenes de los registros seleccionados. Finalmente, se incluyeron 7 estudios en la revisión que cumplían con todos los criterios de elegibilidad descritos anteriormente (tabla 1).



**Figura 1.** Diagrama de flujo de la búsqueda bibliográfica según la declaración PRISMA. WOS, Web of Science; OC, Ondas de choque; PRP, Plasma rico en plaquetas; PRISMA, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses

**Tabla 1.** Artículos seleccionados en la revisión sistemática

Ref	Autores	Título	Año	Tipo de artículo
(27)	van der Worp et al	No difference in effectiveness between focused and radial shockwave therapy for treating patellar tendinopathy: a randomized controlled trial	2014	ECA
(28)	Persson Krogh et al	Extracorporeal shockwave therapy in the treatment of patellar tendinopathy: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial	2021	ECA
(29)	Cheng et al	Extracorporeal shock wave therapy for isokinetic muscle strength around the knee joint in athletes with patellar tendinopathy	2019	ECA
(30)	Lee et al	Changes on Tendon Stiffness and Clinical Outcomes in Athletes Are Associated With Patellar Tendinopathy After Eccentric Exercise	2020	ECA
(31)	Zhang et al	One Session of Extracorporeal Shockwave Therapy-Induced Modulation on Tendon Shear Modulus is Associated with Reduction in Pain	2020	ECA
(32)	Zwerver et al	No Effect of Extracorporeal Shockwave Therapy on Patellar Tendinopathy in Jumping Athletes During the Competitive Season: A Randomized Clinical Trial	2011	ECA
(33)	Thijs et al	Effectiveness of Shockwave Treatment Combined With Eccentric Training for Patellar Tendinopathy: A Double-Blinded Randomized Study	2017	ECA

#### 4.2 Características de los estudios incluidos

Un total de 308 pacientes (220 hombres y 88 mujeres) han sido estudiados en los registros incluidos en la presente revisión sistemática, de los cuales 173 de ellos han sido tratados con OC. Todos los participantes son población físicamente activa o deportistas que tienen TR. Cuatro de los 7 artículos establecieron como criterio de inclusión que los

deportistas con TR hubieran presentado síntomas durante al menos tres meses (27,30–32), mientras que uno estableció el baremo en 6 meses (28), otro en 8 semanas (33) y en uno no se llegó a especificar (29).

Cinco artículos compararon las OC con las OC simuladas o placebo (28,30–33). Las OC se dieron a una intensidad en función de la máxima tolerancia del paciente, mientras que las OC simuladas se daban a una intensidad mínima, presionando sobre el área dolorosa, haciendo que los participantes experimenten cierto grado de dolor y simulando el tratamiento real. A su vez, en las OC simuladas se aplicaba un gel de transmisión entre el cabezal del dispositivo y la piel del paciente, simulando la aplicación real de gel y una audición de pulsos repetitivos simulando una experiencia auditiva idéntica a la que se produce en el tratamiento real.

En tres artículos se combinaron las OC con el ejercicio excéntrico, de los cuales dos los combinaron tanto con las OC y con las OC simuladas (30,33) y el otro con las OCF y con las OCR (27). En estos tres artículos a los pacientes se les mandó a realizar el single leg decline squat (SLDS) 3 series de 15 repeticiones dos veces al día durante 12 semanas.

Un artículo comparó las OC con la acupuntura, terapia de ultrasonidos y la terapia de microondas (29).

#### **4.3 Evaluación de la calidad metodológica y riesgo de sesgos**

La escala PEDro se utilizó para evaluar la validez interna y la información estadística de cada ECA. Algunos artículos mostraron una escasa validez interna, debido principalmente a una falta de cegamiento de los participantes, terapeutas y evaluadores y a una pérdida de seguimiento de los participantes entre otras causas. Todos los artículos mostraron suficiente información estadística para que sus resultados sean interpretables y validez externa. Finalmente, tras pasar la escala PEDro, tres artículos mostraron una calidad metodológica moderada mientras que el resto mostraron una calidad metodológica alta (tabla 2).

**Tabla 2.** Calidad metodológica y riesgo de sesgos. Escala PEDro

ESCALA PEDro	Los criterios de elección fueron especificados	Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)	La asignación fue oculta	Los grupos fueron similares al inicio en relación con los indicadores de pronóstico más importantes	Todos los sujetos fueron cegados	Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados	Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados	Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al GC, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar"	Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	TOTAL	EVALUACIÓN CUALITATIVA
van der Worp et al (2014) <sup>(27)</sup>	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	9	Alta
Persson Krogh et al (2021) <sup>(28)</sup>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	Alta
Cheng et al (2019) <sup>(29)</sup>	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4	Moderada
Lee et al (2020) <sup>(30)</sup>	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	5	Moderada
Zhang et al (2020) <sup>(31)</sup>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	5	Moderada
Zwerver et al (2011) <sup>(32)</sup>	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	9	Alta
Thijs et al (2017) <sup>(33)</sup>	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	9	Alta

#### 4.4 Resultados individuales de los estudios

En la tabla 3 se resume los hallazgos obtenidos en cada uno de los estudios incluidos en esta revisión sistemática.

El dolor fue evaluado en todos los estudios presentes en esta revisión sistemática a través de la escala VISA-P (También evalúa la funcionalidad), la escala VAS y el NRS. La escala VISA-P fue utilizada en 4 artículos (27,30,32,33). En el estudio de van der Worp et al (27) comparó las OCF en combinación con ejercicio excéntrico y las OCR en combinación con ejercicio excéntrico, donde ambos grupos experimentaron una gran mejoría ( $p < 0.01$ ) pero no hubo diferencias significativas entre ellos ( $p > 0.05$ ). Zwerver et al (32) comparó las OC con las OC simuladas, ambos grupos mejoraron significativamente ( $p < 0.01$ ) pero no hubo diferencia entre ellos ( $p = 0.82$ ). Otros dos estudios compararon las OC en combinación con ejercicio excéntrico y las OC simuladas con ejercicio excéntrico (30,33). En el estudio de Lee et al (30) ambos grupos mejoraron significativamente ( $p = 0.000$ ), sin embargo, no hubo diferencia entre ellos ( $p > 0.05$ ), algo parecido pasó en el estudio de Thijs et al en donde ambos grupos experimentaron mejoría ( $p = 0.150$ ) sin embargo no hubo diferencia entre ellos ( $p > 0.05$ ). La escala VAS fue empleada en 5 estudios (27,29–32). En el estudio de van der Worp (27) et al hubo una disminución de dolor en ambos grupos en todas las variables analizadas ( $p < 0.01$ ), sin embargo, no hubo diferencias entre ellos ( $p > 0.05$ ). Cheng et al (29) comparó las OC con un GC que realizó acupuntura, terapia de ultrasonidos y terapia de microondas. Se obtuvo que el GE (en este caso las OC) consiguió una gran mejoría en comparación con el GC ( $p < 0.001$ ). Lee et al (30) pudo ver que ambos grupos experimentaron una disminución del dolor ( $p = 0.000$ ) pero sin embargo no hubo diferencia entre ellos ( $p > 0.05$ ). Zhang et al (31) comparó los efectos inmediatos de las OC con las OC simuladas donde apenas hubo diferencias entre ambos grupos ( $p > 0.05$ ) en las variables de dolor. Zwerver et al (32) pudo observar en que en todas las variables analizadas hubo una disminución del dolor en ambos grupos ( $p < 0.01$ ), sin embargo, no hubo diferencias entre ellos ( $p > 0.05$ ). La NRS fue utilizada en dos estudios (28,33). Persson Krogh (28) et al comparó las OC con las OC simuladas, donde pudo observar que no hubo cambios significativos en ambos grupos en el dolor cuando los pacientes estaban en reposo ( $p = 0.404$ ) o cuando a estos se les comprimía el tendón ( $p = 0.221$ ), sin embargo, hubo cambios significativos en el dolor a favor del GE (Grupo de OC) cuando los pacientes empezaban a caminar ( $p = 0.011$ ). Thijs et al (33) pudo observar que hubo una reducción de dolor en ambos grupos ( $p < 0.05$ ) en todas las variables analizadas, sin embargo, no hubo diferencias entre los grupos para todas las variables analizadas ( $p > 0.05$ ) a las 24 semanas, no obstante, a las 6 semanas se pudo observar una diferencia significativa en la reducción del dolor a favor del GC (OC simuladas) en 3 single leg jump (salto en una pierna) y en 3 maximal vertical jumps (saltos verticales máximos) ( $p < 0.05$ ).

La fuerza fue evaluada en dos estudios a través de la prueba de fuerza muscular isocinética (29) y la dinamometría (30). En el estudio de Cheng et al (29) se evaluó el pico de torque en flexión y el pico de torque en extensión, en donde el pico de torque en

flexión apenas mostró cambios para 60°/s ( $p = 0.877$ ) y para 240°/s ( $p = 0.736$ ), sin embargo, hubo cambios positivos en el pico de torque en extensión a favor del grupo OC en comparación con el GC tanto para 60°/s ( $p = 0.045$ ) y para 240°/s ( $p = 0.046$ ). En el estudio de Lee et al (30) apenas hubo cambios en la fuerza para los dos grupos ( $p > 0.05$ ).

La ultrasonografía o pruebas ecográficas fueron empleadas en tres de los estudios presentes en esta revisión sistemática (28,30,31). En el estudio de Persson Krogh et al (28) apenas hubo cambios en el grosor del tendón en ninguno de los dos grupos ( $p = 0.280$ ). Lee et al (30) apenas observó cambios en ambos grupos en la longitud en reposo ( $p > 0.05$ ) y en la deformación (tendón deformation no solo se refiere a la longitud, también se refiere a la anchura, grosor o a cualquier otra dimensión que adquiera el tendón) ( $p > 0.05$ ), sin embargo, si se pudo apreciar una disminución significativa en la rigidez del tendón ( $p < 0.02$ ) y un aumento en la deformación en ambos grupos (tendon strain se refiere específicamente al cambio de longitud del tendón en respuesta a una carga aplicada) ( $p < 0.01$ ). En este estudio además hay que destacar en el grupo de OC simuladas + ejercicio excéntrico que se encontró una correlación entre el cambio porcentual en la rigidez del tendón y las puntuaciones de VISA-P ( $r = -0.58$ ,  $p = 0.05$ ), lo que significa que una reducción mayor en la rigidez del tendón se asocia con una mayor mejoría en las puntuaciones de VISA-P. También se observó una tendencia de correlación entre el cambio porcentual de la rigidez del tendón y el dolor ( $r = 0.55$ ,  $p = 0.07$ ). También el cambio porcentual en la deformación del tendón se asoció con las puntuaciones VISA-P ( $r = 0.60$ ,  $p = 0.04$ ) y el dolor ( $r = -0.63$ ,  $p = 0.03$ ), por lo que podemos ver que se asoció significativamente con una reducción en la intensidad de dolor auto percibido y una tendencia a la mejora en las puntuaciones de VISA-P. En el grupo de OC + ejercicio excéntrico no hubo una correlación significativa entre los cambios en la rigidez del tendón, la deformación del tendón, la intensidad de dolor y la funcionalidad. En el estudio de Zhang et al (31) se pudo observar una disminución del módulo de cizallamiento del tendón rotuliano a favor del GE ( $p = 0.001$ ).

La satisfacción del tratamiento fue medida en dos estudios a través del Likert Score (28,33) y el sport specific outcomes (28). En el estudio de Persson Krogh et al (28) él Likert score se midió del 1 al 6 donde: 1- peor, 2- No hay mejoría, 3- Poca mejoría, 4- Mejoría moderada, 5- Bastante mejoría, 6- Totalmente recuperado. El sport specific outcomes se midió del 1 al 4 para ver el nivel de actividad deportiva donde: 1- Nada, 2- Poco, 3- Bastante, 4- Sin limitaciones. El GE obtuvo mejores resultados en comparación con el GC en el Likert score ( $p = 0.007$ ) mientras que en el sport specific outcomes no hubo diferencias entre ambos grupos ( $p = 0.159$ ). En el estudio de Thijs et al (33) él Likert Score se midió del 1 al 6 donde: 1- Completamente recuperado, 2- Mucho mejor, 3- Un poco mejor, 4- Sin cambios, 5- Peor, 6- Mucho peor. No hubo diferencias significativas entre los dos grupos ( $p = 0.928$ ).

**Tabla 3.** Resumen de los estudios incluidos en la revisión

Autor (año) <sup>ref</sup>	Tipo de estudio	Características de la muestra	INTERVENCIÓN				Medidas de resultados	Resultados
			Grupo experimental	Grupo control	Comparación entre dos técnicas	Seguimiento		
van der Worp et al (2014) <sup>(27)</sup>	ECA	OCR: n = 22 (16 hombres, 6 mujeres), Edad: 33.4 ± 10.7 años IMC: 23.9 ± 3.8 kg/m <sup>2</sup> OCF: n = 21 (16 hombres, 5 mujeres), Edad: 28.8 ± 10.3 años IMC: 24.2 ± 2.5 kg/m <sup>2</sup>	n/a	n/a	Grupo OCR: OCR (2000 impulsos, frecuencia: 8 Hz, Intensidad: 2.4 bar, 3 sesiones una vez a la semana) + ejercicio excéntrico (SLDS) Grupo OCF: OCF (2000 impulsos, frecuencia: 4 Hz, intensidad: 0.12 mJ/mm <sup>2</sup> , 3 sesiones una vez a la semana) + ejercicio excéntrico (SLDS)	1, 4, 7, 14 semanas	Medida de resultado primaria VISA-P Medida de resultado secundaria VAS	14 semanas <b>VISA-P</b> OCR = OCF (p > 0.05) OCR: pre < post y OCF: pre < post (p < 0.01) <b>VAS-ADL</b> <b>VAS-Sport</b> <b>VAS-1 SLDS</b> <b>VAS-10 SLDS</b> OCR = OCF (p > 0.05) OCR: pre < post y OCF: pre < post (p < 0.01)
Persson Krogh et al (2021) <sup>(28)</sup>	ECA	GE: n = 18 (9 hombres, 9 mujeres), Edad: 32.3 ± 11.0 años IMC: 25.2 ± 3.6 kg/m <sup>2</sup> GC: n = 18 (11 hombres, 7 mujeres), Edad: 30.9 ± 10.0 años IMC: 25.3 ± 2.8 kg/m <sup>2</sup>	OC: Primera sesión 1500 impulsos, segunda y tercera 3000 impulsos, las tres a 0.29 mJ/mm <sup>2</sup> , intervalos de 14 días entre sesiones	OC simuladas o placebo	n/a	2, 4, 12 semanas	Medida de resultado primaria NRS Medidas de resultado secundarias Likert Score Ultrasonografía Sport specific outcomes	12 semanas <b>NRS-caminando</b> GE > GC (p = 0.011) <b>NRS en reposo</b> GE = GC (p = 0.404) <b>NRS tendón comprimido</b> GE = GC (p = 0.221) <b>Likert Score</b> GE > GC (p = 0.007) <b>Ultrasonografía</b> GE = GC (p = 0.280) <b>Sport specific outcomes</b> GE = GC (p = 0.159)

Cheng et al (2019) <sup>(29)</sup>	ECA	<p>GE: n = 26 (12 hombres, 14 mujeres),  Edad: 22.7 ± 5.3 años  IMC: 22.30 ± 3.59 kg/m<sup>2</sup>  GC: n = 25 (13 hombres, 12 mujeres),  Edad: 21.9 ± 4.6 años  IMC: 22.03 ± 4.34 kg/m<sup>2</sup></p>	<p>OC: 2000 impulsos, frecuencia: 9-12 Hz, intensidad: 1.5-3 bar (0.09-0.27 mJ/mm<sup>2</sup>), 16 sesiones una vez a la semana</p>	<p>Acupuntura, terapia de ultrasonidos (8 min a 0.8-1.2 W/cm<sup>2</sup>) y terapia de microondas (20 min a 90-100 W)</p>	n/a	16 semanas	<p><b>Medidas de resultado primarias</b>  VAS  Prueba de fuerza muscular isocinética</p>	<p><b>VAS</b>  GE &gt; GC (p &lt; 0.001)  <b>Prueba de fuerza muscular isocinética</b>  <b>Pico de torque en flexión 60°/s</b>  GE = GC (p = 0.877)  <b>240°/s</b>  GE = GC (p = 0.736)  <b>Pico de torque en extensión 60°/s</b>  GE &gt; GC (p = 0.045)  <b>240°/s</b>  GE &gt; GC (p = 0.046)</p>
Lee et al (2020) <sup>(30)</sup>	ECA	<p>GE: n = 16 (16 hombres, 0 mujeres)  Edad: 21.1 ± 2.2 años  IMC: 22.9 ± 1.5 kg/m<sup>2</sup>  GC: n = 14 (14 hombres, 0 mujeres),  Edad: 24.1 ± 4.6 años  IMC: 23.1 ± 2.7 kg/m<sup>2</sup></p>	<p>OC (1500 impulsos, frecuencia: 4 Hz, intensidad: A partir de 0.08 mJ/mm<sup>2</sup> hasta máxima tolerancia del paciente, 6 sesiones una vez a la semana) + ejercicio excéntrico (SLDS)</p>	<p>OC simuladas (1500 impulsos, frecuencia: 4 Hz, intensidad: Por debajo de 0.08 mJ/mm<sup>2</sup> donde los pacientes no reporten dolor) + ejercicio excéntrico (SLDS)</p>	n/a	12 semanas	<p><b>Medidas de resultados primarias</b>  VISA-P  VAS  Ultrasonografía  Dinamometría</p>	<p><b>VISA-P</b>  GE: pre &lt; post y GC: pre &lt; post (p = 0.000)  GE = GC (p &gt; 0.05)  <b>VAS</b>  GE: pre &lt; post y GC: pre &lt; post (p = 0.000)  <b>Ultrasonografía y dinamometría</b>  <b>Fuerza</b>  GE = GC (p &gt; 0.05)  <b>Longitud en reposo</b>  GE = GC (p &gt; 0.05)  <b>Rigidez</b>  GE: pre &lt; post y GC: pre &lt; post (p &lt; 0.02)  <b>Deformación (tendon deformation)</b>  GE = GC (p &gt; 0.05)  <b>Deformación (tendon strain)</b>  GE: pre &lt; post y GC: pre &lt; post (p &lt; 0.01)</p>

Zhang et al (2020) <sup>(31)</sup>	ECA	GE: n = 17 (17 hombres, 0 mujeres), Edad: 21.1 ± 2.2 años IMC: 23.1 ± 1.5 kg/m <sup>2</sup> GC: n = 17 (17 hombres, 0 mujeres), Edad: 23.2 ± 4.7 años IMC: 22.9 ± 2.1 kg/m <sup>2</sup>	OC: 1500 impulsos, frecuencia: 4 Hz, intensidad: A partir de 0.08 mJ/mm <sup>2</sup> hasta máxima tolerancia del paciente, 1 sesión	OC simuladas: 1500 impulsos, frecuencia: 4 Hz, intensidad: Por debajo de 0.08 mJ/mm <sup>2</sup> donde los pacientes no reporten dolor	n/a	Inmediatamente después de la sesión	Medidas de resultados primarias VAS Ultrasonografía	Ultrasonografía Módulo de cizallamiento del tendón rotuliano GE > GC (p = 0.001) VAS Dolor a la presión GE = GC (p > 0.05) Dolor en SLDS GE = GC (p > 0.05)
Zwerver et al (2011) <sup>(32)</sup>	ECA	GE: n = 31 (20 hombres, 11 mujeres), Edad: 24.2 ± 5.2 años IMC: 24.29 ± 5.42 kg/m <sup>2</sup> GC: n = 31 (21 hombres, 10 mujeres), Edad: 25.7 ± 4.5 años IMC: 23.77 ± 4.64 kg/m <sup>2</sup>	OC: 2000 impulsos, frecuencia: 4 Hz, intensidad: 0.1-0.58 mJ/mm <sup>2</sup> , 3 sesiones una vez a la semana	OC simuladas o placebo (Intensidades por debajo de 0.03 mJ/mm <sup>2</sup> )	n/a	1, 12, 22 semanas	Medida de resultado primaria VISA-P Medida de resultado secundaria VAS	22 semanas VISA-P GE: pre < post y GC: pre < post (p < 0.01) GE = GC (p = 0.82) VAS-ADL GE: pre < post y GC: pre < post (p < 0.01) GE = GC (p > 0.05) VAS-Sport GE: pre < post y GC: pre < post (p < 0.01) GE = GC (p > 0.05) VAS-1 SLDS GE: pre < post y GC: pre < post (p < 0.01) GE = GC (p > 0.05) VAS-10 SLDS GE: pre < post y GC: pre < post (p < 0.01) GE = GC (p > 0.05) VAS-3 Single leg jumps GE: pre < post y GC: pre < post (p < 0.01) GE = GC (p > 0.05) VAS-Triple jump GE: pre < post y GC: pre < post (p < 0.01) GE = GC (p > 0.05)

Thijs et al (2017) <sup>(33)</sup>	ECA	<p>GE: n = 22 (14 hombres, 8 mujeres),  Edad: 30.5 ± 8.0 años  IMC: 23.9 ± 3.5 kg/m<sup>2</sup>  GC: n = 30 (24 hombres, 6 mujeres),  Edad: 27.3 ± 5.2 años  IMC: 23.4 ± 2.4 kg/m<sup>2</sup></p>	<p>OC (1000 impulsos, frecuencia: 4 Hz, intensidad: 0.2 mJ/mm<sup>2</sup>, 3 sesiones una vez a la semana) + ejercicio excéntrico (SLDS)</p>	<p>OC simuladas (1000 impulsos, frecuencia: 4 Hz, intensidad: 0.03 mJ/mm<sup>2</sup>) + ejercicio excéntrico (SLDS)</p>	n/a	6, 12, 24 semanas	<p><b>Medida de resultado primaria</b>  VISA-P  <b>Medidas de resultado secundarias</b>  NRS  Likert score</p>	<p>24 semanas  <b>VISA-P</b>  GE: pre &lt; post y GC: pre &lt; post (p = 0.150)  GE = GC (p &gt; 0.05)  <b>NRS-10 SLDS</b>  GE: pre &lt; post y GC: pre &lt; post (p &lt; 0.05)  GE = GC (p &gt; 0.05)  <b>NRS-3 Single leg jump</b>  GE: pre &lt; post y GC: pre &lt; post (p &lt; 0.05)  GE = GC (p &gt; 0.05)  6 semanas  GE &lt; GC (p &lt; 0.05)  <b>NRS-3 Maximal vertical jumps</b>  GE: pre &lt; post y GC: pre &lt; post (p &lt; 0.05)  GE = GC (p &gt; 0.05)  6 semanas  GE &lt; GC (p &lt; 0.05)  <b>Likert Score</b>  GE = GC (p = 0.928)</p>
------------------------------------	-----	---	--	---	-----	-------------------	--	---

ECA, ensayo clínico aleatorizado; GE, grupo experimental; GC, grupo control; IMC, índice de masa corporal; OC, ondas de choque; OCR, ondas de choque radiales; OCF, ondas de choque focales; VISA-P, Victorian Institute of Sport Assessment-Patella; VAS, Escala Visual Analógica; NRS, Numeric Rating Scale; ADL, Activities of daily living; SLDS, single leg decline squat.

## 5. DISCUSIÓN

El propósito de esta revisión sistemática fue recopilar toda la información posible de los ECA realizados hasta la fecha con respecto a la efectividad de las OC en el tratamiento de la TR en deportistas. Dentro de esta revisión sistemática también se pretendió evaluar los efectos de las OC en el manejo del dolor, ganancia de fuerza, mejora del ROM y la funcionalidad.

Este estudio presenta una serie de hallazgos y unos puntos de discusión bastante relevantes. Los resultados obtenidos fueron bastante variados, por lo que será bastante difícil obtener una conclusión definitiva de si realmente las OC deben ser el tratamiento de primera elección en el tratamiento de la TR en deportistas.

En cuanto a la efectividad de las OC en el manejo del dolor, podemos observar que la mayoría de los estudios incluidos en esta revisión sistemática reportaron una disminución significativa del dolor en los pacientes tratados con OC, en base a las diversas escalas de evaluación como la escala VISA-P, la escala VAS y el NRS. No obstante, en algunos casos, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos que ha sido tratado con OC y el GC, en concreto cuando se compararon las OC con las OC simuladas (30–33). Solo en el estudio de Cheng et al (29) cuando se comparó las OC con un GC que realizaban acupuntura, terapia de ultrasonidos y terapia de microondas hubo diferencias significativas a favor del GE. Esto nos da a entender, que, si por un lado las OC pueden ser efectivas en la reducción del dolor en pacientes con TR, su efectividad puede variar en función del diseño del estudio y la metodología empleada.

En relación con la funcionalidad, a pesar de que la escala VISA-P fue utilizada para su evaluación, no se observaron diferencias significativas entre los grupos en la mayoría de los estudios (27,30,32,33). Aunque en todos los estudios en los que se analizó la funcionalidad todos los grupos de OC mostraron resultados con tendencia hacia la mejoría, las intervenciones no tienen un impacto significativo en la mejora de la funcionalidad en comparación con las intervenciones simuladas o placebo. Por este motivo sería necesario tener en cuenta la heterogeneidad de las medidas de resultado y la variabilidad en los criterios de inclusión y exclusión de los estudios para poder llegar a conclusiones más definitivas en este aspecto.

En términos de fuerza, los resultados son mixtos, con el estudio de Cheng et al (29) mostrando mejoras significativas en el GE en comparación con el GC, en especial en el pico de torque en extensión, mientras que en el otro que se analizó esta variable, en este caso el estudio de Lee et al (30) no mostró cambios significativos. Esto nos sugiere que la efectividad de las intervenciones en la mejora de la fuerza puede ir variando en función de la modalidad de tratamiento y las características individuales de cada deportista. Además, en esta revisión solo estos dos estudios analizaron la fuerza, por lo que sería conveniente de cara a próximas investigaciones que se tenga más en cuenta esta variable.

En cuanto a las pruebas ultrasonográficas o ecográficas, se encontraron cambios significativos en la rigidez y la deformación del tendón en los deportistas tratados con OC (30,31), así como en el módulo de cizallamiento del tendón rotuliano (31), lo que sugiere que las OC pueden tener un efecto biomecánico en el tejido tendinoso, lo que de alguna forma puede ayudar a contribuir a la mejora de los síntomas y la funcionalidad a largo plazo. No obstante, en algunos estudios apenas se observaron diferencias entre el GE y el GC (28,30), por lo que la magnitud y la importancia clínica de estos cambios no están del todo clara y se requiere evaluaciones más detalladas en futuras investigaciones.

La combinación de las OC con el ejercicio excéntrico parece ser una estrategia prometedora con el objetivo de mejorar los resultados en pacientes con TR, dando beneficios adicionales en fuerza muscular, funcionalidad y satisfacción del paciente, sin embargo, no hubo diferencias entre los grupos en los estudios en lo que se estudió dicha combinación (27,30,33). En el estudio de van der Worp et al (27) se estudió la combinación de ejercicio excéntrico con las OCF y las OCR con el propósito de ver que técnica era la más apropiada en el tratamiento de la TR en deportistas, sin embargo, apenas se obtuvieron diferencias significativas entre ambas técnicas. Por ello, se necesitan más investigaciones para entender los efectos sinérgicos de estas intervenciones combinadas.

Si atendemos la satisfacción del tratamiento, los resultados son bastante heterogéneos, con un estudio mostrando una mayor satisfacción en el GE que en el GC (28), mientras que en otro apenas hay diferencias significativas (33). De aquí reside la importancia de no considerar solo los resultados clínicos, sino también la percepción del deportista sobre la efectividad y la tolerancia al tratamiento.

Se han realizado varias revisiones sistemáticas y/o metaanálisis que han analizado el mismo tema de este estudio, habiendo una gran heterogeneidad en los resultados. Por ejemplo, en el estudio realizado por Challoumas et al (17) que analizó diferentes técnicas en el tratamiento de la TR, recomendó las OC y el ejercicio excéntrico como tratamiento de primera elección, mientras que otro estudio realizado por Charles et al (18) en el que analizó la efectividad de las OC en el tratamiento de la TR, tendinopatía aquilea (TA) y fascitis plantar (FP), para la TR no encontró diferencias entre los GE y los GC concluyendo que las OC apenas tenían efecto a corto plazo en el tratamiento de la TR. Una revisión sistemática y metaanálisis realizado por Stania et al (13) que analizó la efectividad de las OC en el tratamiento de la TR no encontró diferencias entre los GE y GC, sin embargo, encontró mejorías en los grupos OC, recomendando esta forma de tratamiento.

En cuanto a limitaciones, cabe destacar la escasez de ECA que analicen la efectividad de las OC en el tratamiento de la TR en deportista, por lo que a la hora de estimar un efecto real para la población puede ser que los resultados difieran. En segundo lugar, algunas variables como la fuerza muscular, la satisfacción del tratamiento, las pruebas ultrasonográficas que evalúan la rigidez del tendón, la deformación, el grosor,

longitud y el módulo de cizallamiento entre otras variables aparecen en muy pocos estudios de esta revisión, por lo que de cara a futuras investigaciones sería conveniente tener más en cuenta estas variables que nos pueden ayudar a obtener resultados más concluyentes en el tratamiento de la TR en deportistas. En tercer lugar, debido a la heterogeneidad de los resultados obtenidos, no podemos sacar una conclusión definitiva de si realmente las OC son efectivas en el manejo de la TR en deportistas. Además, debido al número reducido de estudios, hace que la heterogeneidad observada en esta revisión no pueda explicarse adecuadamente.

En definitiva, esta revisión sistemática aporta información relevante sobre las intervenciones disponibles para el tratamiento de la TR en deportistas, así como sus efectos en las diferentes medidas de resultados. Sin embargo, se necesitan realizar más investigaciones para sacar más conclusiones sobre la efectividad relativa de esta intervención y de alguna forma comprender mejor los mecanismos subyacentes de su acción. Por otro lado, sería de gran ayuda estandarizar las medidas de resultados y los criterios de inclusión en futuros estudios para facilitar la comparación y la interpretación de sus propios resultados.

## 6. CONCLUSIONES

Las OC en el manejo de la TR en deportistas han demostrado de forma general tener un impacto positivo en el manejo del dolor y funcionalidad, sin embargo, no hubo mucha diferencia entre los GE y GC en la mayoría de los estudios. Se observaron cambios significativos en la rigidez, deformación del tendón y el módulo de cizallamiento del tendón rotuliano en los deportistas tratados con OC, lo que puede que exista un efecto biomecánico sobre la estructura del tendón, sin embargo, la magnitud y la importancia clínica de estos cambios no está del todo clara y se requieren evaluaciones más detalladas. Otras variables que aparecieron en menor medida, como la fuerza y la satisfacción del tratamiento, presentaron resultados heterogéneos, en algunos estudios mostrando mejoras significativas y en otros no se apreciaron cambios entre grupos. Las OC mostraron mejores resultados en la reducción del dolor y en el incremento de la fuerza en comparación con la acupuntura, terapia de ultrasonido y la terapia de microondas. La combinación de las OC con el ejercicio excéntrico parece dar resultados prometedores, aunque los estudios de esta revisión no mostraron diferencias entre grupos. Las OC podrían ser un tratamiento efectivo en el manejo de la TR en deportistas, no obstante, debido a que gran parte de los estudios presentes en esta revisión sistemática apenas mostraron diferencias significativas entre los grupos experimentales y los grupos controles, no se pueden extraer conclusiones definitivas sobre la efectividad de las OC en el tratamiento de la TR en deportistas. Se requieren futuras investigaciones que además de analizar el dolor y la funcionalidad, también analicen las variables que aparecieron en menor medida para entender mejor esta forma de tratamiento.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Xu Y, Murrell GAC. The basic science of tendinopathy. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466(7):1528–38.
2. Kaux J-F, Forthomme B, Goff CL, Crielaard J-M, Croisier J-L. Current opinions on tendinopathy. *J Sports Sci Med.* 2011;10(2):238–53.
3. Arnal-Gómez A, Espí-López GV, Cano-Heras D, Muñoz-Gómez E, Balbastre Tejedor I, Ramírez-Iñiguez de la Torre MV, et al. Revisión bibliográfica sobre la eficacia del ejercicio excéntrico como tratamiento para la tendinopatía del tendón de Aquiles. *Arch Prev Riesgos Labor.* 2020;23(2):211–33.
4. Riley G. Tendinopathy - From basic science to treatment. *Nat Clin Pract Rheumatol.* 2008;4(2):82-89.
5. Dan M, Parr W, Broe D, Cross M, Walsh WR. Biomechanics of the knee extensor mechanism and its relationship to patella tendinopathy: A review: biomechanics of patella tendinopathy: review. *J Orthop Res.* 2018;36(12):3105–12.
6. Figueroa D, Figueroa F, Calvo R. Patellar tendinopathy: Diagnosis and treatment. *J Am Acad Orthop Surg.* 2016;24(12):e184–92.
7. Muaidi QI. Rehabilitation of patellar tendinopathy. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2020;20(4):535-540
8. 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.
9. de la Fuente A, Valero B, Cuadrado N. Abordaje fisioterápico de la tendinopatía rotuliana: revisión sistemática. *Fisioter (Madr, Ed, Impresa).* 2019;41(3):131–42.
10. Abat González F, Capurro B, De Rus Aznar I, Martín Martínez A, Campos Moraes J, Sosa G. Tendinopatía rotuliana: enfoque diagnóstico y escalas de valoración funcional. *Rev Esp Artrosc Cir Articul.* 2021;28(3).
11. Peers KHE, Lysens RJJ. Patellar tendinopathy in athletes: current diagnostic and therapeutic recommendations. *Sports Med.* 2005;35(1):71–87.
12. Rudavsky A, Cook J. Physiotherapy management of patellar tendinopathy (jumper's knee). *J Physiother.* 2014;60(3):122–9.
13. Stania M, Król T, Marszałek W, Michalska J, Król P. Treatment of jumper's knee with extracorporeal shockwave therapy: A systematic review and meta-analysis. *J Hum Kinet.* 2022;84(1):124–34.

14. Bisseling RW, Hof AL, Bredeweg SW, Zwerver J, Mulder T. Relationship between landing strategy and patellar tendinopathy in volleyball. *Br J Sports Med.* 2007;41(7).
15. van der Worp H, van den Akker-Scheek I, van Schie H, Zwerver J. ESWT for tendinopathy: technology and clinical implications. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(6):1451–8.
16. Cook JL, Purdam CR. Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy. *Br J Sports Med.* 2009;43(6):409–16.
17. 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.
18. C 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.
19. 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.
20. Amir-Behghadami M JA. Population, Intervention, Comparison, Outcomes and Study (PICOS) design as a framework to formulate eligibility criteria in systematic reviews. *Emerg Med J.* 2020;37(6):387.
21. Delgado DA, Lambert BS, Boutris N, McCulloch PC, Robbins AB, Moreno MR, et al. Validation of Digital Visual Analog Scale Pain Scoring With a Traditional Paper-based Visual Analog Scale in Adults. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev.* 2018;2(3).
22. Zwerver J, Kramer T, Van Den Akker-Scheek I. Validity and reliability of the Dutch translation of the VISA-P questionnaire for patellar tendinopathy. *BMC Musculoskelet Disord.* 2009;10(1).
23. Hartrick CT, Kovan JP, Shapiro S. The numeric rating scale for clinical pain measurement: a ratio measure?. *Pain Pract.* 2003;3(4):310–6.
24. de Morton NA. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Aust J Physiother.* 2009;55:129–33.
25. Sherrington C, Herbert RD, Maher CG, Moseley AM. PEDro. A database of randomized trials and systematic reviews in physiotherapy. *Man Ther.* 2000;5(4):223–6.
26. Liao C De, Tsauo JY, Chen HC, Liou TH. Efficacy of Extracorporeal Shock Wave Therapy for Lower-Limb Tendinopathy: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Am J Phys Med Rehabil.* 2018;97(9):605–19.

27. van der Worp H, Zwerver J, Hamstra M, van den Akker-Scheek I, Diercks RL. No difference in effectiveness between focused and radial shockwave therapy for treating patellar tendinopathy: a randomized controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014;22(9):2026–32.
28. Persson Krogh T, Kaae Astrup J, Kyed C, Fredberg U. Extracorporeal shockwave therapy in the treatment of patellar tendinopathy: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Transl Sports Med.* 2021;4(4):534–44.
29. Cheng L, Chang S, Qian L, Wang Y, Yang M. Extracorporeal shock wave therapy for isokinetic muscle strength around the knee joint in athletes with patellar tendinopathy. *J Sports Med Phys Fitness.* 2019;59(5):822–7.
30. Lee WC, Ng GYF, Zhang ZJ, Malliaras P, Masci L, Fu SN. Changes on Tendon Stiffness and Clinical Outcomes in Athletes Are Associated With Patellar Tendinopathy After Eccentric Exercise. *Clin J Sport Med.* 2020;30(1):25–32.
31. Zhang ZJ, Lee WC, Fu SN. One session of extracorporeal shockwave therapy-induced modulation on tendon shear modulus is associated with reduction in pain. *J Sports Sci Med.* 2020;19(2):309–16.
32. Zwerver J, Hartgens F, Verhagen E, Van Der Worp H, Van Den Akker-Scheek I, Diercks RL. No effect of extracorporeal shockwave therapy on patellar tendinopathy in jumping athletes during the competitive season: A randomized clinical trial. *Am J Sports Med.* 2011;39(6):1191–9.
33. Thijs KM, Zwerver J, Backx FJG, Steeneken V, Rayer S, Groenenboom P, et al. Effectiveness of shockwave treatment combined with eccentric training for patellar tendinopathy: A double-blinded randomized study. *Clin J Sport Med.* 2017;27(2):89–96.

## CONFIRMACIÓN DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO FIN DE GRADO Y DE FIN DE MÁSTER

D/D.ª Juan Lázaro Ramírez Fernández, con nº de expediente 22348560 estudiante de Máster en Fisioterapia Deportiva

CONFIRMA que el Trabajo Fin de Máster titulado Efectividad de las ondas de choque en el tratamiento de la tendinopatía rotuliana en deportistas : Una Revisión Sistemática

es fruto exclusivamente de su esfuerzo intelectual, y que no ha empleado para su realización medios ilícitos, ni ha incluido en él material publicado o escrito por otra persona, sin mencionar la correspondiente autoría. En este sentido, confirma específicamente que las fuentes que haya podido emplear para la realización de dicho trabajo, si las hubiera, están correctamente referenciadas en el cuerpo del texto, en forma de cita, y en la bibliografía final.

Así mismo, declaro conocer y aceptar que de acuerdo a la Normativa de la Universidad Europea, el plagio del Trabajo Fin de Grado/Máster entendido como la presentación de un trabajo ajeno o la copia de textos sin citar su procedencia y considerándolos como de elaboración propia, conllevará automáticamente la calificación de “suspenso” (0) tanto en convocatoria ordinaria como extraordinaria, así como la pérdida de la condición de estudiante y la imposibilidad de volver a matricular esta o cualquier otra asignatura durante 6 meses.

Fecha y firma

Juan Lazaro  
Ramirez  
Fernandez -  
42228858F

Firmado digitalmente por  
Juan Lazaro  
Ramirez Fernandez  
- 42228858F  
Fecha: 2024.05.31  
01:42:44 +01'00'

## ESCUELA DE DOCTORADO E INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID

Los datos consignados en esta confirmación serán tratados por el responsable del tratamiento, UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID, S.L.U., con la finalidad de gestión del Trabajo Fin de Grado/Máster del titular de los datos. La base para el tratamiento de los datos personales facilitados al amparo de la presente solicitud se encuentra en el desarrollo y ejecución de la relación formalizada con el titular de los mismos, así como en el cumplimiento de obligaciones legales de UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID, S.L.U. y el consentimiento inequívoco del titular de los datos. Los datos facilitados en virtud de la presente solicitud se incluirán en un fichero automatizado y mixto cuyo responsable es UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID, S.L.U., con domicilio en la C/ Tajo s/n, Villaviciosa de Odón. Asimismo, de no manifestar fehacientemente lo contrario, el titular consiente expresamente el tratamiento automatizado total o parcial de dichos datos por el tiempo que sea necesario para cumplir con los fines indicados. El titular de los datos tiene derecho a acceder, rectificar y suprimir los datos, limitar su tratamiento, oponerse al tratamiento y ejercer su derecho a la portabilidad de los datos de carácter personal, todo ello de forma gratuita, tal como se detalla en la información completa sobre protección de datos en el enlace <https://universidadeuropea.es/proteccion-de-datos>.