



**Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud Licenciatura en
Kinesiología y Fisiatría Año 2024**

Trabajo Final de Carrera (Tesis)

Ondas de choque en el tratamiento de la Tendinopatía Rotuliana

Shock waves in the treatment of patellar tendinopathy

Alumno:

Francisco Gonzalo Corrales

francisco.jaimecorrales@alumnos.uai.edu.ar

Facultad de Medicina y Ciencias de la salud

Universidad Abierta Interamericana

Tutor:

Lic. Alejandro González

Facultad de Medicina y Ciencias de la salud

Universidad Abierta Interamericana

Ondas de choque en el tratamiento de la Tendinopatía Rotuliana

Revisión sistemática

Shock waves in the treatment of patellar tendinopathy

Systematic review

Resumen

Introducción: La tendinopatía rotuliana (TR) es una lesión producida por uso excesivo del tendón rotuliano que ocurre comúnmente en atletas que practican deportes que implican saltos, aterrizajes repetitivos, aceleraciones y cambios de dirección intensos. El diagnóstico se basa en el dolor localizado principalmente en el polo rotuliano inferior. El tratamiento más utilizado de esta patología está basado en ejercicios de tipo excéntrico e isométrico, aunque existen tratamientos alternativos que actualmente son muy utilizados, entre ellos las ondas de choque. **Objetivo:** Identificar la efectividad del tratamiento mediante terapia de ondas de choque sobre la tendinopatía rotuliana. **Material y métodos:** revisión bibliográfica basada en la búsqueda de artículos científicos relacionados a ondas de choque y su efectividad sobre la tendinopatía rotuliana. **Resultados:** Para esta revisión se incluyeron 6 estudios. Todos los estudios demostraron que la terapia de ondas de choque produce efectos significativos en la reducción del dolor y la mejora de la funcionalidad en pacientes con TR. **Conclusión:** la terapia de ondas de choque parece ser una alternativa válida y segura en el manejo de pacientes con TR, especialmente en casos donde los tratamientos conservadores han fallado.

Palabras clave: *tendinopatía rotuliana; dolor; tratamiento; ondas de choque.*

Abstract

Introduction: Patellar tendinopathy (PT) is an overuse injury of the patellar tendon that commonly occurs in athletes who play sports that involve jumping, repetitive landing, acceleration, and intense changes of direction. Diagnosis is based on pain located mainly in the inferior patellar pole. The most commonly used treatment for this pathology is based on eccentric and isometric exercises, although there are alternative treatments that are currently widely used, including shock waves. **Objective:** To identify the effectiveness of shock wave therapy treatment on patellar tendinopathy. **Material and methods:** Bibliographic review based on the search for scientific articles related to shock waves and their effectiveness on patellar tendinopathy. **Results:** Six studies were included in this review. All studies demonstrated that shockwave therapy produces significant effects in reducing pain and improving function in patients with TR. **Conclusion:** Shockwave therapy appears to be a valid and safe alternative in the management of patients with TR, especially in cases where conservative treatments have failed.

Keywords: *patellar tendinopathy; pain; treatment; shock waves.*

INTRODUCCIÓN

La tendinopatía rotuliana (TR) es una lesión producida por uso excesivo del tendón rotuliano que ocurre comúnmente en atletas que practican deportes que implican saltos y aterrizajes repetitivos. ⁽¹⁾

Se denomina tendinopatía cuando hay una degeneración del tendón con curación fallida, debido a la sobrecarga del tejido sin una recuperación adecuada. ⁽²⁾

Se presenta en poblaciones físicamente activas de todas las edades y el dolor obliga a muchos atletas a limitar o interrumpir la participación deportiva. Anteriormente, se utilizaba esta patología para caracterizar los síntomas de aquellos atletas que sintieran dolor en la región anterior de la rodilla y realizaran deportes de saltos. Sin embargo, cualquier persona que participe en actividades que provoquen una carga en el tendón rotuliano a través de una aceleración o desaceleración intensa, cambios frecuentes de dirección, movimientos repetitivos o cualquier combinación de estos, corre el riesgo de presentar síntomas. ⁽²⁾

Los tendones están adaptados fisiológicamente a las cargas de tracción por la naturaleza de su estructura fibrosa. ⁽³⁾ Consisten principalmente en fibroblastos y colágeno tipo I alineado longitudinalmente incrustado en una matriz extracelular que consiste en agua, proteoglicanos y glucosaminoglucanos. Los tendones tendinopáticos o patológicos presentan

una desorganización de la matriz extracelular (aumento de celularidad, aumento de proteoglicanos, glucosaminoglucanos y agua), hipervascularización y colágeno desorganizado, lo que genera la disminución de las propiedades mecánicas. ⁽⁴⁾

La carga de tracción más importante que poseen es la carga de almacenamiento y liberación de energía, que se utiliza en actividades explosivas, como correr, saltar y cambiar de dirección. La aplicación repetitiva de cargas excesivas que superan la capacidad del tendón es una causa tanto de patología tendinosa como de dolor. ⁽³⁾

La tendinopatía rotuliana se caracteriza por sensibilidad a la palpación y dolor dependiente de la carga en el polo inferior de la rótula. ⁽⁵⁾ Cabe destacar que el tendón rotuliano tiene áreas de vascularidad reducida, especialmente en las inserciones proximal y distal, que con frecuencia se relacionan con la degeneración. ⁽²⁾

En cuanto a estudios por imágenes, se utiliza la ecografía y la resonancia magnética, y su objetivo es confirmar el diagnóstico clínico mediante la evaluación de alteraciones en la morfología del tendón. ⁽⁶⁾ En la ecografía, el tendón rotuliano patológico puede mostrar engrosamiento y un área transversal mayor que lo normal, mientras que en la resonancia magnética presenta una señal aumentada (blanca) en la sustancia del tendón. ⁽²⁾

La prevalencia para esta patología fue de 24,8% en jugadores de voleibol, 20,8% en jugadores de baloncesto y 6,1% en jugadores de fútbol, siendo más prevalente en atletas masculinos que femeninos. Además, se informó que los atletas de alto rendimiento tienen más riesgo de tener TR que los atletas que no son de alto rendimiento.⁽³⁾

Algunos factores de riesgo para la TR son la rigidez de los músculos isquiotibiales y cuádriceps, la reducción de la dorsiflexión del tobillo, la hiperpronación del pie, la mala coordinación articular, el sobrepeso, la discrepancia en la longitud de las piernas, el aumento del volumen y la intensidad del entrenamiento de saltos.

Con respecto a la superficie en la que se practican los deportes, el entrenamiento en superficies duras y de césped sintético puede aumentar el riesgo de lesión.⁽⁷⁾

El reposo absoluto está contraindicado en el tratamiento de la tendinopatía, ya que disminuye la potencia muscular, las propiedades mecánicas del tendón, afecta la cadena cinética y provoca cambios en el impulso de la corteza motora.⁽³⁾

Se utilizan varios tipos de tratamiento para la TR, como el reposo de actividad deportiva y medicación antiinflamatoria. También algunos métodos más invasivos, como las terapias de inyección y electrólisis percutánea. Sin embargo, el tratamiento más utilizado es el de tipo conservador, el cual incluye la

reducción del volumen y la frecuencia de la carga sobre el tendón.⁽⁷⁾

Numerosas evidencias respaldan el uso del tratamiento de la TR mediante el ejercicio isométrico submáximo, el cual mejora el dolor y demostró una excelente adherencia de los pacientes tratados.⁽⁸⁾ Sin embargo, estudios recientes propusieron una terapia de ejercicio alternativa para el tratamiento de la tendinopatía rotuliana, que consiste en ejercicios de carga progresiva del tendón dentro de los límites del dolor aceptable.⁽³⁾

La intervención con carga o ejercicios con carga progresiva para el tendón es actualmente el tratamiento preferido de la tendinopatía, pero apenas se investiga hasta qué punto los diferentes regímenes de carga influyen en la respuesta mecánica de los tendones.⁽⁴⁾

Otro método de tratamiento muy utilizado actualmente para este tipo de tendinopatías es el de la Terapia de Ondas de Choque, el cual se aplica con mayor frecuencia luego de que los tratamientos conservadores típicos hayan fracasado.⁽⁹⁾ Este tipo de tratamiento no se utiliza en procesos de tendinitis inflamatoria, sino que se realiza en tendinosis degenerativas, lesiones que se vuelven crónicas y graves.⁽¹⁰⁾

Las ondas de choque extracorpóreas son ondas acústicas caracterizadas por una presión máxima positiva alta de corta duración. La densidad del flujo de energía representa la cantidad de energía acústica que pasa a través

de un área de 1 mm² por impulso. Suele utilizarse en una frecuencia de 4 Hz, en una intensidad que varía entre 0,08 mJ/mm² a 0,6 mJ/mm², y realizando entre 1000 a 2000 impulsos por sesión. ^{(9,11,12) (13)}

Thijs M. et al (2017) teoriza que las ondas de choque producen un efecto regenerativo y reparador de tejidos, e inhibe los receptores del dolor. ⁽¹⁴⁾ Las ondas de choque inducen una perturbación mecánica directa en el tendón, lo que conduce a la reparación y remodelación del tejido. ⁽¹⁵⁾

La intención de esta revisión es que sea de utilidad para aquellos profesionales o estudiantes del campo de la kinesiología, motivando a la realización de otros estudios o a modo informativo para quienes quieran profundizar sobre el tema.

El objetivo de esta revisión bibliográfica es determinar la efectividad del tratamiento con ondas de choque en la tendinopatía rotuliana, con respecto a la reducción de los síntomas y mejora de la funcionalidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta revisión sistemática se realizó en un ámbito universitario.

Estrategias de búsqueda

Para esta investigación se realizó una búsqueda bibliográfica en la base de datos PubMed, sobre artículos

relevantes relacionados con tendinopatía rotuliana y terapia de onda de choque. Luego, con los resultados obtenidos, se revisaron de forma independiente y se seleccionaron los artículos que cumplieron con los criterios de inclusión.

Para la búsqueda en PubMed, se utilizaron los siguientes términos MeSH: "Patellar"; "Tendinopathy"; "Therapeutics"; "Treatment"; "shockwaves", combinados mediante operadores booleanos como "and" y "or".

Se realizó búsqueda de material para la investigación en otras plataformas de referencia, como Scielo y Google Académico, donde no se encontró información de relevancia.

En la búsqueda con estos términos se obtuvieron 63 resultados, de los cuales fueron excluidos 52 al aplicar los filtros.

Finalmente, luego del análisis y lectura de los artículos, se utilizaron 6 estudios para comparación en esta revisión sistemática.

Criterios de elegibilidad

Los criterios de inclusión que se utilizaron para esta revisión fueron: estudios relacionados con: terapia de ondas de choque, tendinopatías, tendinopatía rotuliana, síndrome de rodilla del saltador en deportistas; realizados en los idiomas español, inglés y portugués; fechas de publicación entre 2010 y 2025; población: pacientes con tendinopatía rotuliana, sin limitaciones de género ni

edad; estudios primarios; con acceso al texto completo.

previas de rodilla; con signos o síntomas de otras patologías coexistentes de rodilla. (Figura 1)

Los criterios de exclusión fueron: revisiones sistemáticas; estudios que incluyan pacientes: diagnosticados con osteoartritis de rodilla; patologías diagnosticadas en rodilla; cirugías

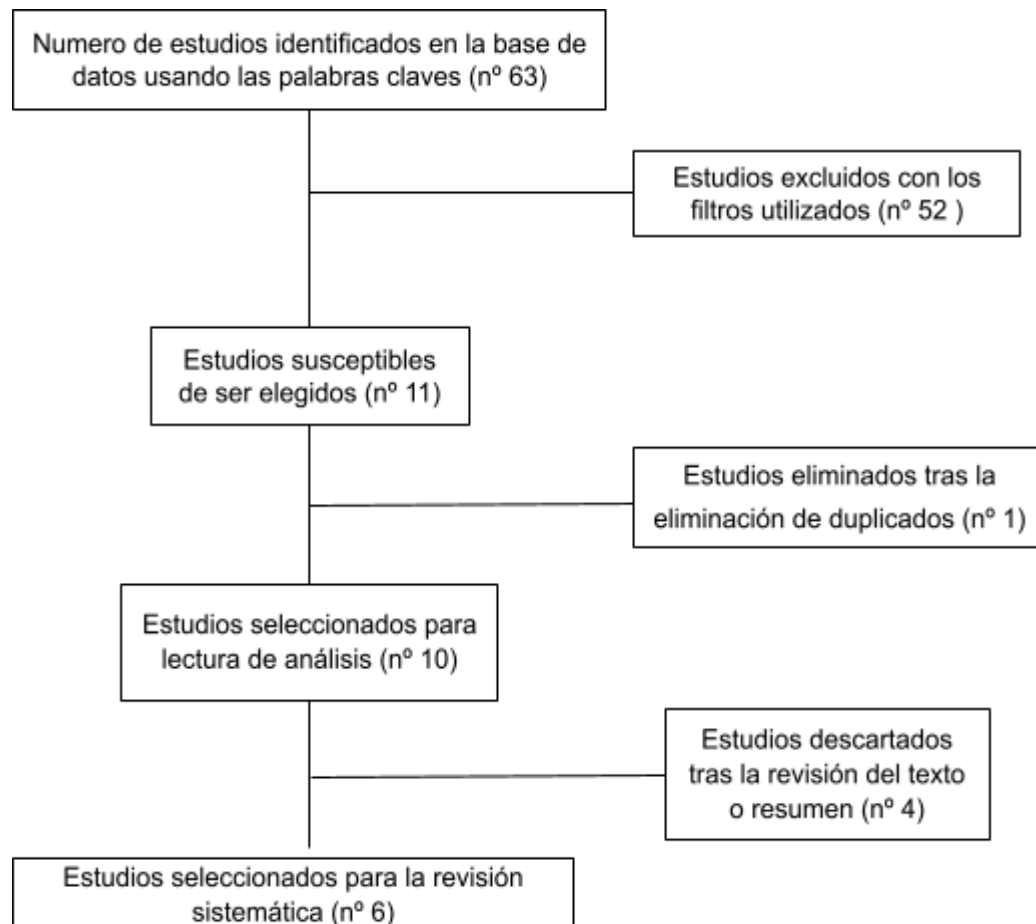


Figura 1. Proceso de selección de datos

Datos recolectados

Luego de la búsqueda de artículos, se realizó un análisis y se seleccionaron aquellos que cumplieran con los criterios de inclusión, descartando los artículos que no cumplieran con estos criterios. Se utilizaron 6 artículos de tipo ensayos clínicos para comparación en

esta revisión sistemática.

A continuación, se detalla las características de los artículos seleccionados: autor; año; país; objetivo; plan de tratamiento. (Tabla 1).

Luego, se describe la metodología de los programas aplicados y los resultados obtenidos. (Tabla 2)

Tabla 1. Características y hallazgos de los estudios revisados.

Autor y año	País	Tipo de artículo	Población	Tipo de programa	Duración del tratamiento
Zhang ZJ 2020	China	Ensayo clínico	Hombres entre 18 y 35 años.	Terapia de ondas de choque.	Una sesión.
Thijs KM 2017	Países Bajos	Ensayo clínico	Masculinos y femeninos activos en deporte (al menos 1 vez a la semana) de entre 18 y 40 años.	Terapia de ondas de choque combinado con ejercicio excéntrico.	*3 sesiones con intervalos de una semana para las ondas de choque. *12 semanas para el entrenamiento excéntrico.
Lee WC 2020	China	Ensayo clínico	Masculinos en equipos competitivos de baloncesto, voleibol y balonmano.	Terapia de ondas de choque combinado con ejercicio excéntrico.	*Una vez a la semana, durante 6 semanas. *12 semanas para el entrenamiento excéntrico.
Zwerver J, Dekker F 2010	Países Bajos	Ensayo clínico	Atletas masculinos. Edad media 37; rango 20-58 años.	Terapia de ondas de choque.	*3 sesiones con intervalos de una semana.
van der Worp H 2014	Países Bajos	Ensayo clínico	Sujetos entre 18 y 50 años. Síntomas de al menos 3 meses.	Terapia de ondas de choque focalizadas y radiales.	*3 sesiones con intervalos de una semana.
Cheng L 2019	China	Ensayo clínico	Masculinos y femeninos deportistas.	Terapia de ondas de choque.	*16 semanas, una vez por semana.

Tabla 2. Métodos y resultados.

Autor y año	Plan de tratamiento	Medida del dolor	Resultados obtenidos
Zhang ZJ 2020	Onda de choque focalizada en la zona más dolorosa. -Cantidad impulsos: 1500 -Frecuencia 4Hz -Intensidad máxima de acuerdo al dolor tolerable.	Puntuación VISA-P	Este estudio demostró que una única sesión de terapia de ondas de choque produjo una reducción significativa de la rigidez del tendón, lo que se asocia con una reducción del dolor.
Thijs KM 2017	-Cantidad impulsos: 1000 -Frecuencia 4Hz -Densidad de energía: 0,2 mJ/mm2. -Entrenamiento excéntrico: Tabla inclinada 25°; 2 veces al día; 3 series x 15 repeticiones cada sesión. 2 grupos: Grupo Experimental: se le realizó ondas de choque junto con ejercicios excéntricos; mientras que al segundo (Grupo Placebo) se realizó ondas de choque simuladas junto con ejercicios excéntricos.	Puntuación VISA-P	Ambos grupos mostraron mejoras significativas durante el estudio, pero no se encontraron diferencias significativas entre ellos. El 67% del grupo experimental y el 69% del grupo placebo informaron grandes mejoras en los síntomas. Todos mostraron un efecto positivo en la puntuación VISA-P.
Lee WC 2020	2 grupos de estudio: entrenamiento excéntrico, con y sin terapia de ondas de choque. -Cantidad impulsos: 1500 -Frecuencia 4Hz -Intensidad máxima de acuerdo al dolor tolerable. -Entrenamiento excéntrico: Sentadilla a una pierna en tabla inclinada 25°; 3 series x 15 repeticiones; 2 veces al día.	Puntuación VISA-P	El ejercicio excéntrico durante 12 semanas indujo cambios en las propiedades mecánicas del tendón, reducción del dolor y la disfunción en atletas con tendinopatía rotuliana. Aunque ambos mostraron cambios positivos, no hubo diferencias significativas entre el grupo combinado (ejercicio excéntrico y ondas de choque) con el grupo que solo realizó ejercicio excéntrico.
Zwerver J, Dekker F 2010	-Cantidad impulsos: 2000 -Frecuencia 4Hz -Intensidad: 0,35 mJ/mm2 en la primera sesión; 0,52 mJ/mm2 en la segunda y 0,65 mJ/mm2 en la tercera sesión.	Puntuación VISA-P Escala EVA del dolor	La terapia de ondas de choque parece ser un tratamiento seguro y bien tolerado por el paciente. El tratamiento único con ondas de choque mostró una reducción del dolor y mejora en la funcionalidad. No se reportaron efectos secundarios.
van der Worp H 2014	2 grupos: *Terapia de ondas de choque focalizadas (TOCF): 2000 pulsos a 4 Hz y una intensidad de 0,12 mJ/mm2 *Terapia de ondas de choque radiales (TOCR): 2000 pulsos a 8 Hz y una intensidad de 2,4 bar.	Puntuación VISA-P Escala EVA del dolor	Ambos grupos mejoraron significativamente desde el punto de vista clínico, aunque no hubo diferencia entre estos en las mediciones del dolor (VISA-P y EVA). No se encontró diferencias en términos de efectividad entre la TOCR y la TOCF.
Cheng L 2019	-Impulsos: 2000 -Frecuencia: 9 a 12 Hz -Intensidad: 1,5 a 3,0 bares	Puntuación VISA-P Escala EVA del dolor	La terapia de ondas de choque mostró un efecto positivo en términos de alivio del dolor y mejora la fuerza de la articulación de la rodilla. Además, mejora el torque extensor de la articulación de la rodilla y la resistencia muscular.

RESULTADOS

Todos los estudios coincidieron en la medición del dolor con la misma escala de puntuación VISA-P, el cual es un cuestionario que evalúa el dolor, la función en la vida diaria y la capacidad para realizar deporte, y tres (3) de seis (6) estudios agregaron la Escala EVA o puntuación VAS para valoración del dolor.

Todos los estudios demostraron que la terapia de ondas de choque en el tratamiento de la tendinopatía rotuliana produce efectos positivos en la reducción del dolor.

Zhang ZJ et al. ⁽¹⁵⁾ indicó una reducción significativa en la rigidez del tendón, lo que se puede asociar con la reducción del dolor y una mejora en la funcionalidad de la articulación de la rodilla. ^(15,16)

Por su parte, Cheng L et al. ⁽¹⁷⁾ en su estudio observó una mejora en la fuerza y en el torque extensor de la articulación de la rodilla.

DISCUSIÓN

El objetivo de esta revisión es brindar información sobre la efectividad del tratamiento con ondas de choque en pacientes con TR con respecto a la reducción del dolor.

Luego de la búsqueda, los artículos demostraron que la terapia de ondas de choque es efectiva en la reducción del dolor y mejora de la funcionalidad.

Algunos estudios compararon la terapia de ondas de choque con

ejercicios excéntricos y encontraron mejoras similares en ambos enfoques, lo que sugiere que el tratamiento combinado puede ser una alternativa viable. ^(14,15)

CONCLUSIÓN

De acuerdo con los estudios analizados en esta revisión, se demostró que la terapia de ondas de choque tiene un efecto positivo en el tratamiento de la tendinopatía rotuliana, siendo una alternativa potencial para el manejo de los pacientes con esta patología.

Todos los estudios reportaron beneficios significativos, tanto en el alivio del dolor como en la regeneración y remodelación del tejido tendinoso.

Sin embargo, se requiere de más investigaciones para determinar con precisión la dosis óptima, la duración del tratamiento y los efectos a largo plazo.

En conclusión, la terapia de ondas de choque parece ser una alternativa válida y segura en el manejo de pacientes con TR, especialmente en casos donde los tratamientos conservadores han fallado.

BIBLIOGRAFÍA

1. 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.* mayo de 2021;55(9):501-9.
2. Rosen AB, Wellsandt E, Nicola M, Tao MA. Clinical Management of Patellar Tendinopathy. *J Athl Train.* 1 de julio de 2022;57(7):621-31.
3. Cardoso TB, Pizzari T, Kinsella R, Hope D, Cook JL. Current trends in tendinopathy management. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* febrero de 2019;33(1):122-40.
4. Agergaard AS, Svensson RB, Hoeffner R, Hansen P, Couppé C, Kjaer M, et al. Mechanical properties and UTE-T2* in Patellar tendinopathy: The effect of load magnitude in exercise-based treatment. *Scand J Med Sci Sports.* octubre de 2021;31(10):1981-90.
5. Ophey M, Koëter S, van Ooijen L, van Ark M, Boots F, Ilbrink S, et al. Dutch multidisciplinary guideline on anterior knee pain: Patellofemoral pain and patellar tendinopathy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA.* 24 de julio de 2024;
6. 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.* mayo de 2022;25(5):372-8.
7. Muaidi QI. Rehabilitation of patellar tendinopathy. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 1 de diciembre de 2020;20(4):535-40.
8. 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 - PubMed [Internet]. [citado 6 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32957034/>
9. 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.* junio de 2020;19(2):309-16.
10. Zwerver J, Verhagen E, Hartgens F, van den Akker-Scheek I, Diercks RL. The TOPGAME-study: effectiveness of extracorporeal shockwave therapy in jumping athletes with patellar tendinopathy. Design of a randomised controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord.* 8 de febrero de 2010;11:28.
11. Abdelkader NA, Helmy MNK, Fayaz NA, Saweeres ESB. Short- and Intermediate-Term Results of Extracorporeal Shockwave Therapy for Noninsertional Achilles Tendinopathy. *Foot Ankle Int.* junio de 2021;42(6):788-97.
12. Frassanito P, Cavalieri C, Maestri R, Felicetti G. Effectiveness of Extracorporeal Shock Wave Therapy and kinesio taping in calcific tendinopathy of the shoulder: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med.* junio de 2018;54(3):333-40.
13. Klüter T, Krath A, Stukenberg M, Gollwitzer H, Harrasser N, Knobloch K, et al. Electromagnetic transduction therapy and shockwave therapy in 86

patients with rotator cuff tendinopathy:
A prospective randomized controlled
trial. *Electromagn Biol Med*.
2018;37(4):175-83.

14. 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 Off J Can Acad Sport Med*. marzo de 2017;27(2):89-96.
15. 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 Off J Can Acad Sport Med*. enero de 2020;30(1):25-32.
16. Zwerver J, Dekker F, Pepping GJ. Patient guided Piezo-electric Extracorporeal Shockwave Therapy as treatment for chronic severe patellar tendinopathy: A pilot study. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2010;23(3):111-5.
17. 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*. mayo de 2019;59(5):822-7.
18. 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 Off J ESSKA*. septiembre de 2014;22(9):2026-32.