

# CIRUGÍA y CIRUJANOS

Órgano de difusión científica de la Academia Mexicana de Cirugía  
Fundada en 1933

www.amc.org.mx www.elsevier.es/circir



## INFORMACIÓN GENERAL

# Fortalecimiento excéntrico en tendinopatías del manguito de los rotadores asociadas a pinzamiento subacromial. Evidencia actual



Salvador Israel Macías-Hernández<sup>a,\*</sup> y Luis Enrique Pérez-Ramírez<sup>b</sup>

<sup>a</sup> División de Rehabilitación Ortopédica, Instituto Nacional de Rehabilitación, México Distrito Federal, México

<sup>b</sup> Servicio de Rehabilitación, Antiguo Hospital Civil de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México

Recibido el 7 de abril del 2014; aceptado el 5 de septiembre del 2014

### PALABRAS CLAVE

Tendinopatía;  
Manguito de los rotadores;  
Entrenamiento de resistencia

### Resumen

**Antecedentes:** Las lesiones del manguito rotador son la principal causa de dolor y discapacidad funcional del hombro. El tratamiento conservador es parte fundamental de su manejo. Existen publicaciones recientes sobre la utilidad del fortalecimiento excéntrico en este tipo de lesiones asociadas a pinzamiento subacromial.

El presente reporte tiene como objetivo mostrar un panorama general sobre la utilidad de los ejercicios excéntricos en las tendinopatías y la evidencia actual de su beneficio en las lesiones del manguito rotador.

Se analizan 4 estudios publicados sobre fortalecimiento excéntrico en lesiones del manguito rotador. Existe evidencia teórica sobre su utilidad en la patología, aunque solo un ensayo clínico controlado ha sido publicado con datos sobre mejoría en la fuerza pero no en el dolor o la funcionalidad del hombro.

**Conclusiones:** Es necesario realizar más estudios con mejores diseños metodológicos para tener mayor evidencia de su utilidad y poder generar algún grado de recomendación.

Todos los derechos reservados © 2015 Academia Mexicana de Cirugía A.C. Publicado por Masson Doyma México S.A. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

\*Autor para correspondencia. Instituto Nacional de Rehabilitación, Calz México Xochimilco N.º 289, Col. Arenal de Guadalupe. CP 14389 Tlalpan, México DF, México. Teléfono: (01-55) 59991000; ext. 13157.

Correo electrónico: drisraelmacias@gmail.com (S.I. Macías Hernández).

**KEYWORDS:**

Tendinopathy;  
Rotator cuff;  
Resistance training

## Eccentric strength training for the rotator cuff tendinopathies with subacromial impingement. Current evidence

**Abstract**

**Background:** Rotator cuff tears are the leading cause of pain and functional disability of the shoulder. Conservative treatment is an essential part of their management. Despite the limited evidence, rehabilitation is the mainstay of the treatment for rotator cuff tears associated to impingement syndrome. There are current reports on the utility of strengthening with resistance, particularly by eccentric exercise.

This report *aims* to present an overview of the efficacy of eccentric exercises in tendinopathies and current evidence of its benefit in rotator cuff tears.

Four studies published on eccentric strengthening for rotator cuff tears were analysed. There is theoretical evidence about its usefulness in this pathology, but only a controlled clinical trial has been published with data on improvement in strength but not in pain or functionality.

**Conclusions:** More studies are needed with better methodological designs in order to generate evidence of their utility and recommendation.

All Rights Reserved © 2015 Academia Mexicana de Cirugía A.C. This is an open access item distributed under the Creative Commons CC License BY-NC-ND 4.0.

## Antecedentes

El manguito rotador es el término anatómico dado al complejo tendinoso formado por los músculos supraespinoso, infraespinoso, subescapular y redondo menor; es un elemento integral en el movimiento y la estabilidad del hombro. Su afectación representa una de las principales causas de dolor y disfunción articular<sup>1</sup>; aproximadamente el 4% de las personas entre 40-60 años tiene un desgarro parcial o completo y hasta el 54% de los adultos mayores de 60 años lo presenta<sup>2</sup>. Su etiología es multifactorial; los factores relacionados con el desarrollo del desgarro se clasifican en intrínsecos (hipovascularidad, alteraciones metabólicas relacionadas al envejecimiento), extrínsecos (pinzamiento subacromial) y traumáticos (agudos o microtraumatismo repetitivo)<sup>3</sup>.

Los síntomas pueden clasificarse en 2 grupos, los causados por bursitis subacromial y tendinitis (dolor, inflamación, limitación de la movilidad) y los provocados por el desgarro del tendón (crepitación, debilidad y atrofia); generalmente, ambos tipos coexisten de manera simultánea<sup>4</sup>.

## Pinzamiento subacromial

El concepto de síndrome de pinzamiento subacromial fue introducido en 1972 por Neer para describir un conjunto de patologías que producían dolor al realizar la elevación del hombro y cuyas causas incluían bursitis, tendinitis, calcificaciones y desgarros del manguito rotador<sup>5</sup>; posteriormente, se definió como la irritación mecánica del manguito rotador y la bursa al ser pinzadas en el espacio subacromial y que clínicamente se caracterizan por la abducción dolorosa del hombro, la disminución de la movilidad activa y la pérdida progresiva de la fuerza y la función muscular<sup>6,7</sup>; dichos síntomas pueden estar o no asociados a desgarros del complejo tendinoso<sup>8</sup>.

## Tratamiento de las lesiones de manguito rotador y del pinzamiento subacromial

El tratamiento de los desgarros del manguito rotador incluye estrategias quirúrgicas y no quirúrgicas; entre ellas están el uso de analgésicos y antiinflamatorios, rehabilitación, infiltraciones con anestésicos locales, esteroides o hialuronatos de alto peso molecular, desbridamiento del desgarro o reparación abierta o artroscópica<sup>9</sup>.

En una revisión publicada por la biblioteca Cochrane sobre manejo de las lesiones del manguito rotador, se concluyó que existía poca evidencia para apoyar o refutar la eficacia de algún tratamiento sobre otro<sup>10</sup>, aunque en general se recomienda comenzar con el manejo conservador menos invasivo por un periodo de 6 a 12 semanas, evaluar la respuesta y, en su caso, considerar el tratamiento quirúrgico<sup>2,11</sup>.

A pesar de la evidencia limitada, la rehabilitación es el pilar en el manejo conservador de los desgarros del manguito rotador con o sin pinzamiento subacromial<sup>9</sup>.

El objetivo de la rehabilitación es reducir el dolor y el proceso inflamatorio, favorecer la cicatrización, mantener y aumentar los arcos de movilidad, restablecer el balance glenohumeral y escapulotorácico; esto se logra implementando programas de ejercicio terapéutico que incluyen distintos tipos de fortalecimiento muscular<sup>3</sup>.

## Ejercicio por contracción excéntrica

El fortalecimiento excéntrico consiste en la realización de contracción alargando el músculo o en términos de movimiento, la resistencia generada al alejamiento de las inserciones musculares. Este tipo de contracción es usada durante el frenado del movimiento articular<sup>12</sup>. La contracción excéntrica es entrenable y presenta las siguientes ventajas teóricas: reclutamiento preferencial de las fibras IIB, lo que estimula fibras de reacción rápida e hipotética-

mente es eficaz en la prevención de lesiones miotendinosas, incrementa la rigidez activa muscular, permite generar tensiones del 30 al 50% mayores que la fuerza isométrica máxima, disminuye la sensibilidad de los órganos tendinosos de Golgi, aumenta la densidad de colágena en el tendón, consume poca energía metabólica y nerviosa, y tiene poco efecto sobre el volumen muscular. El ejercicio excéntrico expone al tendón a una mayor carga que el concéntrico y, aparentemente, genera un efecto reparador posterior a la producción de microdesgarros musculares<sup>13</sup>. Pueden presentarse como inconvenientes del entrenamiento excéntrico la alta tasa de fatiga muscular y el riesgo de lesiones en caso del entrenamiento con técnicas inadecuadas<sup>14</sup>.

### Efectos de la contracción excéntrica sobre los tendones

Alfredson<sup>15</sup> encontró que durante cada secuencia de ejercicio excéntrico, se producía una interrupción temporal del flujo sanguíneo en los neovasos del tendón; esto fue demostrado mediante ultrasonografía Doppler, observando la vascularidad de los tendones tras 12 semanas de entrenamiento excéntrico<sup>16</sup>. En algunos estudios se reporta incluso una reducción del 45% en el flujo anormal de sangre capilar paratendinosa, con efectos sobre el dolor, en pacientes con tendinopatía aquilea<sup>17</sup>.

El patrón de carga y descarga repetitiva proporcionado por el ejercicio excéntrico provee un estímulo mecánico constante, que induciría la remodelación del tendón, similar a la carga proporcionada al hueso durante la estimulación mecánica con altas frecuencias<sup>18</sup>.

Langberg et al.<sup>19</sup> reportaron que existe un aumento de la síntesis de colágeno en tendones dañados como resultado de un programa de entrenamiento excéntrico durante 12 semanas y un incremento en la concentración de colágeno peritendinosa tipo I, que se correlacionó clínicamente con disminución de los niveles de dolor; dicho hallazgo no se encontró en tendones sanos.



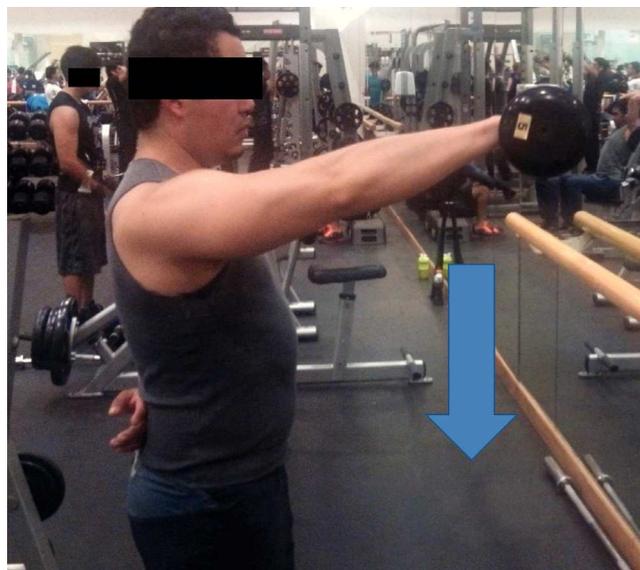
**Figura 1** Ejercicio por contracción excéntrica para deltoides medio con uso de mancuernas; el movimiento concéntrico implica abducción de hombro; una vez abducido, se inicia la contracción excéntrica lenta acercando el brazo al tronco.

El ejercicio excéntrico realizado de forma regular teóricamente disminuye el dolor debido a la desensibilización continua de las vías de transmisión periféricas, a la adaptación central por grupos musculares agonistas y antagonistas, y al incremento en la resistencia tendinosa, lo que reduce la posibilidad del proceso inflamatorio<sup>20</sup>.

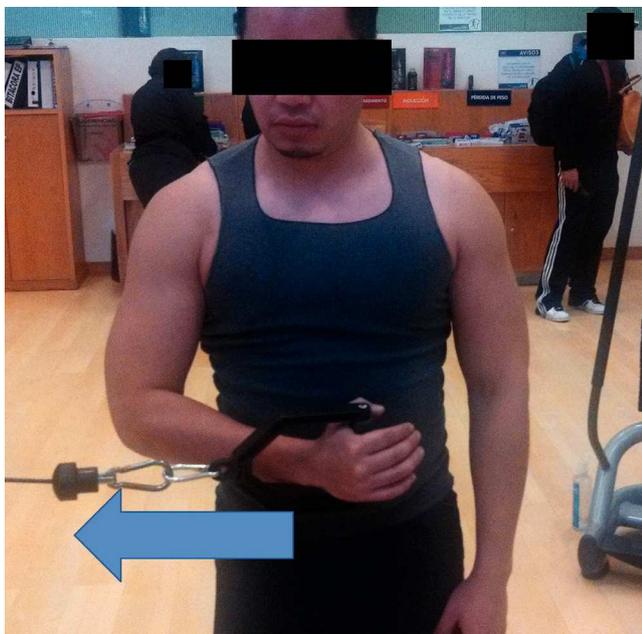
El tratamiento con entrenamiento muscular excéntrico es definido por algunos autores como doloroso, e incluso se utiliza el término «*painful eccentric muscle training*» o entrenamiento muscular excéntrico doloroso; dicho programa ha dado resultados clínicos positivos en pacientes con tendinopatía aquilea crónica, en los cuales se han encontrado cambios histológicos compatibles con modificaciones estructurales favorables del tendón<sup>21,22</sup>, aunque existen reportes recientes con resultados contrarios, que muestran limitada efectividad del tratamiento<sup>23,24</sup>, por lo que su utilidad aún es controversial. Algunos ejemplos de ejercicios por contracción excéntrica para deltoides, supraespinoso y músculos rotadores se muestran en las figuras 1-4.

### Fortalecimiento excéntrico en lesiones de manguito rotador y pinzamiento subacromial

Con el objetivo de evaluar la evidencia existente sobre el beneficio del fortalecimiento excéntrico en tendinopatías del manguito rotador, se realizó una búsqueda en la base de datos electrónica de Pubmed en la que se incluyeron los términos «*tendon*», «*tendinopathy*», «*tendinitis*», «*eccentric*», «*rotator cuff*» y «*resistance training*», combinando uno de los 3 primeros con cada uno de los 3 restantes. Se encontró un total de 43 artículos. Al realizar una depuración por tipo de estudio (estudios clínicos), únicamente se encontraron 4 estudios que incluían el tratamiento de lesiones de manguito rotador con ejercicios excéntricos. La mayoría de los artículos encontrados reportan resultados de lesiones de manguito rotador asociadas a pinzamiento subacromial. Debido a la escasez de publi-



**Figura 2** Ejercicio excéntrico para deltoides anterior. La flecha señala la dirección de la contracción.



**Figura 3** Ejercicio excéntrico para rotadores externos con uso de polea en plano neutro.



**Figura 4** Ejercicio excéntrico para rotadores internos con uso de polea en plano neutro.

caciones, se decidió incluir el análisis de los 4 artículos en este reporte. Las características generales de los estudios se muestran en la tabla 1.

Jonsson et al.<sup>25</sup> expusieron los resultados obtenidos de un estudio piloto en el que se incluyó a 9 pacientes (5 mujeres y 4 hombres, con promedio de edad de 54 años), que presentaban dolor crónico de hombro, diagnosticados con pinzamiento subacromial y lesión de manguito rotador, en protocolo de estudio para tratamiento quirúrgico. Se les sometió a un programa de entrenamiento excéntrico para los músculos supraespinoso y deltoides (3 sets de 15 repeticiones, 2 veces al día, 7 días de la semana por 12 semanas), el cual fue supervisado. Se realizaron evaluaciones del dolor mediante una escala visual analógica (EVA), del nivel de satisfacción (mediante una escala de Likert) y de la funcionalidad (escala de Constant); 5 de ellos se encontraban satisfechos con el tratamiento, con disminución significativa del dolor de 62 a 18 mm ( $p < 0.05$ ) y con aumento en la puntuación en la escala de Constant de 65 a 80 ( $p < 0.05$ ). A las 52 semanas de seguimiento, los mismos 5 pacientes continuaban satisfechos (saliendo de la lista de espera quirúrgica), continuaron con la EVA de 31 mm y una puntuación de Constant de 81. De estos pacientes, 2 tenían rotura parcial del tendón supraespinoso y 3 tendinitis y pinzamiento. Los autores concluyen que, a pesar de que se trata de un estudio preliminar, se observó un efecto benéfico a largo plazo, en relación con el dolor y la funcionalidad, con el programa de entrenamiento muscular excéntrico doloroso para supraespinoso y deltoides; los mismos indican continuar con estudios controlados para reproducir los resultados obtenidos<sup>25</sup>.

Bernhardsson et al.<sup>26</sup> publicaron un trabajo que tuvo como objetivo evaluar el efecto del entrenamiento excéntrico sobre la intensidad del dolor y la funcionalidad del hombro, en pacientes con pinzamiento subacromial; es un estudio autocontrolado tipo antes y después, con un programa de en-

treinamiento en casa de ejercicios supervisados y apoyados por visitas a una clínica de fisioterapia. Se incluyó a 10 pacientes con media de edad de  $54 \pm 8.6$  años, con duración promedio de dolor de  $12 \pm 9.1$  meses; realizaron el programa de fortalecimiento durante 12 semanas, midiéndose de forma inicial la intensidad del dolor por medio de la EVA y la función utilizando la Patient-Specific Functional Scale, la escala de Constant y la calidad de vida mediante el Western Ontario Rotator Cuff Index. Los autores reportan que la intensidad del dolor disminuyó de forma significativa en 8 de los 10 sujetos y todos los pacientes tuvieron una mejoría en la función del hombro. La media de la puntuación de Constant se incrementó significativamente de 44 a 69 puntos ( $p = 0.008$ ) y la media del Western Ontario Rotator Cuff Index aumentó del 51 al 71% ( $p = 0.021$ ). Los autores concluyen que un programa de entrenamiento con fortalecimiento por ejercicios excéntricos para los músculos del manguito rotador y la cintura escapular, cuando se cumple con un patrón correcto de movimiento, puede ser efectivo en la disminución del dolor e incrementar la funcionalidad en pacientes con tendinitis y pinzamiento subacromial<sup>26</sup>.

Camargo et al.<sup>27</sup> reportaron una serie de casos que tuvo como objetivo evaluar los beneficios del entrenamiento excéntrico para los abductores de hombro en relación con el dolor, el estado físico-funcional y el desempeño isocinético durante la abducción excéntrica en sujetos con síndrome de pinzamiento subacromial. Se incluyó a 20 pacientes, con duración promedio de dolor de  $2.8 \pm 2.9$  años. Se realizaron 5 evaluaciones, una basal (0) y 4 posteriores. Para la evaluación de la funcionalidad se utilizó el cuestionario DASH, validado previamente en pacientes con pinzamiento subacromial. Se evaluaron de forma inicial ambos hombros, utilizando un dinamómetro isocinético, registrando el torque máximo de 5 repeticiones. El protocolo de ejercicio se realizó 2 veces por semana en días alternos, en la misma

**Tabla 1** Características de los estudios reportados sobre ejercicios excéntricos en lesiones del manguito rotador

Artículo	Año	Objetivo	Tipo de estudio	Participantes	Detalle y periodo de la intervención	Medidas de desenlace	Resultados	Conclusión
Jonsson et al. <sup>25</sup>	2006	Evaluar los efectos de un programa de entrenamiento excéntrico para el deltoides y supraespinoso en pacientes con dolor crónico de hombro	Piloto	9 pacientes (5 hombres y 4 mujeres). Edad promedio 54 años, tiempo de duración del dolor promedio 41 meses, con desgarro del manguito rotador y pinzamiento subacromial	Ejercicio contracción excéntrica 3 series de 10 repeticiones 2 veces al día, 7 días a la semana por 12 semanas	Escala de Constant y EVA	5 pacientes presentaron resultados positivos, con una disminución en la EVA de 80 a 18 mm y un aumento de la puntuación en la escala de Constant de 50 a 67 puntos	Se observó un efecto benéfico a largo plazo en relación con el dolor y la funcionalidad en un grupo pequeño de pacientes
Bernhardsson et al. <sup>26</sup>	2011	Evaluar el efecto del entrenamiento excéntrico sobre el dolor y la funcionalidad	Estudio autocontrolado	10 pacientes, promedio de edad de 54 años y tiempo de duración del dolor de 12 meses. Con desgarros parciales del manguito rotador y pinzamiento subacromial	Programa de ejercicio en casa, con ejercicios de contracción excéntrica para supraespinoso e infraespinoso, 3 series de 15 repeticiones 2 veces al día diariamente, por 12 semanas	Escalas funcionales de hombro, de calidad de vida y EVA	Disminución significativa del dolor en 8 de los 10 sujetos y mejoría en la función en todos	Un programa de entrenamiento excéntrico puede ser efectivo en la disminución del dolor, incrementando la funcionalidad en pacientes con tendinitis y pinzamiento subacromial
Camargo et al. <sup>27</sup>	2012	Evaluar la utilidad del entrenamiento excéntrico para los abductores de hombro en relación con el dolor, el estado físico-funcional y el desempeño isocinético en sujetos con pinzamiento subacromial	Serie de casos	20 pacientes, 7 mujeres y 13 hombres, con pinzamiento subacromial, con promedio de edad de 34 años, duración promedio del dolor de 2.8 años. Con tendinitis o tendinosis del manguito rotador y pinzamiento subacromial	Entrenamiento excéntrico 5 repeticiones para abductores de hombro con máximo esfuerzo mediante un equipo isocinético a 60 y 180° de velocidad, 2 días por semana, por 6 semanas	Escala funcional de DASH	Diferencias funcionales en las evaluaciones finales respecto a la puntuación en la escala de DASH	El entrenamiento isocinético con ejercicio excéntrico para abductores de hombro mejora la función física en pacientes con síndrome de pinzamiento subacromial
Maenhout et al. <sup>28</sup>	2013	Evaluar la utilidad de añadir entrenamiento excéntrico al manejo convencional	Ensayo clínico controlado	61 pacientes divididos en 2 grupos aleatoriamente, promedio de edad de 39 y 40 años. Con tendinitis o tendinosis del manguito rotador y pinzamiento subacromial	Programa de terapia física, el grupo experimental con entrenamiento excéntrico por 12 semanas	Escala funcional de SPADI	La puntuación de la escala SPADI disminuyó significativamente en ambos grupos. El grupo experimental mostró una ganancia del 15% en la fuerza de abducción respecto al control	El grupo experimental mejoró significativamente la fuerza muscular pero sin diferencias en la escala funcional

posición que la evaluación en un rango de entrenamiento de 60° (20°-80°), para cada día de entrenamiento se realizaron 3 sets de 10 repeticiones con un periodo de descanso de 3 min entre cada set. Como resultados, los autores reportaron diferencias estadísticamente significativas en relación con el efecto medido por la escala DASH. No se encontraron diferencias ( $p = 0.25$ ) entre las evaluaciones 1 y 2. Sin embargo, la evaluación 4 mostró valores menores comparados con la evaluación 1 ( $p < 0.01$ ), 2 ( $p = 0.02$ ) y 3 ( $p = 0.02$ ); de la misma forma, el pico de torque, el trabajo total y la aceleración mejoraron significativamente después de la intervención ( $p < 0.05$ ). Este estudio indica que el entrenamiento isocinético con ejercicio excéntrico para abductores de hombro mejora la función física de la extremidad superior en pacientes con síndrome de pinzamiento subacromial<sup>27</sup>.

Maenhout et al.<sup>28</sup> publicaron hasta ahora el único ensayo clínico aleatorizado controlado, en el que incluyeron a 61 pacientes con diagnóstico de pinzamiento subacromial y, de forma aleatoria, se dividieron en 2 grupos: uno control, con tratamiento conservador para pinzamiento subacromial ( $n = 30$ , media de edad de  $39.4 \pm 13.1$  años), y un grupo experimental, que incluía tratamiento convencional y entrenamiento excéntrico ( $n = 31$ , media de edad de  $40.2 \pm 12.9$  años). Se midió la fuerza isométrica en rangos de abducción de 0°, 45° y 90° y para las rotaciones. Para medir el dolor y la función del hombro, se utilizó el cuestionario SPADI. De la misma forma, se les preguntó de forma subjetiva la percepción de mejoría. Ambos grupos se sometieron a fisioterapia por 12 semanas, con supervisión continua. En casa, el grupo control realizó ejercicios de fortalecimiento del manguito rotador una vez por día. El grupo de experimental realizó los mismos ejercicios una vez por día y ejercicio excéntrico con carga 2 veces por día. Al final del tratamiento, la fuerza tuvo un incremento significativo en todas las direcciones en ambos grupos y la puntuación de la escala SPADI disminuyó significativamente. El grupo experimental mostró una ganancia del 15% en la fuerza de abducción escapular respecto al control, aunque no hubo diferencias en la percepción de mejoría. Los autores concluyen que agregar entrenamiento excéntrico con carga resultó en ganancia de la fuerza, pero no se mostró superior para disminuir el dolor y mejorar la función del hombro<sup>28</sup>.

## Conclusiones

Los estudios publicados muestran resultados positivos a favor del uso de este tipo de ejercicios en tendinopatías del manguito rotador; sin embargo, solo un ensayo clínico controlado muestra mejoría objetiva en la fuerza pero no del dolor o la funcionalidad.

Es necesario considerar que todos los estudios incluyen a pacientes con diagnóstico de lesión del manguito rotador asociado a pinzamiento subacromial, por lo que sería importante incluir a sujetos sin pinzamiento y determinar si este grupo también se beneficia del tratamiento.

Es preciso realizar una mayor cantidad de estudios, con mejores diseños y un mayor número de pacientes para obtener una mejor evidencia y poder generar algún grado de recomendación sobre su uso, el cual no puede establecerse con los datos disponibles.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

- Seida JC, LeBlanc C, Schouten JR, Mousavi SS, Hartling L, Vandermeer B, et al. Systematic review: Nonoperative and operative treatments for rotator cuff tears. *Ann Intern Med*. 2010;153(4):246-255.
- Bartolozzi A, Andreychik D, Ahmad S. Determinants of outcome in the treatment of rotator cuff disease. *Clin Orthop Relat Res*. 1994;308:90-97.
- Nakajima TRN, Rokuuma N, Hamada K, Tomatsu T, Fukuda H. Histologic and biomechanical characteristics of the supraspinatus tendon: Reference to rotator cuff tearing. *J Shoulder Elbow Surg*. 1994;3(2):79-87.
- Fukuda H. Shoulder impingement and rotator cuff disease. *Current Orthop*. 1990;4(4):225-232.
- Neerii CS 2nd. Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder a preliminary report. *J Bone Joint Surg Am*. 1972;54(1):41-50.
- Koester MC, George MS, Kuhn JE. Shoulder impingement syndrome. *Am J Med*. 2005;118(5):452-455.
- Michener LA, McClure PW, Karduna AR. Anatomical and biomechanical mechanisms of subacromial impingement syndrome. *Clin Biomech*. 2003;18(5):369-379.
- Harrison AK, Flatow EL. Subacromial impingement syndrome. *J Am Acad Orthop Surg*. 2011;19(11):701-708.
- Clement ND, Nie YX, McBirnie JM. Management of degenerative rotator cuff tears: A review and treatment strategy. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol*. 2012;4(1):48.
- Ejnisman B, Andreoli CV, Soares BG, Peccin MS, Abdalla RJ, Fallopa F, et al. Interventions for tears of the rotator cuff in adults. *The Cochrane database of systematic reviews*. 2004(1). DOI: 10.1002/14651858.CD002758.pub2
- Itoi E, Tabata S. Conservative treatment of rotator cuff tears. *Clin Orthop Relat Res*. 1992;275:165-173.
- Padulo J, Laffaye G, Chamari K. Concentric and eccentric: Muscle contraction or exercise? *J Ultrasound Med*. 2013;32(11):2047-2048.
- Stanish WD, Rubinovich RM, Curwin S. Eccentric exercise in chronic tendinitis. *Clin Orthop Relat Res*. 1986;208:65-68.
- Rees JD, Wolman RL, Wilson A. Eccentric exercises; why do they work, what are the problems and how can we improve them? *Br J Sports Med*. 2009;43(4):242-246.
- Alfredson H. Eccentric calf muscle training –The story. *Sportverletz Sportschaden*. 2010;24(4):188-189.
- Öhberg L, Alfredson H. Effects on neovascularisation behind the good results with eccentric training in chronic mid-portion Achilles tendinosis? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2004;12(5):465-470.
- Knobloch K, Kraemer R, Jagodzinski M, Zeichen J, Meller R, Vogt PM. Eccentric training decreases paratendon capillary blood flow and preserves paratendon oxygen saturation in chronic achilles tendinopathy. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2007;37(5):269-276.
- Rees JD, Lichtwark GA, Wolman RL, Wilson AM. The mechanism for efficacy of eccentric loading in Achilles tendon injury; an in vivo study in humans. *Rheumatology*. 2008;47(10):1493-1497.
- Langberg H, Ellingsgaard H, Madsen T, Jansson J, Magnusson SP, Aagaard P, et al. Eccentric rehabilitation exercise increases peritendinous type I collagen synthesis in humans with Achilles tendinosis. *Scand J Med Sci Sports*. 2007;17(1):61-66.

20. Pousson M, van Hoecke J, Goubel F. Changes in elastic characteristics of human muscle induced by eccentric exercise. *J Biomech.* 1990;23(4):343-348.
21. Fouré A, Nordez A, Cornu C. Effects of eccentric training on mechanical properties of the plantar flexor muscle-tendon complex. *J Appl Physiol.* 2013;114(5):523-537.
22. Kaux JF, Drion P, Libertiaux V, Colige A, Hoffmann A, Nusgens B, et al. Eccentric training improves tendon biomechanical properties: A rat model. *J Orthop Res.* 2013;31(1):119-124.
23. Ram R, Meeuwisse W, Patel C, Wiseman DA, Wiley JP. The limited effectiveness of a home-based eccentric training for treatment of Achilles tendinopathy. *Clin Invest Med.* 2013;36(4):E197-206.
24. Zandt JF, Hahn D, Buchmann S, Beitzel K, Schwirtz A, Imhoff AB, et al. May eccentric training be effective in the conservative treatment of chronic supraspinatus tendinopathies? A review of the current literature. *Sportverletzung Sportschaden.* 2010;24(4):190-197.
25. Jonsson P, Wahlström P, Öhberg L, Alfredson H. Eccentric training in chronic painful impingement syndrome of the shoulder: Results of a pilot study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;14(1):76-81.
26. Bernhardsson S, Klintberg IH, Wendt GK. Evaluation of an exercise concept focusing on eccentric strength training of the rotator cuff for patients with subacromial impingement syndrome. *Clin Rehabil.* 2011;25(1):69-78.
27. Camargo PR, Avila MA, Albuquerque-Sendin F, Asso NA, Hashimoto LH, Salvini TF. Eccentric training for shoulder abductors improves pain, function and isokinetic performance in subjects with shoulder impingement syndrome—a case series. *Rev Bras Fisioter.* 2012;16(1):74-83.
28. Maenhout AG, Mahieu NN, de Muynck M, de Wilde LF, Cools AM. Does adding heavy load eccentric training to rehabilitation of patients with unilateral subacromial impingement result in better outcome? A randomized, clinical trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(5):1158-1167.