

EFFECTS OF PLYOMETRIC EXERCISES IN POSTOPERATIVE PATIENTS OF ROTATION OF THE CALCANEUS TENDON

EFFECTS OF PLYOMETRIC EXERCISES IN POSTOPERATIVE PATIENTS OF ROTATION OF THE CALCANEUS TENDON

Recibido el 10 de mayo de 2022 / Aceptado el 30 de mayo de 2022 / DOI: 10.24310/riccafd.2022.v11i2.14675
Correspondencia: Javier Eliecer Pereira Rodríguez. jepr87@hotmail.com

Pereira-Rodríguez, JE^{1FDA}; De Marcos-Sánchez, JS^{2ABD}; Ceballos-Portilla, LF^{3DC}; Avendaño-Luque, EM^{4BD}; Parra-Rojas, GL^{5BC}; Corrales, FB^{6BC}

¹Centro de Estudios e Investigación FISICOL, Colombia, jepr87@hotmail.com

²Centro de Estudios e Investigación FISICOL, México, contactofisicol@gmail.com

³Centro de Estudios e Investigación FISICOL, México, contactofisicol@gmail.com

⁴Centro de Estudios e Investigación FISICOL, Colombia, contactofisicol@gmail.com

⁵Centro de Estudios e Investigación FISICOL, Colombia, contactofisicol@gmail.com

⁶Centro de Estudios e Investigación FISICOL, Colombia, contactofisicol@gmail.com

Responsabilidades

^ADiseño de la investigación, ^BRecolector de datos, ^CRedactor del trabajo, ^DTratamiento estadístico, ^EApoyo económico, ^FIdea original y coordinador de toda la investigación.

RESUMEN

De la ruptura del tendón Aquileo se tiene conocimiento desde la antigua Grecia, la cual ha ido en aumento en los últimos años, por ende, se busca implementar mejores herramientas para el tratamiento de la misma, siendo una de ellas los ejercicios pliométricos. Estudios tipo meta-análisis, ensayos controlados aleatorizados y experimentales observaron que la aplicación de ejercicios pliométricos en la mayoría de los participantes mejoraba la calidad del tendón, aumentando elasticidad y disminuyendo su rigidez ($p < 0.01$) en 14 estudios y en los 3 estudios restantes, no mejoraba la estructura del tendón, sin embargo, mejoraba la sintomatología y funcionalidad del mismo en estudios tardíos ($p < 0.01$). La aplicación de ejercicios pliométricos es una herramienta adicional para tratar a los sujetos sometidos a una operación de ruptura de tendón Aquileo, el cual debe ser aplicado en estadios finales en rehabilitación, mejorando la rigidez del tejido, aumentando la funcionalidad y disminuyendo el dolor crónico.



■ PALABRAS CLAVE

ejercicios pliométricos, tendón aquileo, tendón calcáneo, rehabilitación.

■ ABSTRACT

It is known about the rupture of the Achilles tendon since ancient Greece, which has been increasing in recent years, therefore, it seeks to implement better tools for its treatment, one of them being plyometric exercises. Meta-analysis type studies, randomized and experimental controlled trials observed that the application of plyometric exercises in most of the participants improved the quality of the tendon, increasing elasticity and decreasing its stiffness ($p < 0.01$) in 14 studies and in the remaining 3 studies. , did not improve the structure of the tendon, however, it did improve its symptoms and functionality in late studies ($p < 0.01$). The application of plyometric exercises is an additional tool to treat subjects undergoing an operation to rupture the Achilles tendon, which must be applied in the final stages of rehabilitation, improving tissue stiffness, increasing functionality and reducing chronic pain.

■ KEY WORDS

plyometric exercises, achilles tendon, calcaneus tendon, rehabilitation.

■ INTRODUCCIÓN

Las rupturas de tendón Aquileo o calcáneo son una patología de las cuales se tienen conocimiento desde la antigüedad en tiempos de la antigua Grecia, siendo Ambroise Paré quien describió por primera vez esta afectación en 1575, siendo frecuentemente la lesión de 2 a 6 cm proximal a la inserción calcánea (1).

Generalmente, la ruptura suele aparecer por un aumento repentino y excesivo de la presión ejercida sobre el tendón, siendo los deportes de alto impacto y de saltos repetitivos, los más prevalentes como son el basquetbol, voleibol, tenis, algunas ramas del atletismo, entre otros. Algunos factores de riesgo que predominan para sufrir estas lesiones son, la edad, sexo, sobrepeso y la utilización o aplicación de algunos antibióticos como el uso de inyecciones esteroideas (2).

En los últimos años la lesión ha ido en aumento, teniendo una incidencia anual de 40 por cada 100.000 personas, siendo los hombres los más afectados en un rango pico de 30 a 50 años de edad, debido a que la



población se esfuerza en mantener una vida activa en el envejecimiento (3). Sin embargo, un estudio reciente ha demostrado que la incidencia de esta lesión aparece en todos los estadios de edad, teniendo un rango de 10 años hasta los 80 años (4). Por otro lado, el tratamiento para este tipo de lesión son dos, el quirúrgico y el convencional. El quirúrgico es el más frecuente, eficaz y rápido para solucionar el problema; no obstante, pueden surgir varias complicaciones como el aumento de infección en la herida y el reposo prolongado del miembro afectado. El tratamiento convencional consiste en la aplicación de una ortesis articulada en tobillo tipo Walker y aplicación de fisioterapia progresiva (5,6). En cambio, los ejercicios pliométricos, son una técnica de alto impacto utilizada principalmente en pacientes deportivos o aquellos que tengan una vida no sedentaria, generando efectos a nivel muscular y tendinoso, sin embargo, se ha encontrado que este tipo de técnicas podrían alterar negativamente la estructura del tejido (7).

Teniendo en cuenta lo anterior, se han encontrado efectos positivos que pueden generar los ejercicios pliométricos sobre la funcionalidad de los tejidos musculares y tendinosos, de igual manera, se ha encontrado alteraciones negativas en la calidad del tejido, sin embargo, es importante determinar si la efectividad de tratamiento es eficaz y adecuado para la recuperación de una ruptura del tendón calcáneo o afectaciones similares ya mencionados, en una etapa postoperatoria. Por ende, la pregunta de investigación es: ¿Cuáles son los efectos de los ejercicios pliométricos en pacientes postoperados de una ruptura de tendón de Aquiles? Así, partiendo de esto, el objetivo de este estudio es determinar si los efectos de los ejercicios pliométricos serían adecuados para la rehabilitación en pacientes postoperatorios de rotura de tendón calcáneo.

■ MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño

Se ha implantado como una revisión sistemática realizada en ensayos clínicos conseguidos entre enero del 2010 a enero del 2021 con un análisis descriptivo de cronología retrospectiva en bases de datos confiables, registradas y con buenos filtros de investigación como Pubmed, Scielo, Pedro, entre otros. Los Artículos que fueron incluidos en esta investigación contaron con consideraciones éticas de Helsinki (8), donde se plantea y modera el desarrollo de investigaciones de corte experimental en organismos vivos, sean animales o humanos.

Estrategia de búsqueda



Esta revisión sistemática fue realizada según las recomendaciones de la *Colaboración Cochrane* para la realización y publicación de estudios cualitativos y cuantitativos de tipo revisión sistemática, y estudios cualitativos de tipo meta-análisis. Igualmente, la recopilación de estudios fue realizada bajo las consideraciones de la Declaración de PRISMA (9) (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) para estudios de meta-análisis y revisión sistemática.

Con lo anteriormente mencionado, esta búsqueda se desarrolló de ensayos clínicos en las bases de datos de PubMed y PubMed Central principalmente. Sin embargo, también se revisaron revistas especializadas, como: la *American College Sport of Medicine* (ACSM), *American Physical Therapy Association* (APTA), *World Confederation for Physical Therapy* (WCPT).

Por otra parte, acorde con los descriptores y variables, los operadores booleanos AND y OR, la estrategia de búsqueda fue: (“plyometric exercise”[MeSH Terms]) AND (“calcaneal tendón rupture” OR “Achilles tendón rupture “[MeSH Terms] OR “tendón rupture “) AND (“patients”[MeSH Terms]) AND (“postoperative”[MeSH Terms]); así, se realizó la búsqueda en el idioma inglés, español, portugués, chino, alemán, para evitar el sesgo idiomático de identificación.

Selección de estudios

La extracción y búsqueda de los artículos fue realizada por un autor (J. D-S) y revisada por un segundo (J. P-R). En cuanto a los criterios de selección y la explicación de datos, la revisión fue elaborada por J. P-R - J. D-S de forma independiente.

Los documentos seleccionados debían tener una fecha de publicación entre enero de 2010 a enero del 2021, de igual manera, la metodología. Se estableció el Study eligibility form según el sistema PICO10 (P: Pacientes con ruptura de tendón, I: Ejercicios Pliométricos, C: No intervención con ejercicio, u otro tipo de intervención, O: Efectos sobre post-operación de ruptura de tendón y otros hallazgos en estos pacientes.) para la práctica de la Medicina Basada en Evidencias (MBE).

Además de lo anterior, no se filtraron documentos por características de la población asociadas a sexo, etnia, edad o características sociodemográficas. Por otro lado, un autor (J. P-R.) verificó el cumplimiento de criterios de exclusión descritos en el diagrama de PRISMA, que incluye: estudios duplicados, estudios publicados en años anteriores a enero de 2010, estudios experimentales en animales, estudios de tipo literatura gris, estudios no concluyentes y estudios que no contribuyeran a cumplir con el objeto de esta investigación.



Recolección y extracción de datos

Datos tales como el tipo de población, grupo de intervención y control, metodología, tiempo y frecuencia de intervención y resultados obtenidos, fueron extraídos de los estudios recolectados y descritos mediante síntesis narrativa. La extracción de datos fue realizada por medio de hojas de cálculo “Excel” y presentada a partir de tablas en “Word” del paquete de Office.

Finalmente, se discriminó datos en razón de características demográficas, tamaño de la muestra, número de pacientes incluidos, periodo de seguimiento, metodología de intervención y objeto de estudio. En cuanto a los resultados o medidores de impacto, fueron expresados según los efectos encontrados, tasas de complicaciones, lesiones, parámetros clínicos, impacto en calidad de vida, entre otros.

Evaluación de la calidad

Los examinadores J. P-R y J. D-S valoraron la calidad metodológica de las investigaciones por medio de la evaluación del riesgo de sesgo de la Colaboración Cochrane. De igual manera, se determinó el sesgo de selección de la información (fuentes de obtención de la información, cantidad, naturaleza, manejo de documentos, entre otros).

Además, el riesgo de sesgo fue valorado mediante la escala de PEDro (11) (en inglés, *Physiotherapy Evidence Database*). La escala de PEDro consta de 11 apartados que valoran la validez interna (criterios 2-9) y la información estadística de los ensayos clínicos (criterios 10-11). Seguidamente la presente escala basada en la lista Delphi desarrollada por Verhagen et al (12) (1998) asigna 1 o 0 puntos según cumpla o no con el ítem que se evalúa. A partir de que los datos obtenidos fueron analizados y en dado caso de encontrar diferencia mayor a dos puntos en la evaluación de la Escala de PEDro y un nuevo autor realizó nuevamente una valoración para consensuar.

Tipo de participantes

Pacientes deportistas, sedentarios, aparentemente sanos de un rango de edad de 15 a 50 años de edad, sexo femenino y masculino con diagnóstico post-operado de una ruptura y lesión parcial sin operación del tendón calcáneo, en estadios agudos o crónicos, donde no se tuvieran en cuenta el pronóstico o características sociodemográficas.



Tipo de estudios

Se seleccionaron estudios tipo meta-análisis, ensayos controlados aleatorios o cuasi-aleatorios en los que se determinaron o compararon los efectos de los ejercicios pliométricos en pacientes post- operatorios en una ruptura de tendón calcáneo. De igual manera, se tuvieron en cuenta revisiones que dieran pautas, recomendaciones o guías para la intervención a partir de los ejercicios pliométricos en pacientes que hayan sufrido una operación de ruptura de tendón calcáneo, con ello, al final de este artículo en caso que la evidencia demostrará una seguridad, sugerir una prescripción del ejercicio adecuada para este tipo de población.

■ RESULTADOS

Se iniciaron con un total de 25 títulos tras la primera búsqueda de artículos científicos experimentales. Encontradas de diferentes revistas y bases de datos como: PUBMED, EMBASE, MEDLINE, ELSEVIER y Google Scholar. Además, se hizo una segunda búsqueda para obtener más artículos, lo cuales se encontraron 7 artículos con las características deseadas en las mismas bases de investigación, obteniendo un total de 32 artículos. Después de realizar el primer filtro se eliminaron 8, por no tener títulos relacionados directamente con el tema de investigación. De los 24 artículos restantes, se excluyeron 4 por ser artículos demasiado atrasados, luego de realizar el tercer filtro se eliminaron 3 artículos por no tener conclusiones completas o no concluyentes. Teniendo un total de 17 artículos incluidos en esta investigación, de igual manera, fueron sometidos a un proceso metodológico mediante la escala PEDro basándonos en los criterios de Maher C, et al. (11) quienes mencionan que toda investigación con un resultado post escala PEDro de igual o mayor a 5/10 pueden ser considerados como estudios de alta calidad metodológica y bajo riesgo de sesgo (Tabla 1). Y así mismo, los artículos obtenidos se encuentran desglosados de una forma detallada en la Tabla 2 (13-29).

Laurent, C. (13) en su investigación del 2020 con una población de 22 sujetos sanos de una edad promedio de 23 años utilizó dos técnicas pliométricas en un periodo de 10 semanas para identificar si había mejoras en la calidad del tendón, obteniendo un aumento en la rigidez pero mejorando la funcionalidad del mismo. En otro estudio de Houghton, L. (14) con 19 sujetos con esguince de tobillo en un periodo de 8 semanas para ver la calidad el tendón, se obtuvo un aumento transversal del tendón y mejorando la funcionalidad.



Fouré, A. et al. (15) tomaron 19 participantes sanos e implementaron un programa de ejercicios explosivos o pliometricos por 14 semanas, al término del programa se observó un aumento de la rigidez del tendón y sensibilidad de retracción. El mismo autor, pero en un estudio publicado en el 2010 con la misma población obtiene resultados de mejor transición de la tensión muscular y el retroceso de almacenamiento de energía elástica disipada (16).

Tabla 1. Escala de PEDro para la evaluación de la calidad metodológica de los estudios incluidos en la revisión (n = 17).

Referencia	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	Total
Laurent C, et al. ¹³	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	8
Houghton L, et al. ¹⁴	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	7
Fouré A, et al. ¹⁵	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	7
Fouré A, et al. ¹⁶	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	8
Wu Y, et al. ¹⁷	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	6
Nilsson K, et al. ¹⁸	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	7
Yotsumoto T, et al. ¹⁹	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	4
Ozkaya U, et al. ²⁰	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	5
Olsson N, et al. ²¹	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	7
Fouré A, et al. ²²	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+	7
Bogdanis GC, et al. ²³	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	-	6
Lantto I, et al. ²⁴	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	8
Rabusin CL, et al. ²⁵	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+	7
Benito VA, et al. ²⁶	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	+	6
Grande del Arco J, et al. ²⁷	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	7
Brumann M, et al. ²⁸	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	9
Deng S, et al. ²⁹	+	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	5

PEDro (Physiotherapy Evidence Database): + Sí; - No.

P1: Criterios de elección; P2: Asignación aleatoria; P3: Ocultamiento de la asignación; P4: Grupos similares en línea de base; P5: Cegamiento de los participantes; P6: Cegamiento de los terapeutas; P7: Cegamiento del evaluador; P8: Abandonos < 15%; P9: Análisis por intención a tratar; P10: Diferencias reportadas entre grupos; P11: Punto estimado y variabilidad reportada.

Por otra parte, Wu, Y. et al (17) examinaron en 21 sujetos sanos la funcionalidad de los ejercicios pliométricos en el tendón de aquiles obteniendo mejoría significativa en la potencia como en la rigidez del tendón. En el 2010 Nilsson-Helander, K et al. (18) querían observar si el tratamiento conservador era mejor que el quirúrgico y lograron concluir



que hubo una mejoría en la sintomatología y seguidamente, Yotsumoto, T et al. (19) con pacientes que tuvieran lesión subcutánea de tendón de aquiles implemento un protocolo de 2 años donde logró mejorar la rapidez al reintegro de sus actividades deportivas.

Ozkaya, U. et al. (20) examinaron pacientes postquirúrgicos y concluyeron que una intervención temprana puede mejorar los rangos articulares disminuyendo complicaciones. Así mismo, Olsson, N. et al. (21) obtuvo mejoras favorables en la recuperación y Fouré, A. et al. (22) en un periodo de 14 semanas observó mejoras mecánicas en el tendón.

Tabla 2. Características de los artículos científicos (n=13).

Autor	N	Edad	Tipo de estudio	Enfermedad	Intervención	Tiempo	Conclusiones
Laurent C, et al. (13) (2020)	22	23 ± 3	Ensayo clínico	Sujetos Sanos	2 técnicas de salto en caída de 20, 40 y 60 cm, saltos contra movimientos en el grupo 1 mantuvieron las piernas extendidas y en el grupo 2 mantuvieron e hicieron los saltos con rodillas flexionadas.	10 semanas	El estudio indicó aumento de la rigidez del tendón después del entrenamiento pliométrico cuando los sujetos realizaron ejercicios de salto con menor cantidad de flexión de rodilla. Sin embargo, la altura de salto aumentó en el grupo con rodilla extendida en comparación del grupo 2 con rodilla flexionada.
Houghton L, et al. (14) (2013)	19	-	Experimental	Esguinces de tobillo	Se dividieron en dos grupos el GC y el GE, en el cual se emplearon programas de 8 semanas 2 veces a la semana con ejercicios de tiempo medio de giro, sprint de 5 metros, alturas de salto de longitud y saltos verticales.	8 semanas	Se obtuvo una mejoría en los tiempos de carrera de lanzadera en jugadores de Cricket y el salto, aumentando el área de la sección transversal del tendón, sin embargo, se requieren más investigaciones para determinar si esto reduce la incidencia de lesiones.
Fouré A, et al. (15) (2011)	19	22.1 ± 3.7	Experimental	Sujetos sanos	Se dividieron en dos grupos GC y el GE: con 34 sesiones en un periodo de 14 semanas con periodos de una hora por sesión para culminar con un total de 6800 saltos al término de la intervención.	14 semanas	Al término de la intervención se observó una mayor sensibilidad en retracción del tendón en ejercicios pliométricos, aumentando su rigidez del tendón, sin embargo, se necesitan estudios más detallados para evaluar las posibles adaptaciones fisiológicas del tendón.
Fouré A, et al. (16) (2010)	19	22.1 ± 3.7	Experimental	Sujetos entrenados	Se dividieron en dos grupos GC y el GE: con 34 sesiones en un periodo de 14 semanas en periodos de una hora por sesión para culminar con un total de 6800 saltos al término de la intervención.	14 semanas	El entrenamiento pliométrico mejora la transición de la tensión muscular y el retroceso por almacenamiento de energía elástica disipada por las estructuras del tendón, por lo tanto, el ejercicio pliométrico a largo plazo mejora el rendimiento, pero también aumenta las lesiones musculares y tendinosas.

Autor	N	Edad	Tipo de estudio	Enfermedad	Intervención	Tiempo	Conclusiones
Wu Y, et al. (17) (2010)	21	22.3 ±1.6	Experimental	Sujetos sanos	Se dividieron en dos grupos el GC y el GE, teniendo entrenamiento de ejercicios pliométricos en un periodo de 8 semanas con 2 sesiones a la semana por una hora, haciendo técnicas de sprint de 5 metros, saltos verticales y longitudinales, teniendo 200 saltos por sesión.	8 semanas	Al finalizar la intervención se observó un aumento en la potencia en la musculatura de los gastrocnemios, la rigidez del tendón y utilización de energía elástica en el complejo, mejorando el rendimiento deportivo.
Nilsson-Helander K, et al. (18) (2010)	97	41	Experimental	Post operados de ruptura de tendón Aquileo con un año de evolución	Se dividieron en dos grupos el GC y el GE, teniendo un protocolo de entrenamiento de 8 semanas 3 sesiones por semana de una hora, haciendo ejercicios pliométricos con sprint de 5 metros, saltos en bases inestables y saltos explosivos.	8 semanas	Al término del estudio se reveló que no hay una evidencia significativa en el tratamiento con ejercicio físico, en comparación del tratamiento quirúrgico en la ruptura aguda del tendón Aquileo, sin embargo, se observó que hay una gran mejoría en la sintomatología por movilización temprana del segmento.
Yotsumoto T, et al. (19) (2010)	20	43	Experimental	Pacientes con lesión subcutáneo del tendón Aquileo	No se dividió en ningún grupo control solo hubo grupo experimental después de la operación inició con movilizaciones pasivas durante 2 semanas, a la semana 4 inició con el entrenamiento de marcha con apoyo total, e inició con sus actividades deportivas al término de 12 semanas con ejercicios explosivos y teniendo en cuenta un seguimiento de 3 años.	24 semanas	Este protocolo mostró que al iniciar el tratamiento fisioterapéutico al instante de salir del quirófano, puede disminuir las restricciones de movimiento sin mantener un reposo prolongado, generando un retorno más rápido a las actividades deportivas de los pacientes.

Autor	N	Edad	Tipo de estudio	Enfermedad	Intervención	Tiempo	Conclusiones
Ozkaya U, et al. (20) (2010)	25	41	Ensayo clínico	Sujetos que hayan tenido ruptura del tendón Aquileo con una intervención quirúrgica	Se generó un programa de rehabilitación iniciando con amplitud del rango articular de las primeras dos semanas, en donde se implementó ejercicios propioceptivos isométricos y excéntricos retomando actividades deportivas antes de los 3 meses.	8 semanas	Al término del estudio se proporcionó evidencia de que un protocolo de rehabilitación junto con una invasión mínima del tendón Aquileo puede mejorar significativamente los rangos articulares y disminuir sus complicaciones.
Olsson N, et al. (21) (2014)	100	39.8 6 ± 8.9	Experimental	Pacientes son ruptura parcial de tendón Aquileo	Se dividieron dos grupos, el grupo quirúrgico y el no quirúrgico, el quirúrgico se trató de forma convencional con fármacos y en el no quirúrgico se inmovilizó la extremidad afectada por 8 semanas, después se iniciaría con movilizaciones y descargas progresivas en el talón, aumentando cada semana el peso y generando saltos en bases inestables en un periodo de 12 meses.	52 semanas	Los resultados fueron favorables al intervenir de forma independiente con rehabilitación en 49 pacientes que se sometieron al tratamiento, sin embargo, no generó mejoras diferentes contra el tratamiento quirúrgico.
Fouré A, et al. (22) (2010)	19	18.8 ± 0.9	Experimental	Sujetos sanos	Se dividieron dos grupos el GC y un GE el cual consistió en protocolos ya establecidos con la literatura con saltos controlados en cuclillas, saltar a longitudes de 30cm, 40 y 80 cm y saltos alternados en circuitos aleatorizados.	14 semanas	El término de este estudio arrojó mejoras significativas en parámetros del tendón al utilizar ejercicios pliométricos a largo plazo, induciendo cambios en las propiedades mecánicas de las estructuras tendinosas, pero también aumentando el riesgo de lesiones musculares o tendinosas.

Autor	N	Edad	Tipo de estudio	Enfermedad	Intervención	Tiempo	Conclusiones
Bogdanis GC, et al.(23) (2017)	15	18.2 ± 25.8	Experimental	Sujetos sanos	Se incluyeron en 12 sesiones con una duración de 60 a 75 minutos calentamiento de 10 minutos trote y estiramientos, empezando desde la primera sesión con ejercicios pliométricos bilaterales en el (GE1) y unilaterales en el (GE2) con un RM del 60 % hasta llegar al 90%.	6 semanas	Se observó que hubo mejor ganancia de potencia en el salto y un mejor rendimiento en trabajos unilaterales en comparación con ejercicios pliométricos bilaterales.
Lantto I, et al. (24) (2016)	60	40	Ensayo clínico	Sujetos con lesión de ruptura parcial del tendón Aquileo	Se distribuyeron aleatoriamente los 60 participantes en grupos quirúrgico y no quirúrgico se inmovilizó el segmento por 6 semanas, iniciando la semana 1 con movimientos controlados sin peso, con cambio de órtesis y aumentando el rango articular cada semana, después de la semana 7 se empezó con ejercicios de carga supervisados en casa.	77 semanas	Al término del seguimiento de 18 meses por cirugía se obtiene una gran mejoría con el tratamiento de rehabilitación, mejorando su fuerza entre un 10% a un 18% al término del estudio y mejorando la calidad del tendón.
Rabusin CL, et al. (25) (2019)	92	-	Experimental	Pacientes con tendinopatía bilateral	Se dividieron dos grupos, el GC y el GE en el cual se incluyeron ejercicios excéntricos dos veces al día por 7 días teniendo el talón apoyado sobre una plataforma de 10 centímetros. Los participantes tuvieron una mochila que inició con 5 kilogramos y aumentó con 5kg más.	12 semanas	Al término del estudio se arrojaron mejoras significativas en el tratamiento de una tendinopatía y se mejoró significativamente la sintomatología.

GC: Grupo control; GE: Grupo experimental.

Bogdanis, GC et al. (23) observó que sujetos que realizaban ejercicios pliométricos hubo una mejoría en ejercicios unilaterales y bilaterales (3.4±8.4%, $p = 0.80$). Lantto, I. et al. (24) en sujetos con lesión parcial de tendón aquileo se obtuvo un aumento de fuerza del 10 al 18% y al término de 18 meses un aumento del tendón, los resultados fueron excelentes en un 28% de los pacientes



quirúrgicos, 38% fueron buenos y un 34% obtuvieron resultados regulares. Rabusin, CL et al. (25) en un periodo de 12 semanas aplicó ejercicios pliométricos en bases inestables con carga y sin carga utilizando la escala VISA-A questionnaire.

Benito VA. et al. (26) en su estudio experimental y Grande del Arco, J. et al. (27) con una revisión sistemática inicial con 576 artículos logrando demostrar los beneficios de los ejercicios pliométricos. De igual manera, Brumann, M. et al. (28) en su estudio de 2014 concluyó que emplear una rehabilitación acelerada no genera riesgo de una complicación siempre y cuando el médico tratante realice una evaluación previa. Finalmente, Deng, S. et al. (29) en su metanálisis comparó el tratamiento convencional con el tratamiento activo, obteniendo que en el grupo A (convencional) en el *test for overall effect* tuvo un resultado de 0.71 ($p= 0.47$) en comparación del grupo B, 0.29 ($p= 0.77$).

■ DISCUSIÓN

El propósito de este estudio de esta revisión fue obtener, analizar y comparar diversos artículos científicos que hablaran sobre las diferentes variables de la aplicación de los ejercicios pliométricos en pacientes que fueran sometidos a un tratamiento quirúrgico de una lesión del tendón Aquileo o calcáneo. Las cuales se estiman que generarían efectos positivos en este tipo de población.

Un estudio realizado por Popovic N, et al. (30) en el año 1999, ha manifestado tener ciertas diferencias en los resultados obtenidos, el autor mostró que la aplicación del protocolo conservador no quirúrgico aumenta la incidencia de lesiones siendo el método quirúrgico inmovilizador el que tiene mejores resultados funcionales. Sin embargo, diferentes estudios (19-24) han demostrado que la aplicación de ejercicios pliométricos en un estadio avanzado y la aplicación temprana de rehabilitación mejoran en gran medida la funcionalidad del segmento, aumentando su fuerza en un 10% a 18% después de los 18 meses de tratamiento.

También Benito VA. et al. (26) tuvo resultados similares y positivos en la aplicación de los ejercicios pliométricos disminuyendo la incidencia o recaída en la lesión en pacientes deportivos que tuvieran una rehabilitación temprana y especializada de la lesión. Sin embargo, Silbernagel KG, et al. (31) no concuerda en que la aplicación del ejercicio pliométrico sea lo adecuado para aplicar a este tipo de población, el sugiere implementar ejercicios de sobrecarga excéntrica con mayor resultado al disminuir la recaída en la lesión y mejorando el dolor crónico del tendón Aquileo.



Por otro lado, DiGiovanni, et al. (32) en un estudio realizado en el 2003 menciona que la aplicación de ejercicios de estiramientos sin carga mejora significativamente la sintomatología de una fascitis plantar relacionada a una lesión del tendón Aquileo. De igual manera, Porter, et al. (33) en su estudio menciona que la aplicación de estiramientos sostenidos e intermitentes mejora la sintomatología y la elasticidad del tendón, en comparación con dos de los estudios agregados a nuestra revisión sistemática que mencionan que con ejercicios dinámicos excéntricos y pliométricos con carga, se tiene una mejoría en la sintomatología y la funcionalidad (18,25).

■ CONCLUSIÓN

La aplicación de ejercicios pliométricos es una herramienta adicional y útil para tratar a los sujetos que fueron sometidos a una operación de ruptura de tendón aquileo; los cuales, deben ser aplicados en estadios finales de la rehabilitación. Además, se pudo demostrar que los ejercicios pliométricos mejoran la rigidez del tejido, aumentan la funcionalidad y disminuyen el dolor crónico prolongado en pacientes postquirúrgicos de ruptura del tendón aquileo. Nos obstante, es importante resaltar que los artículos experimentales sobre los beneficios de los ejercicios pliométricos en este tipo de población aún son escasos y se recomienda seguir investigando sobre esta tema.

■ REFERENCIAS

1. Kvist M, Józsa L, Järvinen M. Vascular changes in the ruptured Achilles tendon and paratendon. *Inter Orthop.* 1992; 16(4): 377-82.
2. Huttunen TT, Kannus P, Rolf C, Felländer-Tsai L, Mattila VM. Roturas agudas del tendón de Aquiles: incidencia de lesiones y cirugías en Suecia entre 2001 y 2012. *Am J Sports Med.* 2014; 42: 2419-2423. DOI: 10.1177 / 0363546514540599.
3. Van de Hoef PA, Brauers JJ, Van Smeden M, Backx FJG, Brink MS. The Effects of Lower-Extremity Plyometric Training on Soccer-Specific Outcomes in Adult Male Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Sports Physiol Perform.* 2019; 4: 1-15. DOI: 10.1123/ijsp.2019-0565. Epub ahead of print. PMID: 31810063.
4. Mattila VM, Huttunen TT, Haapasalo H, Sillanpää P, Malmivaara A, Pihlajamäki H. Declining incidence of surgery for Achilles tendon rupture follows publication of major RCTs: evidence-influenced change evident using the Finnish registry study. *Br J Sports Med.* 2015; 49: 1084-1086. DOI: 10.1136/bjsports-2013-092756.



5. Ochen Y, Beks RB, Van Heijl M, Hietbrink F, Leenen LPH, Van der Velde D, et al. Operative treatment versus nonoperative treatment of Achilles tendon ruptures: systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2019; 7, 364: k5120. DOI: 10.1136/bmj.k5120. PMID: 30617123. PMCID: PMC6322065.
6. González-Murillo M, Rodrigo-Alonso Á, Figueiredo-González H, Salgado-Rodríguez Á, Mota-Blanco S. Tratamiento conservador de rotura crónica del tendón de Aquiles: a propósito de un caso. *Revista Colombiana De Ortopedia Y Traumatología*, 29(3), 117-120. DOI: 10.1016/j.rccot.2016.02.002.
7. Bedoya AA, Miltenberger MR, Lopez RM. Plyometric Training Effects on Athletic Performance in Youth Soccer Athletes: A Systematic Review. *J Strength Cond Res*. 2015;29(8):2351-60. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000877. PMID: 25756326.
8. Asociación Médica Mundial. [online] Disponible en: <https://www.wma.net/es/polices-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/> [Acceso 28 December. 2020].
9. Urrútia G, Bonfill, X. Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina Clínica*. 2010; 135(11): 507-511. DOI:10.1016/j.medcli.2010.01.015.
10. Santos C, Pimenta C, Nobre M. The PICO strategy for the research question construction and evidence search. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*. 2007; 15(3): 508-511. DOI: 10.1590/s0104-11692007000300023.
11. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley A, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther*. 2003; 83(8): 713-21.
12. Verhagen AP, De Vet HCW, De Bie RA, Kessels AG, Boers M, Knipschild PG. Balneotherapy and quality assessment: interobserver reliability of the Maastricht criteria list for blinded quality assessment. *Journal of Clinical Epidemiology*. 1998; 51: 335-341.
13. Laurent C, Baudry S, Duchateau J. Comparison of Plyometric Training With Two Different Jumping Techniques on Achilles Tendon Properties and Jump Performances. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2020; 34(6): 1503-1510. DOI:10.1519/jsc.0000000000003604.
14. Houghton LA, Dawson BT, Rubenson J. Effects of Plyometric Training on Achilles Tendon Properties and Shuttle Running During a Simulated Cricket Batting Innings. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2013; 27(4): 1036-1046. DOI: 10.1519/jsc.0b013e3182651e7a.
15. Fouré A, Nordez A, Cornu C. Effects of plyometric training on passive stiffness of gastrocnemii muscles and Achilles tendon. *European Journal of Applied Physiology*. 2011; 112(8): 2849-2857. DOI: 10.1007/s00421-011-2256-x.



16. Fouré A, Nordez A, Cornu C. Plyometric training effects on Achilles tendon stiffness and dissipative properties. *Journal of Applied Physiology*. 2010; 109(3): 849-854. DOI: 10.1152/jappphysiol.01150.2009.
17. Wu YK, Lien YH, Lin KH, Shih TTF, Wang TG, Wang HK. Relationships between three potentiation effects of plyometric training and performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2010; 20(1): e80-e86. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2009.00908.x.
18. Nilsson K, Grävare K, Thomeé R, Faxén E, Olsson N, Eriksson BI, et al. Rotura aguda del tendón de Aquiles. *The American Journal of Sports Medicine*. 2010; 38 (11): 2186-2193. DOI: 10.1177 / 0363546510376052.
19. Yotsumoto T, Miyamoto W, Uchio Y. Enfoque novedoso para la reparación de la rotura aguda del tendón de Aquiles. *The American Journal of Sports Medicine*. 2010; 38 (2): 287-292. DOI: 10.1177 / 0363546509351557.
20. Ozkaya U, Parmaksizoglu AS, Kabukcuoglu Y, Sokucu S, Basilgan S. Reparación abierta del tendón de Aquiles mínimamente invasiva con rehabilitación temprana: Resultados funcionales de 25 pacientes consecutivos. *Lesión*. 2009; 40 (6): 669-672. DOI: 10.1016 / j.injury.2008.10.033.
21. Olsson N, Silbernagel KG, Eriksson BI, Sansone M, Brorsson A, Nilsson-Helander K, Karlsson J. Reparación quirúrgica estable con rehabilitación acelerada versus tratamiento no quirúrgico para las roturas agudas del tendón de Aquiles. *The American Journal of Sports Medicine*. 2013; 41 (12): 2867-2876. DOI: 10.1177 / 0363546513503282.
22. Fouré A, Nordez A, Cornu C. Efectos del entrenamiento pliométrico sobre la rigidez del tendón de Aquiles y las propiedades disipativas. *Revista de fisiología aplicada*. 2010; 109 (3): 849-854. DOI: 10.1152 / jappphysiol.01150.2009.
23. Bogdanis GC, Tsoukos A, Kaloheri O, Terzis G, Veligeas P, Brown LE. Comparación entre el entrenamiento pliométrico unilateral y bilateral sobre el rendimiento y la fuerza en el salto con una y dos piernas. *Revista de investigación de fuerza y acondicionamiento*, 1. 2017. DOI: 10.1519 / jsc.0000000000001962.
24. Lantto I, Heikkinen J, Flinkkila T, Ohtonen P, Siira P, Laine V, Lepilahti J. Un ensayo prospectivo aleatorizado que compara los tratamientos quirúrgicos y no quirúrgicos de las roturas agudas del tendón de Aquiles. *The American Journal of Sports Medicine*. 2016; 44 (9): 2406-2414. DOI: 10.1177 / 0363546516651060.
25. Rabusin CL, Menz HB, McClelland JA, Evans AM, Landorf KB, Malliaras P, et al. Eficacia de la elevación del talón versus ejercicio excéntrico de los músculos de la pantorrilla para la tendinopatía de Aquiles de la porción media (el ensayo HEALTHY): protocolo de estudio para un ensayo aleatorizado. *Revista de investigación del pie y el tobillo*. 2019; 12 (1): DOI: 10.1186 / s13047-019-0325-2.



26. Benito VA, Da Cuña CI. Rehabilitación después de la cirugía del tendón de Aquiles: una revisión de la literatura. *Rev Mex Med Fis Rehab.* 2018; 30(1-2): 15-25.
27. Grande del Arco J, Jiménez Cristino MaD, García de La Peña R. Rotura en tendón de Aquiles: manejo postquirúrgico para acelerar el regreso a la actividad deportiva, en *Revista internacional de ciencias podológicas.* 2018; 13 (1): 17-32.
28. Brumann M, Baumbach SF, Mutschler W, Polzer H. Rehabilitación acelerada después de la reparación del tendón de Aquiles después de una rotura aguda: desarrollo de un protocolo de tratamiento basado en la evidencia. 2014; 45 (11): 1782-1790. DOI: 10.1016 / j.injury.2014.06.022.
29. Deng S, Sun Z, Zhang C, Chen G, Li J. Tratamiento quirúrgico versus tratamiento conservador para la rotura aguda del tendón de Aquiles: una revisión sistemática y un metanálisis de ensayos controlados aleatorios. *The Journal of Foot and Ankle Surgery.* 2017; 56 (6): 1236-1243. DOI: 10.1053 / j.jfas.2017.05.036.
30. Popovic N, Lemaire R. Diagnosis and treatment of acute ruptures of the Achilles tendon. *Current concepts review. Acta Orthop Belg.* 1999; 65(4): 458-71. PMID: 10675941.
31. Silbernagel KG, Thomeé R, Thomeé P, Karlsson J. Eccentric overload training for patients with chronic Achilles tendon pain--a randomised controlled study with reliability testing of the evaluation methods. *Scand J Med Sci Sports.* 2001; 11(4): 197-206. DOI: 10.1034/j.1600-0838.2001.110402.x. PMID: 11476424.
32. DiGiovanni BF, Nawoczenski DA, Lintal ME, Moore E A, Murray JC, Wilding GE, Baumhauer JF. Tissue-specific plantar fascia-stretching exercise enhances outcomes in patients with chronic heel pain. A prospective, randomized study. *The Journal of bone and joint surgery. American volume,* 2003; 85(7), 1270-1277. DOI: /10.2106/00004623-200307000-00013.
33. Porter D, Barrill E, Oneacre K, May BD. The effects of duration and frequency of Achilles tendon stretching on dorsiflexion and outcome in painful heel syndrome: a randomized, blinded, control study. *Foot & ankle international,* 2002; 23(7), 619-624. DOI:/10.1177/107110070202300706.