

:: CONGRESO ARGENTINO DE KINESIOLOGÍA
DEL DEPORTE 2018

:: PASANTÍAS EN INSTITUCIONES DEPORTIVAS
Y AFINES

Diciembre 2017

ÓRGANO DE DIFUSIÓN DE LA ASOCIACIÓN DE KINESIOLOGÍA DEL DEPORTE

N°71
AÑO 20



Lic. Diego Ruffino
INFLUENCIA DE LA CARGA
EN TENDINOPATÍAS: PATOLOGÍA
Y CLÍNICA. REVISIÓN NARRATIVA

Artículo Revista JOSPT
¿EJERCICIOS EXCÉNTRICOS O
CONCÉNTRICOS PARA EL
TRATAMIENTO DE TENDINOPATÍAS?
Análisis Lic. Andrés Romañuk

Lic. Diego Méndez
OBJETIVO: AQUILES

Residencia y Concurrencia
Hospital General de Agudos
Dr. Cosme Argerich
“UNA VERSIÓN SIMPLIFICADA
DEL TEST DE ESTOCADA CON
CARGA DE PESO: DESCRIPCIÓN
Y FIABILIDAD TEST- RETEST”.

Lic. Santiago Silveti
TRATAMIENTO KINÉSICO
DE LAS TENDINOPATÍAS DE
LOS MIEMBROS INFERIORES

SUSCRIPCIÓN AKD 2018+JOSPT



2018



EL JOURNAL OF ORTHOPAEDIC & SPORTS PHYSICAL THERAPY
ES LA REVISTA DE MAYOR PRESTIGIO Y CIRCULACIÓN EN EL
CAMPO DE LA KINESIOLOGÍA DEPORTIVA MUNDIAL

WWW.AKD.ORG.AR | info@akd.org.ar

COMISIÓN

DIRECTIVA AKD

PRESIDENTE: Viñas, Gabriel

VICEPRESIDENTE: Brunetti, Gustavo

SECRETARIO: Romañuk, Andrés

PRO-SECRETARIA: Passalenti, Andrea

TESORERO: Pardo, Gonzalo

PRO-TESORERO: Conrado, Adrián

SEC. PRENSA Y DIFUSIÓN:

Thomas, Andrés

PRO-SECRETARIA PRENSA Y DIFUSIÓN:

Sampietro, Matías

+ VOCALES TITULARES

Gays, Cristian

Krasnov, Fernando

Trolla, Carlos

Sarfati, Gabriel

Pardo, Juan Pablo

Policastro, Pablo

+ VOCALES SUPLENTE

Kokalj, Antonio

Carelli, Daniel

Saravia, Ariel

+ COM. REV. CUENTAS TITULAR

Olea, Martín

Fernandez Novoa, Claudio

Laprida, Nicolás

+ COMISIÓN HONORARIA

Rivas, Diego

Fernandez, Jorge

Mastrangelo, Jorge

González, Alejandro

Clavel, Daniel H.

Rojas, Oscar

Villafañe, Juan José

Crupnik, Javier

+ SECRETARIA

Hidalgo, María

Tel: (0054-11) 3221-0798

Cel. 15 6484-9603

+ REVISTA AKD | GRUPO EDITOR

Lic. Pablo Policastro

[linkedin.com/in/pablo-policastro-8a1387104](https://www.linkedin.com/in/pablo-policastro-8a1387104)

Lic. Gabriel Novoa

[linkedin.com/in/gabriel-novoa-08417013a](https://www.linkedin.com/in/gabriel-novoa-08417013a)

AKD | SEDE LEGAL

Av. del Libertador 16.664 (1642)

San Isidro, Buenos Aires

Manuela Pedraza 2529 4º C

C.A.BA, Buenos Aires

UN CAMBIO COMO SOCIEDAD

Siempre creo al llegar al final del año es necesario realizar un balance general. Reflexionar acerca de las cosas que no se hicieron bien para poder corregirlas, reforzar las positivas y replantear nuevos objetivos.

Como editores de la revista estamos más que felices por este 2017. Recuerdo cuando nos ofrecieron a principio de año hacernos cargo de la edición. Teníamos muchísimas dudas y miedos que tratamos de canalizar de la mejor forma posible, para poder afrontar semejante responsabilidad. El saldo es más que positivo; 4 números con distintas temáticas, 1 encuesta, 21 artículos de autores nacionales y 5 internacionales, y por sobre todo, muchísimas ganas de seguir mejorando sumando nuevos colegas, más información de buena calidad científica, y fomentar la discusión académica.

Desde la AKD y el grupo editor de esta revista estamos convencidos de que la única forma de mejorar nuestra profesión es como sociedad y no individualmente. Por eso, los invitamos a participar, a involucrarse, y a tratar de generar ese cambio en maza.

Se viene un gran año con muchísimas actividades desde nuestra Asociación, con la frutilla del postre, el Congreso Argentino de Kinesiología del deporte. En este se podrá vivir un evento de alta calidad con excelentes disertantes nacionales e internacionales, y por sobre todas las cosas, un espacio para compartir con colegas de diferentes lugares.

A toda la comunidad de la Kinesiología del Deporte, les deseamos un gran cierre de año y un excelente comienzo del 2018.

Grupo Editor Revista AKD

AUTOR

LIC. DIEGO RUFFINO

Lic. en Kinesiología y Fisioterapia UNC

Kinesiólogo en Innova - Terapia Física y Rehabilitación

Kinesiólogo en Pro-life Salud y Deporte

Doctorando en Ciencias de la Salud UNC

Docente UNC



E-mail: licdiegoruffino@hotmail.com

INFLUENCIA DE LA CARGA EN TENDINOPATÍAS: PATOLOGÍA Y CLÍNICA.

REVISIÓN NARRATIVA

Las tendinopatías son lesiones por sobrecarga o sobreuso, con una alta prevalencia, que afecta tanto a deportistas recreacionales o profesionales, como a personas sedentarias.^{1,2} Las localizaciones más frecuentes en miembro superior son en hombro (manguito rotador) y codo (tendón común del extensor radial corto del carpo y extensor común de los dedos) y en miembro inferior, la rodilla (tendón rotuliano), tobillo (tendón de Aquiles) y pie.^{3,4}

En las últimas dos décadas y en base a nuevos descubrimientos moleculares e histológicos, distintos autores afirman que la mayoría de los trastornos que afectan a los tendones son principalmente degenerativos (tendinosis). Esto se refleja en la ausencia de células inflamatorias, áreas de degeneración de colágeno, degeneración mixoide y un aumento de la sustancia fundamental.^{5,6,7}

Clínicamente se caracterizan con dolor localizado, sensibilidad, hinchazón del tendón y disminución en la función.^{8,1}

Desde siempre los tendones fueron considerados estructuras de tejido conectivo inertes, pero actualmente sabemos que son metabólicamente activos y responden a cargas. Por lo cual, comprender como los tendones se adaptan y reaccionan ante distintas cargas mecánicas es clave para su manejo clínico.

El objetivo de esta revisión narrativa será analizar la literatura acerca de conceptos actuales relacionados a la fisiopatología, distintas situaciones clínicas y los puntos claves del tratamiento.

ROL DE LA CARGA EN TENDINOPATÍAS

Los tendones tiene un papel esencial en la transmisión de las fuerzas contráctiles al hueso para generar movimiento y, por lo tanto, están diseñados exclusivamente para soportar cargas considerables (hasta 8 veces el peso corporal) durante la locomoción humana.^{9,10} Estas cargas pueden producir consecuencias positivas y negativas al tendón, afectando su homeostasis.¹¹ Los tipos de cargas se clasifican en ténsiles, compresivas o de fricción. La repetición del mecanismo de almacenamiento y liberación de energía en el tendón, junto con la compresión, parecerían ser factores claves en el desarrollo de las tendinopatías.³⁷

La carga necesaria para que se desarrolle una tendinopatía es aún desconocida, pero está relacionada a diversos factores como la capacidad de tolerancia de carga del sujeto (sistema osteomioarticular), métodos de

entrenamiento (tipo, frecuencia, duración e intensidad), así como factores intrínsecos como edad, género, genética, adiposidad y otras condiciones médicas (obesidad, colesterol y factores genéticos).¹²

EL MODELO CONTINUO Y SU IMPLICANCIA CLÍNICA

En el año 2009, Cook & Purdam proponen su modelo integrando hallazgos de la investigación básica con la experiencia clínica.¹³ Sostienen que un tendón no pasa de un estado normal a patológico de un momento a otro, sino que lo hace a través de un proceso continuo. El proceso de lesión sería una respuesta fallida en la etapa de reparación del tendón. Las fases del modelo son:

Tendinopatía reactiva

Se produce una respuesta no inflamatoria a nivel celular y de la matriz del tendón tras un exceso repentino de carga. En esta respuesta proliferativa hay un aumento de actividad de los tenocitos y de producción de proteínas principalmente proteoglicanos (como el aggrecan) y agua, provocando cambios en la matriz del tendón (las células del tendón se vuelven más condroídes aumentando la sección transversal).¹⁴ El colágeno se mantiene intacto y las estructuras neurovasculares permanecen sin cambios. Resulta en una adaptación a corto plazo a la sobrecarga que ha sido sometido el tendón, reduciendo el estrés y aumentando la rigidez del tendón. Esta fase difiere a la respuesta adaptativa normal de los tendones a la carga, en la cual los mismos se vuelven más resistentes pero con mínimo cambio en su sección transversal.¹⁵ Es frecuente en sujetos jóvenes. Con tratamiento adecuado es totalmente reversible a su estado normal.

Fase de deterioro

Esta fase es un intento de cicatrización del tendón, similar a la fase reactiva, pero con mayor degradación de la matriz extracelular. Hay un incremento de la actividad celular (principalmente condrocitos y miofibroblastos). El aumento de los proteoglicanos provoca desorganización de la matriz y fragmentación del colágeno, alterando la capacidad del tendón de tolerar carga. Puede producirse un incremento de la vascularización e inervación. La reversibilidad de esta etapa es limitada.

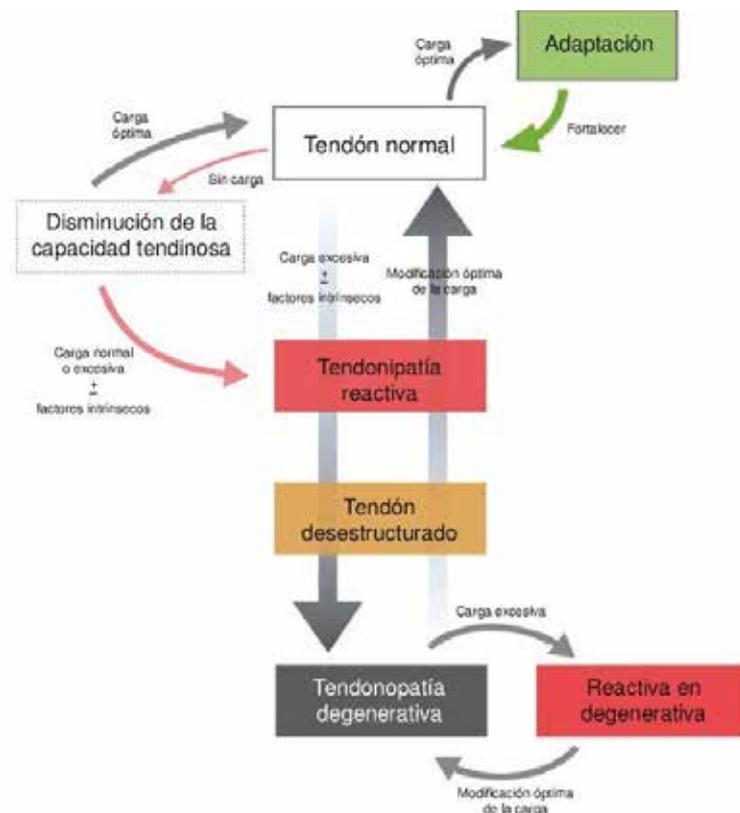
Tendinopatía degenerativa

La fase final de este continuo es la degeneración. La acumulación de cargas mecánicas sobre el tendón, de forma repetida y sin tiempo suficiente para generar adaptación, produce en los tenocitos un mecanismo de

"La repetición del mecanismo de almacenamiento y liberación de energía en el tendón, junto con la compresión, parecerían ser factores claves en el desarrollo de las tendinopatías."

"Aunque ahora comprendemos mejor los cambios que ocurren en el tendón todavía no está del todo claro cómo el dolor se produce."

estrés oxidativo.¹⁶ Se ha comprobado que existe un mayor metabolismo anaeróbico y aumentos en la concentración de lactato. Estos cambios generan a su vez más alteraciones en la matriz extracelular del tendón con áreas de muerte celular por apoptosis de los tenocitos.¹⁷ La capacidad de revertir los cambios patológicos de esta etapa es escasa. En esta fase pueden producirse rupturas con cargas bajas a moderadas.¹⁸ La literatura refiere que el 97% de los tendones que se rompen padecen previamente cambios degenerativos.^{19,20}



PRESENTACIONES CLÍNICAS MÁS FRECUENTES

De acuerdo al Modelo Continuo se pueden presentar dos situaciones clínicas: tendinopatía reactiva, como primera presentación clínica, resultado de una sobrecarga aguda, y tendinopatía reactiva en un tendón en fase de deterioro o degenerativa. Se cree que la manifestación clínica del tendón reactivo está asociada a expresión nociceptiva local, probablemente a un aumento en la actividad celular y de expresión de canales iónicos. En la presentación reactivo dentro del proceso degenerativo, es el tejido sano el que se vuelve reactivo, no la zona degenerada.

DOLOR Y TENDINOPATÍAS

Aunque ahora comprendemos mejor los cambios que ocurren en el tendón todavía no está del todo claro cómo el dolor se produce.²¹ El dolor puede

estar presente en cualquier estadio, por lo tanto es importante identificar en qué fase se encuentra el paciente para dirigir el tratamiento.

La relación entre el dolor y la carga, junto con la incapacidad de respuesta celular (tenocitos) y la falta de inervación sensitiva a nivel profundo del tendón, podría ser la causa de producción de sustancias nociceptivas.²¹ Estas sustancias observadas en tendones reactivos o reactivos en fase degenerativa podrían irritar receptores de nervios periféricos cercanos o al peritendón.²²

Alfredson y colaboradores en un trabajo experimental con microdiálisis intratendinosa encontraron concentraciones altas del neurotransmisor glutamato en tendones afectados.²³ El glutamato es un potente modulador del dolor en el sistema nervioso central.

Otros estudios inmunohistoquímicos han sugerido que en el tendón se dan cambios neurológicos como el crecimiento de terminales nerviosos autonómicos o el incremento de la inervación perivascular cuando el tendón desarrolla tendinosis.²⁴ Además, se ha detectado un incremento de la expresión de la sustancia P y del gen relacionado con el péptido de la calcitonina (CGRP) en la reparación defectuosa y dolorosa del tendón.^{23,25}

PUNTOS CLAVE EN EL DIAGNÓSTICO

El diagnóstico se basa en datos determinantes de la historia clínica. Debemos realizar un examen exhaustivo. En lo que respecta al dolor, se debe tener en cuenta:

¿Dónde se localiza? Sabemos que el dolor en tendinopatías es muy localizado. Ej. en tendón rotuliano, en el vértice de la rótula (pudiendo ser más medial o lateral).

¿El dolor se relaciona a un estímulo (carga) / respuesta (dolor)? ¿Este estímulo incluye una carga compresiva junto a almacenamiento y liberación de energía? La consecuencia de la carga sobre el dolor será un indicador para la dirección del tratamiento. Ej.: aparición de dolor en tendón de Aquiles luego de correr.

¿Cuándo y cómo se produjo el aumento de la carga? Si no encontramos cambios en la carga podemos pensar en otro diagnóstico.

¿El comportamiento del dolor guarda relación a una tendinopatía? El dolor suele ser predecible y proporcional a la carga aplicada. Ej.: disminuye en la entrada en calor y suele agravarse horas o días después. Además, algunos tendones suelen volverse rígidos por la mañana. Ej.: tendón de Aquiles y la fascia plantar.

Algunos factores agravantes específicos del tendón: dolor al dormir o levantarse (glúteo, manguito rotador), dolor al estar sentado, empe-

zando a correr o excesiva longitud de zancada (isquiotibiales), deportes que requieren cambios de dirección como fútbol (aductor), dolor al día después de entrenar, saltar, escaleras o al estar mucho tiempo en posición sentada (rotuliano), fascia plantar (dolor y rigidez matinal, o al caminar / correr).

Identificar otras estructuras que pueden causar síntomas. Ej.: almohadilla grasa en rodilla – paratendón en Aquiles.

Indagar sobre el estado de salud general del paciente (colesterol, lípidos, diabetes, enfermedades hormonales).

Tener en cuenta factores biopsicosociales como estrés, ansiedad, sueño, creencias sobre el dolor y la lesión.

¿Recibió tratamiento médico? ¿Infiltración/Infiltraciones? ¿Realizó tratamiento fisiokinésico? ¿En qué consistió? ¿Durante cuánto tiempo?

Test provocativos de carga

El próximo paso sería realizar pruebas provocativas. Para cada tendón hay una progresión que va de menor a mayor carga. Ejemplo: Para evaluar un paciente con tendinopatía rotuliana podríamos solicitarle que realice una sentadilla a 1 pierna sobre plano declinado (25°) 3 a 5 rep



FIGURA 1. Sentadilla a 1 pierna en plano declinado.

FIGURA 2. Saltos verticales monopodales.



y registramos el síntoma provocado con una EVA (0 a 10). Si no refiere síntomas progresamos en la carga pidiéndole 3 a 5 saltos verticales a 1 pierna o salto-aterrizaje desde una altura como un step o banco.



FIGURA 3. Extensores de rodilla unilateral en máquina

ROL DE LOS ESTUDIOS DE IMAGEN EN TENDINOPATÍAS

Las pruebas de imagen, como resonancia magnética y sobre todo la ecografía pueden ser de gran ayuda tanto en el diagnóstico como el control de la evolución y predicción de riesgo de lesión.^{27,28,29,30} Los beneficios que conlleva el uso de esta tecnología (no invasiva, dinámica e inmediata) está fomentándose su uso no diagnóstico en el ámbito kinésico.³¹ A pesar que la imagen permite detectar cambios estructurales del tendón, la interpretación clínica de las mismas requiere un razonamiento integral en relación a las características del dolor (ubicación y distribución) y los factores agravantes (carga).

CONSIDERACIONES EN EL TRATAMIENTO

Nuestro objetivo en la rehabilitación será disminuir el dolor y mejorar la capacidad de tolerar carga de la unidad tendón – músculo – cadena de movimiento (resto de cuerpo que participa en la función). Podríamos dividir el tratamiento en las siguientes etapas:

1. Cargas Isométricas

La fase reactiva es relativamente corta, dura entre 5 y 10 días. Debemos controlar la carga (ténstil, compresiva, almacenamiento y liberación de energía) para disminuir el dolor. Controlar dicha carga no significa descargar completamente al deportista, por lo que podemos: modificar el tipo de entrenamiento. Ej. a un paciente con tendinopatía de Aquiles podríamos indicarle pedalear bicicleta en vez de correr o disminuir la frecuencia de entrenamientos, la intensidad y el volumen semanal. Algo de

"A pesar que la RMN y la ecografía permite detectar cambios estructurales en el tendón, la clínica y función esta poca relacionada. "

"Se recomienda que el paciente tenga niveles de fuerza similares al lado opuesto y mínimo dolor mínimo durante el entrenamiento (<3/10 de una EVA durante y luego de 24 horas)."

dolor durante y después del ejercicio es aceptable, pero los síntomas no deberían empeorar al día siguiente.

A pesar que no hay inflamación, el uso de antiinflamatorios en esta fase (ibuprofeno +++) estaría indicado como tratamiento médico, ya que reduce la sensibilización de los tenocitos y proteoglicanos (aggrecan +++)), además de no interferir el proceso de reparación del tendón.

Los ejercicios isométricos han demostrado disminuir el dolor y preservar la fuerza³². En tendinopatías rotulianas, realizar 5 repeticiones al 70% de la máxima contracción voluntaria durante 45 segundos, con pausa de 2 minutos entre repetición, 2 a 3 veces al día son una excelente opción, ya producen importante efectos analgésicos.

Tener en cuenta que el estiramiento puede provocar más dolor ya que produce carga compresiva. Para evitar esto, se recomienda técnicas de liberación miofascial (rolo o pelota de tenis) o terapia manual.

2. Cargas Isotónicas

El paciente puede iniciar esta etapa cuando es capaz de entrenar con síntomas mínimos (3/10 de una Escala visual analógica del dolor).

El objetivo en esta fase estará centrado en el manejo de las cargas para evitar fases reactiva, mientras se combina trabajos de fuerza isométricos, isotónicos (concéntricos / excéntricos) para mejorar la capacidad funcional del paciente.

Hasta finales de los años 90 los ejercicios excéntricos propuesto por Alfredson fueron la piedra angular en el tratamiento de tendinopatías. Sin embargo, los ejercicios excéntricos suelen ser demasiados agresivos en pacientes con tendinopatías irritables, especialmente si continúan practicando deporte.³³

En el año 2009, Kongsgaard y col., propone ejercicios de alta carga de forma lenta con resultados muy prometedores a nivel clínico, funcional y estructural, comparado a los tradicionales excéntricos en tendinopatía rotuliana.^{34,35} Consiste en realizar 3 veces por semana (día por medio), 3 ejercicios (sentadillas, prensa y hack), 3 a 4 series, 15 a 6 repeticiones máximas progresando la carga.

3. Almacenamiento y liberación de energía

En esta fase aplicar cargas de almacenamiento y liberación de energía es fundamental para aumentar la tolerancia del tendón y mejorar la potencia en la vuelta al deporte. Los ejercicios son más específicos como saltar, aterrizar, cambiar de dirección, acelerar y desacelerar. Para ello, se recomienda que el paciente tenga niveles de fuerza similares al lado opuesto y mínimo dolor mínimo durante el entrenamiento (<3/10 de una EVA durante y luego de 24 horas). Esta fase es la más provocadora. Teniendo en cuenta la respuesta del ejercicio sobre la síntesis y degradación del colágeno descrito por algunos autores, se sugiere comenzar con bajo volumen e intensidad de trabajo cada 72 hs.^{36,38}

4. Vuelta al deporte

El paciente puede comenzar esta fase cuando puede completar 3 entrenamientos por semana que impliquen acciones de almacenamiento y liberación de energía sin empeoramiento de los síntomas luego de 24 hs.

5. Mantenimiento

Una vez que el paciente ha vuelto al deporte debería continuar realizando ejercicios de cargas isotónicas (preferentemente de forma unilateral) al menos 2 veces por semana. Los ejercicios isométricos pueden continuar empleándose como estrategia en la entrada en calor o luego del entrenamiento o partido para controlar los síntomas.

Conclusión

De acuerdo a la literatura, el tratamiento kinésico, especialmente el ejercicio físico, es el recurso de elección para el manejo de las tendinopatías. Sin embargo, el tipo de ejercicio, frecuencia, carga y dosis, aún no está claro. Por lo tanto, consideramos que se necesitan más estudios clínicos bien diseñados y controlados, para comprender mejor las ciencias básicas, adaptaciones del tendón a la carga y las respuestas clínicas, para así determinar la mejor opción de tratamiento. ●

Bibliografía

1. Maffulli, N., Khan, K. M. & Puddu, G. Overuse tendon conditions: time to change a confusing terminology. *Arthroscopy* 14, 840–843 (1998). Maffulli N, Wong J, Almekinders LC (2003) Types and epidemiology of tendinopathy. *Clin Sports Med* 22(4):675–692.
2. Magra M, Maffulli N. Genetics: does it play a role in tendinopathy?. *Clin J Sport Med* 2007; 17:231-3.
3. Scott A, Ashe MC (2006) Common tendinopathies in the upper and lower extremities. *Curr Sports Med Rep* 5(5):233–241.
4. Sobhani S, Dekker R, Postema K, Dijkstra PU (2013) Epidemiology of ankle and foot overuse injuries in sports: a systematic review. *Scand J Med Sci Sports* 23(6):669–686.
5. Khan KM, Cook JL, Bonar F, Harcourt P, Astrom M. Histopathology of common tendinopathies. Update and implications for clinical management. *Sport Med*. 1999b;24:393–408.
6. Cook JL, Khan KM, Maffulli N, Purdam C (2000) Overuse tendinosis, not tendinitis part 2: applying the new approach to patellar tendinopathy. *Phys Sportsmed* 28(6):31–46
7. Alfredson H, Lorentzon R (2002) Chronic tendon pain: no signs of chemical inflammation but high concentrations of the neurotransmitter glutamate. Implications for treatment? *Curr Drug Targets* 3(1):43–54
8. Khan, K. & Cook, J. The painful nonruptured tendon: clinical aspects. *Clin. Sports Med*. 22,711–725 (2003).
9. Finni, T., Komi, P. V. & Lepola, V. In vivo human triceps surae and quadriceps femoris muscle function in a squat jump and counter movement jump. *Eur. J. Appl. Physiol*. 83, 416–426 (2000).

10. Magnusson, S. P., Aagaard, P., Dyhre-Poulsen, P. Kjaer, M. Load-displacement properties of the human triceps surae aponeurosis in vivo. *J. Physiol.* 531, 277–288 (2001).
11. Benjamin M. Tendons are dynamic structures that respond to changes in exercise levels. *Scand J Med Sci Sports.* 2002;12:63-4.
12. Malliaras P, Cook JL, Kent PM. Anthropometric risk factors for patellar tendon injury among volleyball players. *Br J Sports Med.* 2007;41:259---63.
13. Cook JL, Purdam CR (2009) Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy. *Br J Sports Med* 43(6):409–416.
14. Scott, A., Cook, J. L., Hart, D. A., Walker, D. C., Duronio, V., & Khan, K. M. (2007). Tenocyte responses to mechanical loading in vivo: a role for local insulin like growth factor 1 signaling in early tendinosis in rats. *Arthritis & rheumatism*, 56(3), 871-881.
15. Magnusson, S. P., Narici, M. V., Maganaris, C. N., & Kjaer, M. (2008). Human tendon behaviour and adaptation, in vivo. *The Journal of physiology*, 586(1), 71-81.
16. Sharma P, Maffulli N. Tendon Injury and Tendinopathy: Healing and Repair *J Bone Joint Surg (Am)*. 2005;87: 187-202.
17. Lian O, Scott A, Engebretsen L, Bahr R, Duronio V, Khan K. Excessive apoptosis in patellar tendinopathy in athletes. *Am J Sports Med.* 2007;35:605-11.
18. Nehrer S, Breitensteiner M, Brodner W, Kainberger F, Fellingner EJ, Engel A, Imhof F. Clinical and sonographic evaluation of the risk of rupture in the Achilles tendon. *Arch Orthop Trauma Surg* 1997;116: 14-8.
19. Kannus P, Jozsa L. Histopathological changes preceding spontaneous rupture of a tendon. A controlled study of 891 patients. *J Bone Joint Surg Am.* 1991;73:1507-25.
20. Kujala UM, Sarna S, Kaprio J. Cumulative incidence of Achilles tendon rupture and tendinopathy in male former elite athletes. *Clin J Sport Med.* 2005;15:133-5.
21. Rio E, Moseley L, Purdam C, Samiric T, Kidgell D, Pearce AJ, et al. The pain of tendinopathy: Physiological or pathophysiological? *Sports Med.* 2014;44:9-23.
22. Danielson P, Alfredson H, Forsgren S. Immunohistochemical and histochemical findings favoring the occurrence of autocrine/paracrine as well as nerve-related cholinergic effects in chronic painful patellar tendon tendinosis. *Microsc Res Tech* 2006;69:808–19.
23. Alfredson H. The chronic painful Achilles and patellar tendon: research on basic biology and treatment. *Scand J Med Sci Sports.* 2005;15:252-9.
24. Sanchis-Alfonso V, Rosello-Sastre E, Subias-Lopez A: Neuroanatomic basis for pain in patellar tendinosis (“jumper’s knee”): a neuroimmunohistochemical study. *Am J Knee Surg.* 2001;14: 174-77.
25. Lui PP, Chan LS, Fu SC, Chan K.M. Expression of Sensory Neuropeptides in Tendon Is Associated With Failed Healing and Activity-Related Tendon Pain in Collagenase-Induced Tendon Injury. *Am J Sports Med.* 2010;38:757-64.
26. Malliaras P, autor. Disponible en: <http://www.tendinopathyrehab.com>
27. Deyle GD. Musculoskeletal imaging in physical therapist practice. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005;35(11): 708-21.
28. Kulig K, Landel R, Chang YJ, Hannanvash N, Reischl SF, Song P, Bashford GR. Patellar tendon morphology in volleyball athletes with and without patellar tendinopathy. *Scand J Med Sci Sports.* 2013;23(2): 81-8.
29. Malliaras P, Cook J. Patellar tendons with normal imaging and pain: change in imaging

- and pain status over a volleyball season. *Clin J Sport Med.* 2006;16:388-391.
- 30.** Fredberg U, Bolvig L, Andersen NT. Prophylactic training in asymptomatic soccer players with ultrasonographic abnormalities in Achilles and patellar tendons: the Danish Super League study. *Am J Sports Med.* 2008;36:451-460.
- 31.** Callaghan MJ. A physiotherapy perspective of musculoskeletal imaging in sport. *Br J Radiol.* 2012;85(1016): 1194-7.
- 32.** Rio E, Kiggell D, Purdam C, Gaida J, Moseley GL, Pearce AJ, et al. Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy. *Br J Sports Med.* 2015;49:1277-83.
- 33.** Alfredson H, Pietilä T, Jonsson P, Lorentzon R (1998) Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis. *Am J Sports Med* 26(3):360–366
- 34.** Kongsgaard M, Kovanen V, Aagaard P, et al. Corticosteroid injections, eccentric decline squat training and heavy slow resistance training in patellar tendinopathy. *Scand J Med Sci Sports.* 2009;19:790–802.
- 35.** Kongsgaard M, Qvortrup K, Larsen J, et al. Fibril morphology and tendon mechanical properties in patellar tendinopathy: effects of heavy slow resistance training. *Am J Sports Med.* 2010;38:749–56.
- 36.** Magnusson SP, Langberg H, Kjaer M. The pathogenesis of tendinopathy: balancing the response to loading. *Nat Rev Rheumatol* 2010;6:262–8.
- 37.** Cook JL, Purdam C. Is compressive load a factor in the development of tendinopathy? *Br J Sports Med.* 2012;46:163-8.
- 38.** Langberg, H., Rosendal, L. & Kjaer, M. Training induced changes in peritendinous type I collagen turnover determined by microdialysis in humans. *J. Physiol.* 534, 297–302 (2001).

AUTORES

CHRISTIAN COUPPÉ, PT, PHD^{1,4}

RENÉ B. SVENSSON, PHD^{1,3}

KARIN GRÄVARE SILBERNAGEL,
PT, ATC, PHD⁵

HENNING LANGBERG, PT, PHD,
DSC⁶

S. PETER MAGNUSSON, PT, DSC¹⁻⁴

¹ Institute of Sports Medicine Copenhagen, Bispebjerg Hospital, Copenhagen, Denmark.

² Department of Orthopaedic Surgery, Bispebjerg Hospital, Copenhagen, Denmark.

³ Center for Healthy Aging, Faculty of Health and Medical Sciences, University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark.

⁴ Musculoskeletal Rehabilitation Research Unit, Department of Physical Therapy, Bispebjerg Hospital, Copenhagen, Denmark.

⁵ Department of Physical Therapy, University of Delaware, Newark, DE.

⁶ CopenRehab, Department of Public Health, University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark. Los autores certifican que no tienen relación ni participación financiera en ninguna organización o entidad con un interés financiero directo en el tema o materiales discutidos en el artículo. Dirección para correspondencia: Dr S. Peter Magnusson, Institute of Sports Medicine Copenhagen, Bispebjerg Hospital, Bispebjerg Bakke 23, 2400 Copenhagen NV, Denmark.

Copyright ©2015 Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy®

E-mail:

p.magnusson@sund.ku.dk

¿EJERCICIOS EXCÉNTRICOS O CONCÉNTRICOS PARA EL TRATAMIENTO DE TENDINOPATÍAS?

Sinopsis

La tendinopatía es un trastorno muy común tanto en deportistas amateurs como de élite. Muchas personas tienen síntomas recurrentes que conducen a condiciones crónicas que dan como resultado el fin de la actividad deportiva. El ejercicio se ha convertido en un tratamiento popular y eficaz y se ha promovido particularmente el ejercicio excéntrico aislado. En este artículo revisamos la evidencia relevante para diferentes regímenes de ejercicios destinados a la rehabilitación de tendinopatías, con especial atención en las cargas aplicadas al tendón y cómo el régimen de ejercicios puede afectar dichas cargas. No existe una evidencia clínica convincente que demuestre que el ejercicio excéntrico con carga aislado mejora los resultados clínicos más que otras terapias de carga. Sin embargo, la gran variedad a veces insuficiente de informes, con detalles de los protocolos de tratamiento, pueden obstaculizar la interpretación de lo que puede ser un régimen de ejercicios óptimo, con respecto a parámetros tales como magnitud de la carga, velocidad de movimiento y período de recuperación entre sesiones de ejercicios. Futuros estudios deberían controlar estos parámetros de carga, evaluar diferentes dosis de ejercicios y pensar más allá de los ejercicios excéntricos aislados para arribar a recomendaciones firmes con respecto a la rehabilitación de individuos con tendinopatías.

J Orthop Sports Phys Ther 2015; 45 (11): 853-863. Epub 14 de octubre de 2015. doi: 10.2519 / jospt.2015.5910

Palabras claves

Aquiles; fuerzas; carga; rótula; recuperación, tendón

El tejido del tendón juega un papel esencial en la transmisión de fuerzas contráctiles al músculo para producir movimiento y por lo tanto está diseñado, específicamente, para soportar cargas considerables. Durante la locomoción, los tendones de Aquiles y rotulianos pueden soportar fuerzas de hasta aproximadamente 8 veces el peso corporal.^{23,31,62} La carga repetitiva sobre el tendón a menudo resulta en lesiones por sobreuso, incluyendo la tendinopatía, que es una condición clínica caracterizada por dolor en el área del tendón durante la actividad, sensibilidad a la palpación localizada, hinchazón local del tendón y rendimiento deteriorado.^{45,60} La tendinopatía es un problema considerable tanto en deportistas de élite como ama-

teurs.^{22, 27, 93} Específicamente, la incidencia de lesiones tendinosas se ha estimado entre el 30% y 50% de todas las lesiones deportivas y el 50% de las lesiones en maratonistas de élite, asimismo se estima que el 6% de las personas sedentarias en algún momento experimenta una lesión en el tendón.^{52, 58} Los síntomas y la disminución del rendimiento pueden durar un período prolongado, incluso años.^{44, 57} El mecanismo exacto de la lesión sigue siendo elusivo, pero entender cómo se adapta el tejido del tendón al mecanismo de la carga podría ser la clave para comprender la patogenia de la tendinopatía y así proporcionar una base para la prevención de lesiones por sobreuso.

Tendinopatía es el término comúnmente aceptado para la condición clínica que se presenta en los tendones sobrecargados, y alrededor de ellos.⁴⁶ Antes estas lesiones se consideraban el resultado de un proceso inflamatorio prolongado (tendinitis crónica).⁹⁰ Sin embargo, más recientemente, se ha debatido en qué medida la inflamación juega un papel en la tendinopatía crónica.^{25, 63, 80} El inicio lento e insidioso de la tendinopatía hace que sea difícil identificar el comienzo de la condición en los seres humanos y los esfuerzos para desarrollar modelos animales a fin de estudiar los primeros signos de la condición han sido inconsistentes.^{32, 35} Por lo tanto, el rol definitivo de la inflamación en los estadios tempranos de la condición sigue siendo difícil de investigar. A pesar de estas limitaciones, se ha demostrado que el tendón de las personas con tendinopatía de Aquiles no muestra marcadores inflamatorios elevados luego de 1 hora de running.⁷⁷ En lugar de estar inflamado, el tejido del tendón obtenido de individuos con tendinopatía es típicamente más celular que el tejido sano y muestra los dos signos de degeneración general del tejido, que incluye la degeneración y la necrosis del colágeno, así como signos de regeneración, incluyendo neovascularización, estructura de fibra irregular y aumento de la sustancia fundamental (ver Fredberg y Stengaard-Pedersen).²⁵

La tendinopatía es un desafío clínico sustancial porque puede limitar severamente la participación deportiva durante meses e incluso años.^{4, 44} La lista de tratamientos disponibles actualmente para esta patología es extensa e incluye cirugía, medicamentos antiinflamatorios no esteroideos, corticoesteroides, inyección esclerosante, terapia de ondas de choque, inyección de plasma rico en plaquetas, inyección de dextrosa (proloterapia) hiperosmolar intratendinosa, inyección de alto volumen de 10 ml 0.5% bupivacaína y 40 ml de solución salina normal en el paratendón, Kinesio Tape y ultrasonido terapéutico, solo por mencionar algunos.^{81, 92} Aunque estas y otras opciones de tratamiento están descritas en la literatura, en las tendinopatías han predominado diversos tratamientos con carga.⁶⁴ Parece ser que los paradigmas de carga producen resultados clínicos^{2, 61, 88}, estructurales⁵⁰ y bioquímicos⁴⁹ positivos.

Gran parte de la atención sobre los programas de carga como paradigma de tratamiento para estas lesiones se originó en un artículo publicado por Stanish y col.⁹⁰ en 1986. En este artículo, el régimen de carga fue des-

"La incidencia de lesiones tendinosas se ha estimado entre el 30% y 50% de todas las lesiones deportivas y el 50% de las lesiones en maratonistas de élite, asimismo se estima que el 6% de las personas sedentarias en algún momento experimenta una lesión en el tendón."

"Este paradigma de carga excéntrica aislada ha ganado una gran popularidad y es ampliamente considerado como el tratamiento de elección, aunque falte evidencia convincente de que sea el programa de ejercicios más efectivo."

critico como un ejercicio de a, es decir, un componente excéntrico seguido rápidamente por un componente concéntrico. Por ejemplo, en el caso del tendón rotuliano, "El paciente, desde una posición de pie, flexiona las rodillas y realiza una sentadilla abruptamente, luego retrocede a la posición de pie".⁹⁰ La progresión del protocolo del ejercicio, con disminución de los síntomas, se describió con el aumento de la velocidad del movimiento, y luego se agregó una carga externa para una progresión adicional.⁹⁰ Aproximadamente una década más tarde, se sugirió que la contracción excéntrica aislada, sin el acompañamiento de un componente concéntrico de un ciclo estiramiento-acortamiento, ofrecía mejores resultados clínicos a pacientes con tendinopatía.⁴ Este paradigma de carga excéntrica aislada ha ganado, desde entonces, una gran popularidad y ahora es ampliamente considerado como el tratamiento de elección, aunque falte evidencia convincente de que sea el programa de ejercicios más efectivo.⁶⁴ Recientemente han surgido nuevos programas de ejercicios basados en la carga, tales como entrenamiento concéntrico aislado⁶¹, entrenamiento de resistencia lenta pesada^{9,49} y entrenamiento concéntrico / excéntrico progresando a entrenamiento excéntrico.^{88,89} Este artículo se enfoca en la lógica subyacente de varios de estos paradigmas de carga.

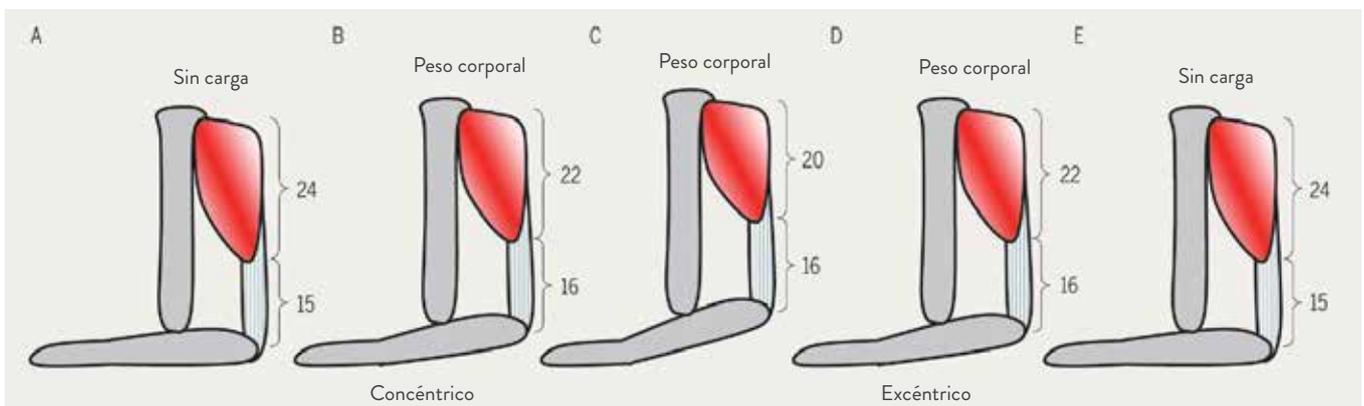


FIGURA 1. Ilustración esquemática de la contracción muscular concéntrica y excéntrica alrededor de la articulación del tobillo. Los números ilustran las longitudes (no a escala). (A) Durante la elevación concéntrica del talón, el tendón y el músculo inicialmente se relajan. (B) A medida que el músculo se acorta, se genera fuerza, lo que hace que el tendón se alargue hasta que se haya alcanzado la fuerza suficiente y el talón comience a levantarse. (C) Mientras que los músculos se acortan aún más, el talón continúa levantándose con una fuerza prácticamente invariable y, debido a la carga constante, también se mantiene constante la longitud del tendón. (D) En la fase excéntrica, el talón baja a medida que el músculo se alarga, aún con una fuerza casi constante, y en consecuencia el tendón conserva su longitud. (E) Finalmente, el músculo se alarga a medida que se relaja y el tendón se acorta porque se elimina la carga. Tenga en cuenta que en los gráficos, la longitud del tendón está determinada por la cantidad de carga transportada Independientemente de la longitud del músculo.

RESPUESTA DEL TENDÓN SANO A LA CARGA

En 2007, la American College of Physicians y la American Pain Society Está bien establecido que el ejercicio en general puede afectar tanto al músculo esquelético³⁸ como al tendón⁴⁸. En el tendón, se produce un agudo aumento del flujo sanguíneo y de la síntesis del colágeno^{54,55} y los efectos a largo plazo conducen a la hipertrofia de tejidos y la alteración de

las propiedades del material.^{12, 85, 98} La magnitud y el tipo de adaptación probablemente dependa del régimen de ejercicios, incluida la magnitud de la carga, el rango de movimiento realizado, el modo de contracción (alargamiento excéntrico / acortamiento concéntrico), la velocidad de movimiento, el número de repeticiones y los períodos de descanso entre las sesiones de ejercicios. Se puede confeccionar una amplia gama de programas de ejercicios variando estos componentes, desde programas de resistencia (baja carga, alta velocidad, muchas repeticiones), a otros de fuerza (alta carga, baja velocidad, pocas repeticiones), con innumerables combinaciones en el medio. Los respuesta del tendón a los diversos parámetros de ejercicios serán discutidos en las siguientes secciones, aunque siga siendo limitado el conocimiento sobre varios asuntos.

Es sabido que las células del tendón (fibroblastos) responden a estímulos mecánicos en forma de tensión^{42, 66, 96} y que privarlas de la tensión (deformación relativa del tejido) conduce a la degeneración y la apoptosis (muerte celular).^{7, 17, 99} Sin embargo, la respuesta a la dosis de la magnitud de la tensión todavía no está bien establecida. Experimentos de cultivo celular sugieren que hay un aumento de la respuesta (aumento de la expresión de colágeno, reducción de la expresión de la matriz de metaloproteinasas y aumento de la rigidez de la matriz) con mayor tensión^{56, 101} pero puede haber una tensión óptima, más allá de la cual el estiramiento se vuelve perjudicial.^{41, 68} Los valores absolutos de la tensión utilizada en la estimulación del cultivo celular varían mucho, y no se sabe cuánto, de una tensión dada, experimentarán las células en vivo, porque la matriz circundante puede proporcionar un blindaje. En vivo, en personas con tendones de Aquiles sanos, se ha informado que con volumen de ejercicio similar, trabajando al 90% de máxima contracción voluntaria (MCV), que causa aproximadamente el 5% de la tensión del tendón, produce una mayor rigidez y área de sección transversal en comparación con el trabajo a 55% de MCV, lo que causa aproximadamente 3% de tensión en el tendón.⁵

Velocidad y / o duración de la carga durante el ejercicio también parecen ser importantes para la adaptación del tendón.^{6, 41, 51, 56} A nivel celular, la mayoría de los estudios^{30, 41, 97}, aunque no todos²¹, determinaron que la respuesta adaptativa de los fibroblastos a la carga dinámica es superior a la de la carga estática (velocidad cero). Aunque la respuesta a los diferentes regímenes de carga dinámica es compleja debido a la interacción de los parámetros, en general, la evidencia sugiere que el aumento del tiempo con carga y del número de ciclos de carga, así como el aumento del porcentaje de carga da como resultado una respuesta adaptativa positiva (aumento de la resistencia y rigidez de la matriz y disminución de la expresión de metaloproteinasas de la matriz) en fibroblastos cultivados.^{41, 56, 100} La respuesta parece ser un poco diferente en vivo, donde se ha constatado que la rigidez y tamaño (área transversal) del tendón de Aquiles humano fue más sensible a un bajo número de cargas de larga

“La magnitud y el tipo de adaptación probablemente dependa del régimen de ejercicios, incluida la magnitud de la carga, el rango de movimiento realizado, el modo de contracción (alargamiento excéntrico / acortamiento concéntrico), la velocidad de movimiento, el número de repeticiones y los períodos de descanso entre las sesiones de ejercicios.”

“Velocidad y / o duración de la carga durante el ejercicio también parecen ser importantes para la adaptación del tendón. A nivel celular, la mayoría de los estudios, aunque no todos, determinaron que la respuesta adaptativa de los fibroblastos a la carga dinámica es superior a la de la carga estática (velocidad cero).”

duración (ciclos de 6 segundos) que a un gran número de cargas más rápidas (ciclos de 2 segundos) cuando el volumen total de ejercicios se mantuvo constante.^{5,6} Este hallazgo se corrobora con otro estudio que muestra que las contracciones isométricas de larga duración (20 segundos) producen una mayor adaptación del tendón rotuliano (mayor rigidez) que las contracciones rápidas (1 segundo) en ejercicios de igual volumen.⁵¹ En este último estudio, la fuerza muscular y la adaptación del volumen no se vieron afectadas por la duración de la contracción.

Se desconoce si las células del tendón experimentan alguna forma de fatiga como resultado de los ciclos de carga repetidos. Las células tendinosas tienen una baja tasa metabólica y probablemente no requieren descanso para restaurar sus depósitos de energía. Sin embargo, la respuesta anabólica a la carga se mantiene en el tendón por hasta varios días después de una sesión de ejercicios^{55,65}, algo que podría indicar la necesidad de un período de recuperación posterior al ejercicio.⁶³ Pero, a la inversa, estudios sobre cultivo celular han realizado estimulación continua de fibroblastos por hasta 24 horas por día sin efectos perjudiciales^{41,59} y la mayoría protocolos de ejercicios para el tratamiento de la tendinopatía se realizan todos los días sin períodos de recuperación.^{4,67,89} En general, faltan estudios que aborden específicamente los efectos de la recuperación y cómo afecta a la adaptación del tendón.

El tendón, en gran medida, está compuesto por la matriz extracelular (MEC), que es una estructura pasiva y, a diferencia de las células, no responde activamente a la carga, aunque puede ser afectada diferencialmente por los parámetros del ejercicio. Se ha sugerido que la acumulación de microlesiones puede estar implicada en la etiología de la tendinopatía⁸⁷ y, debido a que la rotación en los tendones es lenta³⁴, el daño en la MEC podría acumularse. Las microlesiones son difíciles de medir, por esa razón su relevancia clínica no está clara. Sin embargo, si tienen un rol, sería un argumento a favor de los períodos de recuperación. Estudios biomecánicos han demostrado que tanto la sobrecarga como la fatiga mecánica pueden causar daño a la MEC del tendón^{43,72} que podría desempeñar un papel en la tendinopatía. La MEC del tendón es también un material viscoelástico, esto significa que los regímenes de carga más lenta pueden producir mayores tensiones que un régimen de carga más rápida, ya que el tendón tiene más tiempo para moverse con lentitud⁷⁴. Moverse con lentitud también parece estar asociado con un mayor deslizamiento relativo de la fibrilla²⁴, lo que puede generar tensiones locales de corte percibidas por las células. Por lo tanto, la carga lenta puede producir estímulos celulares particularmente fuertes que pueden ser beneficiosos para el tendón si la tensión es suficiente, pero podría ser perjudicial si la tensión fuera excesiva. Este comportamiento viscoelástico depende de la cantidad de tiempo que el tendón está sometido a la carga y, por lo tanto, no lo afecta a la contracción muscular (excéntrica o concéntrica).

En resumen, el tendón responde a la carga y responderá con más fuerza a mayores cargas, aunque es probable que exista un nivel óptimo más allá del cual la carga se vuelve perjudicial. Los regímenes de carga más lentos pueden ser superiores a los de carga rápida, mientras que no está clara la importancia de la recuperación entre sesiones de carga.

TENDÓN BAJO CONTRACCIONES MUSCULARES EXCÉNTRICAS Y CONCÉNTRICAS

Aunque algunos regímenes de carga excéntrica para la tendinopatía han sido ampliamente aceptados como tratamiento de elección⁹², los mecanismos potenciales detrás de estos tratamientos no son claros. En la siguiente sección, discutiremos algunos mecanismos propuestos y sus potenciales aplicaciones a la luz de la evidencia existente.

Estrictamente hablando, las descripciones de "concéntrico" y "excéntrico" solo se aplican a los músculos, que se contraen activamente. El tendón es una estructura mecánicamente pasiva que se alarga cuando aumenta la carga y se acorta cuando la carga se reduce (FIGURA 1). Por lo tanto es cuestionable si el modo de contracción muscular y el rango de movimiento para una carga dada tienen un efecto diferencial sobre el tejido del tendón. El hecho de que los músculos puedan producir una mayor fuerza máxima excéntrica que concéntrica sugeriría un potencial para una mayor estimulación mecánica para ejercicios excéntricos que concéntricos.^{18,37} En consecuencia, se ha sugerido que el tendón puede estirarse más durante la carga excéntrica que durante la concéntrica.^{1,90} Sin embargo, mientras que hay un potencial para una mayor carga del tendón y, en consecuencia, el estiramiento con ejercicios excéntricos, dicho potencial es poco utilizado porque los ejercicios de rehabilitación rara vez se acercan a 1 repetición concéntrica máxima. Se ha demostrado que la carga y el estiramiento del tendón de Aquiles son idénticos durante los componentes concéntricos y excéntricos de una subida/caída del talón contra el peso corporal (FIGURA 2), una carga típica utilizada en rehabilitación.^{11,79} Los 2 ejercicios excéntricos más utilizados para tendinopatía son sentadillas para el tendón rotuliano y talón que baja para el tendón de Aquiles y ambos movimientos se realizan en general con una repetición máxima de 15.^{4,103}

Las TABLAS 1 y 2 presentan una lista del número semanal de repeticiones y cargas estimadas, utilizadas en varios regímenes de ejercicios excéntricos publicados en la literatura. Se debe tomar nota que varios estudios utilizaron una progresión de carga individualizada, pero rara vez reportaron la cantidad real alcanzada, sólo la carga inicial. También vale la pena señalar que la mayoría de los estudios no incluyeron un grupo de control, probablemente por razones éticas; por lo tanto, no está claro si el tratamiento proporcionado fue superior o no a un enfoque de "esperar y ver". Sin embargo, la mayoría de estos estudios incluyeron pacientes con síntomas crónicos, lo que sugiere que el tiempo solo no habría mejorado su condición.

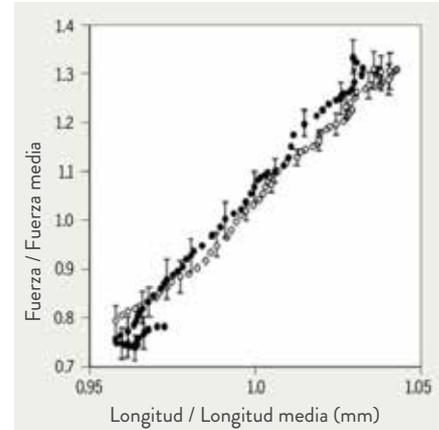


FIGURA 2. Fuerza del tendón de Aquiles versus longitud del tendón de Aquiles. Los datos excéntricos se muestran como círculos vacíos, mientras que los datos concéntricos son los círculos rellenos. Reproducido con permiso de Chaudhry S, Morrissey D, Woledge RC, Bader DL, Screen HR. Carga excéntrica y concéntrica del tríceps sural: un estudio en vivo sobre dinámica muscular y parámetros biomecánicos del tendón. *J Appl Biomech.* 2015; 31: 69-78. © Human Kinetics, Inc.

“Se ha demostrado que la carga y el estiramiento del tendón de Aquiles son idénticos durante los componentes concéntricos y excéntricos de una subida/caída del talón contra el peso corporal.”

Se han sugerido algunos mecanismos teóricos para explicar cómo la carga excéntrica puede influir de manera diferente sobre el tendón. Por ejemplo, durante los ejercicios de descenso / elevación del talón, la fuerza de reacción del suelo puede fluctuar a una frecuencia más alta (aproximadamente 10 Hz) durante la fase excéntrica.^{36,79,84} Mientras que las células del tendón podrían potencialmente registrar esta modulación, la magnitud de la modulación es bastante pequeña en comparación con la carga total (aproximadamente 10%). También se ha propuesto que esa unidad de activación motora difiere entre los ejercicios concéntricos y excéntricos¹⁸, lo que puede producir una diferencia en la distribución de la carga y cizallamiento dentro del tendón, aunque tal mecanismo es poco probable que sea un factor para el tendón rotuliano, en el que la carga se distribuye a través de la rótula. Finalmente, moléculas de señalización secretadas por el músculo (mioquinas), tales como la interleucina 6 (IL-6)⁷⁵, podría potencialmente afectar el tendón cercano y la expresión de la mioquina puede diferir entre los ejercicios concéntricos y excéntricos, aunque los efectos actualmente no están claros.^{73,94}

En contraste con estas consideraciones hipotéticas, hay evidencia para sugerir que las contracciones musculares excéntricas y concéntricas no producen una respuesta diferencial del tendón. En modelos animales se ha demostrado que las contracciones concéntricas o excéntricas al mismo nivel de fuerza no influyen en la expresión de colágeno a nivel celular.²⁹ De hecho, incluso si la fuerza de contracción muscular excéntrica fuera más grande que la fuerza de contracción concéntrica, ambos modos de contracción producirían expresiones similares de colágeno.³³ Estos hallazgos en animales implican que dada una fuerza suficientemente alta (y la tensión resultante en el fibroblasto), el modo de contracción es intrascendente para la respuesta celular del tendón. Un estudio reciente examinó el efecto del modo de contracción en la hipertrofia del tendón (y músculo) en personas sanas.²⁰ El entrenamiento de resistencia de 12 semanas consistió en extensiones aisladas de rodilla concéntricas hacia un lado y extensiones de rodilla excéntricas hacia el lado contralateral. Las series, repeticiones y el tiempo de carga fueron similares entre ambos lados, pero la carga para el lado excéntrico fue 120% más elevada que la del lado concéntrico. Los resultados mostraron que el entrenamiento de resistencia, tanto con contracción concéntrica como excéntrica, produce similar magnitud de hipertrofia del tendón.²⁰ Estos hallazgos refuerzan la noción de que la respuesta celular y tisular en el tendón sano es independiente del modo de contracción.

En resumen, existe una serie de mecanismos que, teóricamente, podrían diferenciar el efecto de los ejercicios excéntricos o concéntricos en el tendón, pero no hay evidencia de que estos mecanismos realmente jueguen un rol o sean beneficiosos. En contraste, existe evidencia de estudios en animales y humanos que sugieren la ausencia de efectos diferenciales entre los ejercicios excéntricos y concéntricos.

TABLA 1

PROGRAMAS DE EJERCICIOS UTILIZADOS EN ESTUDIOS PARA LA TENDINOPATÍA DE AQUILES

Estudio / grupo	Carga*	Mejora del dolor †
Alfredson et al ⁴		
EXC aislado	1260 (100%) ‡§	EVA, 94%
Croisier et al ¹³		
EXC aislado	135 (130%)	EVA, 73% (10 semanas)
Alfredson y Lorentzon ³		
EXC aislado	1260 (100%) ‡§	EVA, 75%
Öhberg y Alfredson ⁷⁰		
EXC aislado	1260 (100%) ‡§	Dolor durante la actividad: reducido, 88%
Roos et al ⁸³		
EXC aislado	1260 (100%) ‡§	Puntuación de resultados de pie y tobillo, 36%
Shalabi et al ⁸⁶		
EXC aislado	1260 (100%) ‡§	Escala de dolor de 6 puntos, 40%
de Vos et al ¹⁶		
EXC aislado	1260 (100%) ‡§	VISA-A, 78%
Langberg et al ⁵³		
EXC aislado	1260 (100%) ‡§	EVA, 71%
Petersen et al ⁷⁶		
EXC aislado	1890 (100%) ‡§	EVA, 60%
Yelland et al ¹⁰²		
EXC aislado	1260 (100%) ‡§	VISA-A, 38%
Silbernagel et al ⁸⁸		
EXC aislado más EXC combinado + CON más otros ejercicios	Mixto, 840 (50%) † Mixto, 945 (100%) ‡§ EXC, 630 (100%) ‡§	VISA-A, 60%
Rompe et al ⁸²		
EXC aislado	1260 (100%) ‡§	VISA-A, 49% (16 semanas) ¶
Espere y vea	0 (0%)	VISA-A, 14% (16 semanas)
Nørregaard et al ⁶⁹		
EXC aislado	1260 (100%) ‡§	Puntuación KOOS modificada: mejorada, 25%
Stretching	Stretching	Puntuación KOOS modificada: mejorada, 25%
Beyer et al ⁹		
EXC aislado	1260 (100%) ‡§	VISA-A, 24%
		EVA, 59%
Resistencia lenta pesada (EXC + CON)	144 (130%) †	VISA-A, 41%
		EVA, 69%
Mafi et al ⁶¹		
EXC aislado	1260 (100%) ‡§	Satisfecho, 82% ¶
		Satisfacción EVA, 83%
CON aislado más salto más salto a la cuerda	1260 (100%) ‡§	Satisfecho, 32%
		Satisfacción EVA, 86%
Niesen-Vertommen et al ⁶⁷		
EXC aislado	300 (55%) §	EVA, 78% ¶
EXC mixto/combinado + CON	300 (25%) §	EVA, 46%
Silbernagel et al ⁸⁹		
EXC aislado más EXC mixto/combinado + CON más otros ejercicios	Mixto, 840 (50%) † Mixto, 945 (100%) ‡§ EXC, 630 (100%) ‡§	Dolor durante la actividad: reducido, 57%
EXC Mixto + CON	1260 (50%) § 315 (100%) §	Dolor durante la actividad: reducido, 80%

Abreviaturas: CON, concéntrico; EXC, excéntrico; KOOS (Knee injury Osteoarthritis Outcome Score, Escala de resultados de la osteoartritis en la lesión de rodilla); EVA, escala visual analógica; VISA-A (Victorian Institute of Sport Assessment-Achilles, Instituto Victoriano de Evaluación del Deporte-Aquiles). * Carga informada con repeticiones semanales y carga estimada como porcentaje del peso corporal (el 50% del peso corporal es a dos piernas y el 100% a 1 pierna). En general, aparece la carga máxima, pero para

estudios con progresión de carga que no informan los progresos obtenidos, sólo se detalla la carga antes de la progresión. No se evaluó la carga en los ejercicios de estiramiento. † A menos que se indique lo contrario, todos los estudios tuvieron 12 semanas de tratamiento. ‡ Dolor aceptable. § El estudio incluye la progresión no reportada más allá de lo que está en la lista. ¶ Porcentaje de peso corporal estimado desde la máxima contracción voluntaria u otra carga externa. ¶¶ Mejora en el grupo EXC significativamente mayor que en el grupo de comparación.

“Existe una serie de mecanismos que, teóricamente, podrían diferenciar el efecto de los ejercicios excéntricos o concéntricos en el tendón, pero no hay evidencia de que estos mecanismos realmente jueguen un rol o sean beneficiosos.”

LOS EFECTOS DE LOS REGÍMENES DE CONTRACCIÓN MUSCULAR EN LA TENDINOPATÍA

Tanto los atletas de elite como los amateurs sufren frecuentemente de tendinopatías de Aquiles y / o rotuliana.^{52,57} La literatura clínica se ha centrado principalmente en el uso de ejercicios con carga excéntricos para el tratamiento de estas tendinopatías y, por lo tanto, en las siguientes secciones sobre tendinopatías de Aquiles y rotulianas primero abordarán los estudios clínicos que han investigado los efectos de la carga excéntrica, seguido por aquellos que han investigado los efectos de otros tipos de ejercicios de carga. Las **TABLAS 1 y 2** incluyen estudios clínicos sobre tendinopatías de Aquiles y rotulianas, con carga informada y repeticiones semanales, y carga estimada según el porcentaje del peso corporal.

El efecto de la contracción muscular excéntrica en el tendón de Aquiles

Se ha demostrado que los regímenes de carga excéntrica para la tendinopatía de Aquiles pueden proporcionar mejoras clínicas, incluida la reducción del dolor y mejora de la función.^{15, 47, 88, 92} Varios estudios^{3, 13} han empleado el paradigma de la carga excéntrica aislada introducido inicialmente por Alfredson y col.⁴ Cuando este modelo de ejercicios se realiza con la caída unilateral del talón, la fuerza absorbida por el tendón es una función del peso corporal y la fuerza puede ser regulada con peso adicional colocado en una mochila utilizada por el paciente. Además de las mejoras en el dolor y la función, parecería que las características estructurales, observadas con ecografía y resonancia magnética, se alteran después de la carga excéntrica aislada en algunos estudios^{28, 70, 71, 86}, pero no todos.^{14, 69, 76, 82} También se ha demostrado que, además de disminuir el dolor, la carga excéntrica aislada puede dar como resultado una mayor síntesis del colágeno tipo I.⁵³ Por lo tanto, la carga excéntrica aislada parece influir en la bioquímica y en los parámetros biomecánicos y mejorar los resultados clínicos. Los efectos benéficos de la carga excéntrica aislada con peso corporal parecen reducirse si el dolor está localizado hacia la inserción del tendón¹⁹; sin embargo, esto se podría solucionar evitando la flexión dorsal del tobillo debajo de la horizontal para evitar la compresión de la parte distal extrema del tendón contra la cara posterior del calcáneo.⁴⁰

Varios estudios han comparado la carga excéntrica aislada con peso corporal con otros tipos de terapias sin carga (por ejemplo: proloterapia, crioterapia, férulas).^{16, 76, 83, 102} La mayoría de estos estudios informaron mejoras clínicas significativas con el ejercicio excéntrico^{16, 76, 83, 102}, aunque el efecto en relación al tratamiento alternativo varía (p. ej., los regí-

menes de carga excéntrica tienen mayor efecto que la crioterapia, pero un efecto similar en comparación con la terapia de ondas de choque y taloneras).⁹²

En conjunto, estos estudios demuestran beneficios clínicos positivos de la carga excéntrica, pero debido a que ninguno de ellos tiene un grupo de comparación que utilice un modo de contracción muscular alternativo (concéntrico o isométrico), no pueden demostrar si el modo de contracción muscular tiene un rol en el resultado.

El efecto de la contracción muscular excéntrica comparado con otros regímenes de contracción para la tendinopatía de Aquiles

Una cantidad limitada de estudios han investigado los efectos del ejercicio excéntrico aislado en relación con otros regímenes de carga para la tendinopatía de Aquiles.^{9, 61, 67, 69, 89} Se ha demostrado que los ejercicios rápidos de talón con una carga excéntrica alta fueron más efectivos para reducir el dolor general que los ejercicios isotónicos concéntricos/excéntricos con cargas más bajas.⁶⁷ Otros han comparado la carga excéntrica y concéntrica aislada y han demostrado una reducción similar del dolor con ambos regímenes, con mayor carga en el tendón en el excéntrico (peso corporal más mochila) que en el grupo concéntrico (menor o igual al peso corporal) (TABLA 1).⁶¹ Un programa de rehabilitación más extenso que incluía cargas concéntricas / excéntricas con peso corporal rindió mejores resultados autoinformados (cuestionario sobre función y dolor) que un programa concéntrico con un volumen de carga total menor, no a las 6 semanas sino al año de seguimiento.⁸⁹ La carga excéntrica aislada con peso corporal también fue comparada con el estiramiento estático, que coloca una baja magnitud carga en el tendón por un período prolongado, y los resultados mostraron que las intervenciones produjeron un resultado clínico similar.⁶⁹ Recientemente se demostró que el entrenamiento de resistencia lenta pesada 3 veces por semana fue igualmente efectivo para reducir los síntomas en comparación con el tradicional régimen excéntrico realizado 7 días por semana en pacientes con tendinopatía de Aquiles.⁹ Estos datos indican que los diferentes regímenes de contracción muscular con carga pueden lograr la misma mejora clínica en pacientes con tendinopatía de Aquiles. De este modo, parecería que la carga confiere algunas mejoras clínicas para la tendinopatía de Aquiles pero, según la literatura disponible, no es posible delinear el rol del modo de contracción (excéntrico o concéntrico) a partir de la magnitud de la carga, el número de repeticiones y series, velocidad de contracción y tiempo de recuperación entre sesiones.

Los efectos de la contracción muscular excéntrica en el tendón rotuliano

De modo similar a la tendinopatía de Aquiles, se ha sugerido que los regímenes de carga excéntrica pueden proporcionar mejoras clínicas para la tendinopatía rotuliana.^{8, 13, 39, 78} Los pacientes, en general, cargan ex-

“Se ha demostrado que los regímenes de carga excéntrica para la tendinopatía de Aquiles pueden proporcionar mejoras clínicas, incluida la reducción del dolor y mejora de la función.”

“Por lo tanto, no existe una evidencia general firme para apoyar la idea de que la carga excéntrica es más eficiente que la concéntrica u otros regímenes de carga para la tendinopatía rotuliana.”

céntricamente el tendón rotuliano afectado cuando realizan una sentadilla parcial con la extremidad afectada, y luego retornan a la posición inicial cargando concéntricamente el tendón no afectado. Un estudio comparó la carga excéntrica aislada con peso corporal con una terapia sin carga con ecografía o masaje de fricción transversal.⁹¹ Los autores informaron que 3 sesiones semanales (cada sesión incluyó 3 series de 15 repeticiones) de sentadillas excéntricas aisladas durante 4 semanas produjeron importantes mejoras clínicas, que fueron mucho mayores que las obtenidas con la terapia sin carga.⁹¹ También se demostró que la carga excéntrica puede dar como resultado una mejora clínica cuando se les indica a los pacientes que se abstengan de realizar actividad deportiva durante el período de tratamiento.^{39,91} Sin embargo, en jugadores de voleibol de élite con tendinopatía rotuliana, se agregaron a la actividad existente durante la temporada, 8 semanas de carga excéntrica aislada, pero no se obtuvo ningún alivio del dolor.⁹⁵ Por el contrario, en tendinopatía de Aquiles se demostró que una actividad física moderada durante el período de tratamiento no interfiere en los beneficios del ejercicio excéntrico.⁸⁸ La diferencia aparente entre la actividad de élite y una más moderada puede estar relacionada con el tiempo de recuperación insuficiente o posiblemente el volumen de carga total de la actividad deportiva y los ejercicios con carga excéntrica agregados⁶³, aunque esto requiere una mayor investigación. La ecografía ha sido utilizada para investigar cambios estructurales (espesor del tendón y actividad Doppler) en la tendinopatía rotuliana después del ejercicio excéntrico, pero no ha demostrado efectos significativos.⁴⁹ En general, los estudios anteriores muestran que la carga excéntrica puede proporcionar beneficios clínicos en el tratamiento de la tendinopatía rotuliana pero no está claro si la dirección real de la contracción muscular juega un papel en el resultado o si los beneficios clínicos están relacionados con la magnitud absoluta de la carga, ya que ninguno de estos estudios tuvo un grupo de comparación similar.

El efecto de la contracción muscular excéntrica en comparación con otros regímenes de contracción para la tendinopatía rotuliana

Existe sólo un estudio de tendinopatía rotuliana que compara la carga excéntrica aislada con un régimen de carga concéntrica idéntico, con igual magnitud de carga, volumen y velocidad.³⁹ Los autores concluyeron que la carga excéntrica fue más efectiva para reducir el dolor que la carga concéntrica; sin embargo, debido a un elevado número de abandonos, sólo 4 de 7 participantes permanecieron en el grupo concéntrico, se hizo difícil una comparación significativa y una conclusión firme.³⁹

Otros estudios han comparado los regímenes de carga sin igualar la carga (TABLA 2). Se han comparado sentadillas excéntricas aisladas en una tabla inclinada con sentadillas concéntricas/excéntricas mixtas en una superficie plana en jugadores de voleibol de élite: ambos grupos realizaron ejercicios sólo con la extremidad afectada durante 12 semanas, antes de comenzar la temporada competitiva.¹⁰³ Ambos

TABLA 2

PROGRAMAS DE EJERCICIOS UTILIZADOS EN ESTUDIOS PARA LA TENDINOPATÍA DE AQUILES

Estudio / grupo	Carga*	Mejora del dolor †
Bahr et al ⁸		
EXC aislado	630 (100%) ‡§	VISA-P, 73%
Croisier et al ¹³		
EXC aislado	135 (130%)	EVA, 71%
Purdam et al ⁷⁸		
EXC aislado	630 (100%) ‡§	EVA, 62%
Stasinopoulos y Stasinopoulos ⁹¹		
EXC aislado	135 (100%) ‡§	Escala de 5 puntos, 80% (4 semanas)
Visnes et al ⁹⁵		
EXC aislado + Voleibol competitivo	630 (100%) ‡§	Sin mejoras
Voleibol competitivo (control)	0 (0%)	Sin mejoras
Young et al ¹⁰³		
EXC aislado sobre tabla inclinada a 25°	630 (100%) ‡§	VISA-P, 25%
		EVA, 51%
EXC aislado en step horizontal	630 (100%)	VISA-P, 18%
		EVA, 53%
Jonsson y Alfredson ³⁹		
EXC aislado	630 (100%) ‡§	VISA-P, 102% ¶
		EVA, 69% ¶
CON aislado (n = 4)	630 (100%) ‡§	VISA-P, -9%
		EVA, 8%
Kongsgaard et al ⁴⁹		
EXC aislado	630 (100%) ‡	VISA-P, 42%
Resistencia lenta pesada (EXC + CON)	288 (130%) ‡	VISA-P, 39%
Kongsgaard et al ⁵⁰		
No EXC
Resistencia lenta pesada (EXC + CON)	288 (130%) ‡	VISA-P, 27%
Frohm et al ²⁶		
EXC aislado	315 (100%) ‡§	VISA-P, 108%
EXC aislado con sobrecarga	32 (170%) ‡§	VISA-P, 76%
Cannell et al ¹⁰		
Sentadilla EXC	300 (60%) ‡§	EVA, 55%
EXC mixto + CON, foco en CON	150 (CON, 125%) § (EXC, 63%)	EVA, 31%

Abreviaturas: CON, concéntrico; EXC, excéntrico; EVA, escala visual analógica; VISA-P (Victorian Institute of Sport Assessment-patella, Instituto Victoriano de Evaluación del Deporte-rótula).

* Carga informada con repeticiones semanales y carga estimada como porcentaje del peso corporal (50% del peso corporal es a 2 piernas y el 100% a 1 pierna). En general, aparece la carga máxima, pero para estudios con progresión de carga que no informan los progresos obtenidos, sólo se detalla la carga antes de la progresión. No se evaluó la carga en los ejercicios de estiramiento. † A menos que se indique lo contrario, todos los estudios tuvieron 12 semanas de tratamiento. ‡ Dolor aceptable. §El estudio incluye la progresión no reportada más allá de lo que está en la lista. ¶Porcentaje de peso corporal estimado de la contracción voluntaria máxima u otra carga externa. ¶¶ Mejora en el grupo EXC significativamente mayor que en el grupo de comparación.

protocolos dieron como resultado la reducción del dolor y el aumento de la función, sin diferencia entre los grupos. Doce semanas de entrenamiento excéntrico pesado aislado, con pocas repeticiones de alta carga (100% de máxima contracción voluntaria, MCV, aproximadamente 170% de peso corporal) se compararon con sentadillas aisladas excéntricas en una tabla inclinada utilizando un mayor número de repeticiones a menor carga (100% de peso corporal, aproximadamente

“Hay una escasez de ensayos clínicos que comparen de forma directa diferentes regímenes de ejercicios con diferentes dosis de ejercicios, pero la evidencia disponible ofrece cierto apoyo a la superioridad de los ejercicios excéntricos aislados.”

60% MCV).²⁶ Ambos grupos mejoraron notablemente en el dolor y la función, pero sin diferencia entre ellos. Otro estudio comparó la sentadilla de carga excéntrica amortiguando a 2 pies (60 repeticiones por sesión) con ejercicios de flexión / extensión de rodilla (30 repeticiones por sesión), con el objetivo de crear un alto componente de carga concéntrica (75% -80% MCV) (10). Ambos grupos entrenaron con cargas progresivas 5 veces por semana y redujeron el dolor del tendón después de 12 semanas, pero los resultados no fueron diferentes entre los grupos. Solo 1 estudio investigó los resultados bioquímicos: la eficacia de las sentadillas excéntricas aisladas en comparación con un entrenamiento de resistencia pesado mixto concéntrico / excéntrico lento.⁴⁹ Ambos regímenes de ejercicios dieron como resultado la reducción del dolor y la mejora de la función, pero los cambios bioquímicos (aumento del contenido de colágeno y glucosilación reducida) fueron solo evidentes con el entrenamiento pesado de baja resistencia. Asimismo, el entrenamiento pesado de resistencia lenta fue asociado a cambios estructurales.⁵⁰ Por lo tanto, no existe una evidencia general firme para apoyar la idea de que la carga excéntrica es más eficiente que la concéntrica u otros regímenes de carga para la tendinopatía rotuliana. La mayoría de los estudios no han coincidido en otros parámetros, tales como carga, velocidad, frecuencia y períodos de descanso^{10, 26, 39} y, por lo tanto, todavía no está claro qué magnitud de carga específica, frecuencia o volumen de carga total por sesión se debería utilizar para proporcionar mejoras clínicas y estructurales significativas en pacientes con tendinopatía rotuliana.

IMPLICANCIAS CLÍNICAS Y DIRECCIONES FUTURAS

Las tendinopatías son una dolencia común entre los deportistas y actualmente hay una imagen incompleta de la etiología. Aunque existen varias opciones de tratamiento sugeridas, los regímenes de carga parecen tener buenos resultados clínicos. Los primeros trabajos mostraron que un programa de ejercicios con contracción excéntrica aislada tiene buenos resultados clínicos, lo que promovió el paradigma de la carga excéntrica para la tendinopatía. Sin embargo, como se describe en esta revisión, existe poca evidencia como para aislar el componente excéntrico de un régimen basado en la carga. Los mecanismos básicos que probablemente influyan en las adaptaciones del tendón parecen estar relacionadas principalmente con la magnitud y la duración de la carga / tensión sobre el tendón, y no hay una base teórica para someter al tendón a mayores cargas en ejercicios excéntricos con una fuerza dada (peso corporal o carga externa).

Hay una escasez de ensayos clínicos que comparen de forma directa diferentes regímenes de ejercicios con diferentes dosis de ejercicios, pero la evidencia disponible ofrece cierto apoyo a la superioridad de los ejercicios excéntricos aislados. Vale la pena señalar que los estudios raramente usan una magnitud de carga comparable cuando comparan un régimen de carga excéntrico con otro. Para delinear los efectos del

modo y magnitud de la carga, los trabajos futuros deberían comparar la acción excéntrica y concéntrica aislada con igual carga y en varias dosis de ejercicios en individuos con tendinopatía. El foco sobre el ejercicio excéntrico ha eclipsado a otros aspectos de la rehabilitación de la tendinopatía y el reconocimiento de la evidencia limitada puede impulsar un enfoque más amplio, que incluya el uso de carga pesada y baja velocidad, que tiene cierto apoyo tanto en la ciencia básica como en los ensayos clínicos. ●

Bibliografía

1. Alfredson H. The chronic painful Achilles and patellar tendon: research on basic biology and treatment. *Scand J Med Sci Sports*. 2005;15:252-259. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0838.2005.00466.x>
2. Alfredson H, Lorentzon R. Chronic Achilles tendinosis: recommendations for treatment and prevention. *Sports Med*. 2000;29:135-146.
3. Alfredson H, Lorentzon R. Intratendinous glutamate levels and eccentric training in chronic Achilles tendinosis: a prospective study using microdialysis technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2003;11:196-199. <http://dx.doi.org/10.1007/s00167-003-0360-0>
4. Alfredson H, Pietilä T, Jonsson P, Lorentzon R. Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis. *Am J Sports Med*. 1998;26:360-366.
5. Arampatzis A, Karamanidis K, Albracht K. Adaptational responses of the human Achilles tendon by modulation of the applied cyclic strain magnitude. *J Exp Biol*. 2007;210:2743-2753. <http://dx.doi.org/10.1242/jeb.003814>
6. Arampatzis A, Peper A, Bierbaum S, Albracht K. Plasticity of human Achilles tendon mechanical and morphological properties in response to cyclic strain. *J Biomech*. 2010;43:3073-3079. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2010.08.014>
7. Arnoczky SP, Lavagnino M, Egerbacher M. The mechanobiological aetiopathogenesis of tendinopathy: is it the over-stimulation or the under-stimulation of tendon cells? *Int J Exp Pathol*. 2007;88:217-226. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2613.2007.00548.x>
8. Bahr R, Fossan B, Løken S, Engebretsen L. Surgical treatment compared with eccentric training for patellar tendinopathy (jumper's knee). A randomized, controlled trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2006;88:1689-1698. <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.E.01181>
9. Beyer R, Kongsgaard M, Hougs Kjaer B, Øhlenschläger T, Kjaer M, Magnusson SP. Heavy slow resistance versus eccentric training as treatment for Achilles tendinopathy: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med*. 2015;43:1704-1711. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546515584760>
10. Cannell LJ, Taunton JE, Clement DB, Smith C, Khan KM. A randomised clinical trial of the efficacy of drop squats or leg extension/leg curl exercises to treat clinically diagnosed jumper's knee in athletes: pilot study. *Br J Sports Med*. 2001;35:60-64. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.35.1.60>
11. Chaudhry S, Morrissey D, Woledge RC, Bader DL, Screen HR. Eccentric and concentric loading of the triceps surae: an in vivo study of dynamic muscle and tendon bio-

“El foco sobre el ejercicio excéntrico ha eclipsado a otros aspectos de la rehabilitación de la tendinopatía.”

mechanical parameters. *J Appl Biomech*. 2015;31:69-78.

12. Couppé C, Kongsgaard M, Aagaard P, et al. Habitual loading results in tendon hypertrophy and increased stiffness of the human patellar tendon. *J Appl Physiol* (1985). 2008;105:805-810. <http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.90361.2008>
13. Croisier JL, Forthomme B, Foidart-Dessalle M, Godon B, Crielaard JM. Treatment of recurrent tendinitis by isokinetic eccentric exercises. *Isokinet Exerc Sci*. 2001;9:133-141.
14. de Jonge S, de Vos RJ, Van Schie HT, Verhaar JA, Weir A, Tol JL. One-year follow-up of a randomised controlled trial on added splinting to eccentric exercises in chronic midportion Achilles tendinopathy. *Br J Sports Med*. 2010;44:673-677. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2008.052142>
15. de Vos RJ, Weir A, van Schie HT, et al. Plateletrich plasma injection for chronic Achilles tendinopathy: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2010;303:144-149. <http://dx.doi.org/10.1001/jama.2009.1986>
16. de Vos RJ, Weir A, Visser RJ, de Winter T, Tol JL. The additional value of a night splint to eccentric exercises in chronic midportion Achilles tendinopathy: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med*. 2007;41:e5. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2006.032532>
17. Dideriksen K. Muscle and tendon connective tissue adaptation to unloading, exercise and NSAID. *Connect Tissue Res*. 2014;55:61-70. <http://dx.doi.org/10.3109/03008207.2013.862527>
18. Enoka RM. Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. *J Appl Physiol* (1985). 1996;81:2339-2346.
19. Fahlström M, Jonsson P, Lorentzon R, Alfredson H. Chronic Achilles tendon pain treated with eccentric calf-muscle training. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2003;11:327-333. <http://dx.doi.org/10.1007/s00167-003-0418-z>
20. Farup J, Rahbek SK, Vendelbo MH, et al. Whey protein hydrolysate augments tendon and muscle hypertrophy independent of resistance exercise contraction mode. *Scand J Med Sci Sports*. 2014;24:788-798. <http://dx.doi.org/10.1111/sms.12083>
21. Feng Z, Tateishi Y, Nomura Y, Kitajima T, Nakamura T. Construction of fibroblast-collagen gels with orientated fibrils induced by static or dynamic stress: toward the fabrication of small tendon grafts. *J Artif Organs*. 2006;9:220-225. <http://dx.doi.org/10.1007/s10047-006-0354-z>
22. Ferretti A. Epidemiology of jumper's knee. *Sports Med*. 1986;3:289-295.
23. Finni T, Komi PV, Lepola V. In vivo human triceps surae and quadriceps femoris muscle function in a squat jump and counter movement jump. *Eur J Appl Physiol*. 2000;83:416-426. <http://dx.doi.org/10.1007/s004210000289>
24. Folkhard W, Geercken W, Knörzer E, et al. Structural dynamic of native tendon collagen. *J Mol Biol*. 1987;193:405-407. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-2836\(87\)90228-2](http://dx.doi.org/10.1016/0022-2836(87)90228-2)
25. Fredberg U, Stengaard-Pedersen K. Chronic tendinopathy tissue pathology, pain mechanisms, and etiology with a special focus on inflammation. *Scand J Med Sci Sports*. 2008;18:3-15. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0838.2007.00746.x>
26. Frohm A, Saartok T, Halvorsen K, Renström P. Eccentric treatment for patellar tendinopathy: a prospective randomised short-term pilot study of two rehabilitation protocols. *Br J Sports Med*. 2007;41:e7. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2006.032599>

27. Frost P, Bonde JP, Mikkelsen S, et al. Risk of shoulder tendinitis in relation to shoulder loads in monotonous repetitive work. *Am J Ind Med.* 2002;41:11-18. <http://dx.doi.org/10.1002/ajim.10019>
28. Gärdin A, Bruno J, Movin T, Kristoffersen-Wiberg M, Shalabi A. Magnetic resonance signal, rather than tendon volume, correlates to pain and functional impairment in chronic Achilles tendinopathy. *Acta Radiol.* 2006;47:718-724. <http://dx.doi.org/10.1080/02841850600774035>
29. Garma T, Kobayashi C, Haddad F, Adams GR, Bodell PW, Baldwin KM. Similar acute molecular responses to equivalent volumes of isometric, lengthening, or shortening mode resistance exercise. *J Appl Physiol (1985).* 2007;102:135-143. <http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.00776.2006>
30. Gauvin R, Parenteau-Bareil R, Larouche D, et al. Dynamic mechanical stimulations induce anisotropy and improve the tensile properties of engineered tissues produced without exogenous scaffolding. *Acta Biomater.* 2011;7:3294-3301. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actbio.2011.05.034>
31. Giddings VL, Beaupré GS, Whalen RT, Carter DR. Calcaneal loading during walking and running. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32:627-634.
32. Glazebrook MA, Wright JR, Jr., Langman M, Stanish WD, Lee JM. Histological analysis of Achilles tendons in an overuse rat model. *J Orthop Res.* 2008;26:840-846. <http://dx.doi.org/10.1002/jor.20546>
33. Heinemeier KM, Olesen JL, Haddad F, et al. Expression of collagen and related growth factors in rat tendon and skeletal muscle in response to specific contraction types. *J Physiol.* 2007;582:1303-1316. <http://dx.doi.org/10.1113/jphysiol.2007.127639>
34. Heinemeier KM, Schjerling P, Heinemeier J, Magnusson SP, Kjaer M. Lack of tissue renewal in human adult Achilles tendon is revealed by nuclear bomb 13C. *FASEB J.* 2013;27:2074-2079. <http://dx.doi.org/10.1096/fj.12-225599>
35. Heinemeier KM, Skovgaard D, Bayer ML, et al. Uphill running improves rat Achilles tendon tissue mechanical properties and alters gene expression without inducing pathological changes. *J Appl Physiol (1985).* 2012;113:827-836. <http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.00401.2012>
36. Henriksen M, Aaboe J, Bliddal H, Langberg H. Biomechanical characteristics of the eccentric Achilles tendon exercise. *J Biomech.* 2009;42:2702-2707. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2009.08.009>
37. Hill AV. The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. *Proc R Soc Lond B Biol Sci.* 1938;126:136-195. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.1938.0050>
38. Holloszy JO, Coyle EF. Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol.* 1984;56:831-838.
39. Jonsson P, Alfredson H. Superior results with eccentric compared to concentric quadriceps training in patients with jumper's knee: a prospective randomised study. *Br J Sports Med.* 2005;39:847-850. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2005.018630>
40. Jonsson P, Alfredson H, Sunding K, Fahlström M, Cook J. New regimen for eccentric calf-muscle training in patients with chronic insertional Achilles tendinopathy: results of a pilot study. *Br J Sports Med.* 2008;42:746-749. <http://dx.doi.org/10.1136/>

bjism.2007.039545

41. Joshi SD, Webb K. Variation of cyclic strain parameters regulates development of elastic modulus in fibroblast/substrate constructs. *J Orthop Res.* 2008;26:1105-1113. <http://dx.doi.org/10.1002/jor.20626>
42. Kalson NS, Holmes DF, Herchenhan A, Lu Y, Starborg T, Kadler KE. Slow stretching that mimics embryonic growth rate stimulates structural and mechanical development of tendon-like tissue in vitro. *Dev Dyn.* 2011;240:2520-2528. <http://dx.doi.org/10.1002/dvdy.22760>
43. Ker RF, Wang XT, Pike AV. Fatigue quality of mammalian tendons. *J Exp Biol.* 2000;203:1317-1327.
44. Kettunen JA, Kvist M, Alanen E, Kujala UM. Long-term prognosis for jumper's knee in male athletes. A prospective follow-up study. *Am J Sports Med.* 2002;30:689-692.
45. Khan K, Cook J. The painful nonruptured tendon: clinical aspects. *Clin Sports Med.* 2003;22:711-725.
46. Khan KM, Cook JL, Kannus P, Maffulli N, Bonar SF. Time to abandon the "tendinitis" myth. *BMJ.* 2002;324:626-627. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.324.7338.626>
47. Kingma JJ, de Knikker R, Wittink HM, Takken T. Eccentric overload training in patients with chronic Achilles tendinopathy: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2007;41:e3. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2006.030916>
48. Kjaer M. Role of extracellular matrix in adaptation of tendon and skeletal muscle to mechanical loading. *Physiol Rev.* 2004;84:649-698. <http://dx.doi.org/10.1152/physrev.00031.2003>
49. Kongsgaard M, Kovanen V, Aagaard P, et al. Corticosteroid injections, eccentric decline squat training and heavy slow resistance training in patellar tendinopathy. *Scand J Med Sci Sports.* 2009;19:790-802. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00949.x>
50. Kongsgaard M, Qvortrup K, Larsen J, et al. Fibril morphology and tendon mechanical properties in patellar tendinopathy: effects of heavy slow resistance training. *Am J Sports Med.* 2010;38:749-756. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546509350915>
51. Kubo K, Kanehisa H, Fukunaga T. Effects of different duration isometric contractions on tendon elasticity in human quadriceps muscles. *J Physiol.* 2001;536:649-655. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-7793.2001.0649c.xd>
52. Kujala UM, Sarna S, Kaprio J. Cumulative incidence of Achilles tendon rupture and tendinopathy in male former elite athletes. *Clin J Sport Med.* 2005;15:133-135. <http://dx.doi.org/10.1097/01.jsm.0000165347.55638.23>
53. Langberg H, Ellingsgaard H, Madsen T, et al. Eccentric rehabilitation exercise increases peritendinous type I collagen synthesis in humans with Achilles tendinosis. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;17:61-66. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00522.x>
54. Langberg H, Olesen J, Skovgaard D, Kjaer M. Age related blood flow around the Achilles tendon during exercise in humans. *Eur J Appl Physiol.* 2001;84:246-248. <http://dx.doi.org/10.1007/s004210170013>
55. Langberg H, Skovgaard D, Petersen LJ, Bülow J, Kjaer M. Type I collagen synthesis and degradation in peritendinous tissue after exercise determined by microdialysis in humans. *J Physiol.* 1999;521 pt 1:299-306. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-7793.1999.00299.x>
56. Lavagnino M, Arnoczky SP, Tian T, Vaupel Z. Effect of amplitude and frequency of cyclic tensile strain on the inhibition of MMP-1 mRNA expression in tendon cells: an in

vitro study. *Connect Tissue Res.* 2003;44:181-187.

57. Lian ØB, Engebretsen L, Bahr R. Prevalence of jumper's knee among elite athletes from different sports: a cross-sectional study. *Am J Sports Med.* 2005;33:561-567. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546504270454>
58. Lopes AD, Hespanhol Junior LC, Yeung SS, Costa LO. What are the main running-related musculoskeletal injuries? A systematic review. *Sports Med.* 2012;42:891-905. <http://dx.doi.org/10.1007/BF03262301>
59. Maeda E, Shelton JC, Bader DL, Lee DA. Time dependence of cyclic tensile strain on collagen production in tendon fascicles. *Biochem Biophys Res Commun.* 2007;362:399-404. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbrc.2007.08.029>
60. Maffulli N, Khan KM, Puddu G. Overuse tendon conditions: time to change a confusing terminology. *Arthroscopy.* 1998;14:840-843. [http://dx.doi.org/10.1016/S0749-8063\(98\)70021-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0749-8063(98)70021-0)
61. Mafi N, Lorentzon R, Alfredson H. Superior short-term results with eccentric calf muscle training compared to concentric training in a randomized prospective multicenter study on patients with chronic Achilles tendinosis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2001;9:42-47. <http://dx.doi.org/10.1007/s001670000148>
62. Magnusson SP, Aagaard P, Dyhre-Poulsen P, Kjaer M. Load-displacement properties of the human triceps surae aponeurosis in vivo. *J Physiol.* 2001;531:277-288. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-7793.2001.0277j.x>
63. Magnusson SP, Langberg H, Kjaer M. The pathogenesis of tendinopathy: balancing the response to loading. *Nat Rev Rheumatol.* 2010;6:262-268. <http://dx.doi.org/10.1038/nrrheum.2010.43>
64. Malliaras P, Barton CJ, Reeves ND, Langberg H. Achilles and patellar tendinopathy loading programmes: a systematic review comparing clinical outcomes and identifying potential mechanisms for effectiveness. *Sports Med.* 2013;43:267-286. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-013-0019-z>
65. Miller BF, Olesen JL, Hansen M, et al. Coordinated collagen and muscle protein synthesis in human patella tendon and quadriceps muscle after exercise. *J Physiol.* 2005;567:1021-1033. <http://dx.doi.org/10.1113/jphysiol.2005.093690>
66. Moerch L, Pingel J, Boesen M, Kjaer M, Langberg H. The effect of acute exercise on collagen turnover in human tendons: influence of prior immobilization period. *Eur J Appl Physiol.* 2013;113:449-455. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-012-2450-5>
67. Niesen-Vertommen SL, Taunton JE, Clement DB, Mosher RE. The effect of eccentric versus concentric exercise in the management of Achilles tendonitis. *Clin J Sport Med.* 1992;2:109-113. <http://dx.doi.org/10.1097/00042752-199204000-00006>
68. Nirmalanandhan VS, Shearn JT, Juncosa-Melvin N, et al. Improving linear stiffness of the cellseeded collagen sponge constructs by varying the components of the mechanical stimulus. *Tissue Eng Part A.* 2008;14:1883-1891. <http://dx.doi.org/10.1089/ten.tea.2007.0125>
69. Nørregaard J, Larsen CC, Bieler T, Langberg H. Eccentric exercise in treatment of Achilles tendinopathy. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;17:133-138. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00545.x>
70. Öhberg L, Alfredson H. Effects on neovascularization behind the good results with eccentric training in chronic mid-portion Achilles tendinosis? *Knee Surg Sports Trauma-*

- tol Arthrosc. 2004;12:465-470. <http://dx.doi.org/10.1007/s00167-004-0494-8>
- 71.** Öhberg L, Lorentzon R, Alfredson H. Eccentric training in patients with chronic Achilles tendinosis: normalised tendon structure and decreased thickness at follow up. *Br J Sports Med.* 2004;38:8-11; discussion 11. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2001.000284>
- 72.** Parent G, Huppé N, Langelier E. Low stress tendon fatigue is a relatively rapid process in the context of overuse injuries. *Ann Biomed Eng.* 2011;39:1535-1545. <http://dx.doi.org/10.1007/s10439-011-0254-0>
- 73.** Paulsen G, Mikkelsen UR, Raastad T, Peake JM. Leucocytes, cytokines and satellite cells: what role do they play in muscle damage and regeneration following eccentric exercise? *Exerc Immunol Rev.* 2012;18:42-97.
- 74.** Pearson SJ, Burgess K, Onambele GN. Creep and the in vivo assessment of human patellar tendon mechanical properties. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2007;22:712-717. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2007.02.006>
- 75.** Pedersen BK, Steensberg A, Fischer C, et al. Searching for the exercise factor: is IL-6 a candidate? *J Muscle Res Cell Motil.* 2003;24:113-119.
- 76.** Petersen W, Welp R, Rosenbaum D. Chronic Achilles tendinopathy: a prospective randomized study comparing the therapeutic effect of eccentric training, the AirHeel brace, and a combination of both. *Am J Sports Med.* 2007;35:1659-1667. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546507303558>
- 77.** Pingel J, Fredberg U, Mikkelsen LR, et al. No inflammatory gene-expression response to acute exercise in human Achilles tendinopathy. *Eur J Appl Physiol.* 2013;113:2101-2109. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-013-2638-3>
- 78.** Purdam CR, Jonsson P, Alfredson H, Lorentzon R, Cook JL, Khan KM. A pilot study of the eccentric decline squat in the management of painful chronic patellar tendinopathy. *Br J Sports Med.* 2004;38:395-397. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2003.000053>
- 79.** 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 (Oxford).* 2008;47:1493-1497. <http://dx.doi.org/10.1093/rheumatology/ken262>
- 80.** Rees JD, Stride M, Scott A. Tendons – time to revisit inflammation. *Br J Sports Med.* 2014;48:1553-1557. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2012-091957>
- 81.** Roche AJ, Calder JD. Achilles tendinopathy: a review of the current concepts of treatment. *Bone Joint J.* 2013;95-B:1299-1307. <http://dx.doi.org/10.1302/0301-620X.95B10.31881>
- 82.** Rompe JD, Nafe B, Furia JP, Maffulli N. Eccentric loading, shock-wave treatment, or a wait-and-see policy for tendinopathy of the main body of tendo Achillis: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* 2007;35:374-383. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546506295940>
- 83.** Roos EM, Engström M, Lagerquist A, Söderberg B. Clinical improvement after 6 weeks of eccentric exercise in patients with midportion Achilles tendinopathy – a randomized trial with 1-year follow-up. *Scand J Med Sci Sports.* 2004;14:286-295. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0838.2004.378.x>
- 84.** Semmler JG, Tucker KJ, Allen TJ, Proske U. Eccentric exercise increases EMG amplitude and force fluctuations during submaximal contractions of elbow flexor muscles. *J Appl Physiol (1985).* 2007;103:979-989. <http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.01310.2006>

- 85.** Seynnes OR, Erskine RM, Maganaris CN, et al. Training-induced changes in structural and mechanical properties of the patellar tendon are related to muscle hypertrophy but not to strength gains. *J Appl Physiol* (1985). 2009;107:523-530. <http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.00213.2009>
- 86.** Shalabi A, Kristoffersen-Wilberg M, Svensson L, Aspelin P, Movin T. Eccentric training of the gastrocnemius-soleus complex in chronic Achilles tendinopathy results in decreased tendon volume and intratendinous signal as evaluated by MRI. *Am J Sports Med*. 2004;32:1286-1296. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546504263148>
- 87.** Shepherd JH, Screen HR. Fatigue loading of tendon. *Int J Exp Pathol*. 2013;94:260-270. <http://dx.doi.org/10.1111/iep.12037>
- 88.** Silbernagel KG, Thomeé R, Eriksson BI, Karlsson J. Continued sports activity, using a pain-monitoring model, during rehabilitation in patients with Achilles tendinopathy: a randomized controlled study. *Am J Sports Med*. 2007;35:897-906. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546506298279>
- 89.** Silbernagel KG, Thomeé R, Thomeé P, Karlsson J. Eccentric overload training for patients with chronic Achilles tendon pain – a randomized controlled study with reliability testing of the evaluation methods. *Scand J Med Sci Sports*. 2001;11:197-206. <http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-0838.2001.110402.x>
- 90.** Stanish WD, Rubinovich RM, Curwin S. Eccentric exercise in chronic tendinitis. *Clin Orthop Relat Res*. 1986:65-68.
- 91.** Stasinopoulos D, Stasinopoulos I. Comparison of effects of exercise programme, pulsed ultrasound and transverse friction in the treatment of chronic patellar tendinopathy. *Clin Rehabil*. 2004;18:347-352.
- 92.** Sussmilch-Leitch SP, Collins NJ, Bialocerkowski AE, Warden SJ, Crossley KM. Physical therapies for Achilles tendinopathy: systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res*. 2012;5:15. <http://dx.doi.org/10.1186/1757-1146-5-15>
- 93.** Tanaka S, Petersen M, Cameron L. Prevalence and risk factors of tendinitis and related disorders of the distal upper extremity among U.S. workers: comparison to carpal tunnel syndrome. *Am J Ind Med*. 2001;39:328-335. [http://dx.doi.org/10.1002/1097-0274\(200103\)39:3<328::AIDAJIM1021>3.0.CO;2-I](http://dx.doi.org/10.1002/1097-0274(200103)39:3<328::AIDAJIM1021>3.0.CO;2-I)
- 94.** Toft AD, Jensen LB, Bruunsgaard H, et al. Cytokine response to eccentric exercise in young and elderly humans. *Am J Physiol Cell Physiol*. 2002;283:C289-C295. <http://dx.doi.org/10.1152/ajpcell.00583.2001>
- 95.** Visnes H, Hoksrud A, Cook J, Bahr R. No effect of eccentric training on jumper's knee in volleyball players during the competitive season: a randomized clinical trial. *Clin J Sport Med*. 2005;15:227-234.
- 96.** Wang JH. Mechanobiology of tendon. *J Biomech*. 2006;39:1563-1582. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2005.05.011>
- 97.** Webb K, Hitchcock RW, Smeal RM, Li W, Gray SD, Tresco PA. Cyclic strain increases fibroblast proliferation, matrix accumulation, and elastic modulus of fibroblast-seeded polyurethane constructs. *J Biomech*. 2006;39:1136-1144. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2004.08.026>
- 98.** Woo SL, Ritter MA, Amiel D, et al. The biomechanical and biochemical properties of swine tendons – long term effects of exercise on the digital extensors. *Connect Tissue Res*. 1980;7:177-183. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2004.08.026>

LIC. ANDRÉS ROMAÑUK



Licenciado Kinesiólogo Fisiatra - UBA

Director de la Carrera Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría de la Universidad de Morón

Kinesiólogo Tenistas Profesionales ATP y WTA

Co-Director Recovery soluciones en movimiento

Coordinador Artro Kinesiología San Isidro

Secretario de la Asociación de Kinesiología del Deporte

Docente de Fisioterapia en Universidad de Morón y ex docente en Universidad de Buenos Aires

Formado en Quiropraxia, Mulligan Concept, Técnicas de Corrección Postural, punción seca, MEP y otras formaciones de posgrado.



E-mail: aromanuk@hotmail.com

CARTA AL EDITOR

EJERCICIOS EXCÉNTRICOS O CONCÉNTRICOS PARA EL TRATAMIENTO DE LAS TENDÍNOPATÍAS.

La tendinopatía actualmente es una patología que sigue teniendo muchas incógnitas, desde su etiología, fisiopatología, el “no proceso inflamatorio”, los factores de riesgo asociados y tratamiento. Diversos modelos teóricos intentan explicar estos contenidos sin llegar a obtener un consenso.

Este artículo comienza con un análisis de la actualidad de la tendinopatía. La biomecánica instalada desde la simple explicación del rol del tendón cumpliendo con la función de transmitir fuerzas durante la contracción muscular y generando movimiento, ya que este está capacitado para resistir cargas considerables. No debemos perder de vista que el tendón cumple la función de absorber y transferir energía, cuando hay fallas mecánicas en el mismo, esta se disipa y/o transforma de una forma no correcta.

Luego debate acerca del mecanismo lesional todavía incierto. Numerosos modelos y teorías intentan explicar esto, donde la mayoría comparte que la clave podría estar en la adaptación del tejido tendinoso a la carga mecánica. Se menciona el fundamento del término tendinopatía basado en la condición clínica, el todavía inconcluso rol de la inflamación y los cambios estructurales conocidos que podrían ser degenerativos y regenerativos conviviendo en un estado de adaptación continua.

Siguiendo con datos importantes que nos brinda el artículo, el tenocito es el que sensa y genera la respuesta, tanto celular como en la Matriz Extracelular.¹ Las respuestas se producen según el estímulo sabiendo que el trabajo dinámico es mejor que el estático. A mayor carga más adaptación del tendón, siempre y cuando exista un equilibrio. Más lenta la contracción, parecería tenerse más respuesta adaptativa a favor del tendón que en contracciones rápidas. Mayor cantidad de ciclos de carga también podría resultar positivo. Contracciones isométricas mantenidas aparentemente son mejores que contracciones rápidas. Hoy sabemos por diversos estudios, que las contracciones isométricas poseen gran poder de analgesia generando cambios locales y neurales de suma importancia.² Si bien no está definido que es lo que pasa en ambas solicitudes, se sugiere que durante la contracción excéntrica, el tendón se podría estirar más que en la concéntrica, aunque esto se ha descartado ya que se demostró que en ambos momentos se mantiene la misma longitud. Básicamente podríamos decir que los ejercicios de contracción excéntrica, nos brindan una mejo-

ría de la clínica, disminución del dolor y aumento de la capacidad funcional del tendón, asociados a algunos posibles cambios estructurales y neuromusculares.³ Aunque es importante considerar, que la mayoría de los trabajos de investigación realizados proponen el trabajo excéntrico contra otro tipo de terapia (crio, prolo, inmovilización, etc) y no compara contra otro tipo de contracción. Por lo cual, no podemos definir que tipo de contracción es mejor que otra. Hay pocas investigaciones de buen nivel y la heterogeneidad de estas hace difícil su análisis e integración a la práctica clínica. Algunas estudios en los últimos años encontraron buenos resultados clínicos con entrenamiento de resistencia lento y pesado (HSR – Heavy Slow Resistance), utilizando 6 segundos de contracción (3 de concéntrica y 3 de excéntrica).⁴ Sin embargo, no hay evidencia convincente como para establecer una postura.

A mi criterio, el punto más importante es centrarse en el manejo de las cargas del tendón a partir de diferentes tipos de contracciones: isométrica, concéntrica-excéntrica, excéntrica aislada, entrenamiento de resistencia lenta pesado y por ultimo pliométricos.⁵ Gran parte de la atención en los programas de carga del tendón como nuevo paradigma de tratamiento, se generó a partir del trabajo de Stanish en 1986. El régimen de carga de ese trabajo fue descrito como un ejercicio de estiramiento acortamiento, un componente excéntrico rápidamente seguido de un componente concéntrico. La progresión era disminuyendo síntomas, aumentando la velocidad del movimiento, y después de eso con una carga externa agregada para progresiones adicionales. Estos estudios fueron los que marcaron una línea de investigación tan marcada por la contracción excéntrica.

En conclusión, creo que es interesante el punto de vista de los autores siendo críticos a la hora de escoger un tipo de contracción terapéutica, donde actualmente se cree que el “Gold Standar” para el tratamiento de las tendinopatias es la contracción excéntrica, concepto erroneo ya que la evidencia actual es inconsistente. Creo que el punto clave es el manejo adecuado de las cargas, teniendo en cuenta su progresión y selección correcta de intervenciones a partir del contexto clínico del paciente, para poder seleccionar y progresar correctamente. Otros factores importantes no mencionados pero a tener en cuenta, son el abordaje integral del paciente considerando factores de riesgo, cadena cinética, educación, dolor, sensibilización central, adhesión al tratamiento, vuelta al deporte, y tantos otros puntos importantes.

REFERENCIAS

1. Cook JL, Rio E, Purdam CR, Docking SI. Revisiting the continuum model of tendon pathology: what is its merit in clinical practice and research? *Br J Sports Med.* 2016 Oct;50(19):1187-91.
2. Rio E, Kidgell D, Purdam C, Gaida J, Moseley GL, Pearce AJ, Cook J. Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy. *Br J Sports Med.* 2015 Oct;49(19):1277-83.
3. O'Neill S, Watson PJ, Barry S. WHY ARE ECCENTRIC EXERCISES EFFECTIVE FOR ACHILLES TENDINOPATHY? *Int J Sports Phys Ther.* 2015 Aug;10(4):552-62.
4. Beyer R, Kongsgaard M, Hougs Kjær B, Øhlenschläger T, Kjær M, Magnusson SP. Heavy Slow Resistance Versus Eccentric Training as Treatment for Achilles Tendinopathy: A Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med.* 2015 Jul;43(7):1704-11
5. Ganderton C. Achilles tendinopathy: understanding the key concepts to improve clinical management. *Australasian Musculoskeletal Medicine.* Vol 19. Aug 2015.

Director de KINÉ
Kinesiología Deportiva y Funcional

Kinesiólogo de tenistas ATP

Certificado en Mulligan Concept y FMS



E-mail: diegohmendez@gmail.com

OBJETIVO: AQUILES

Sinopsis

La tendinopatía de Aquiles es una patología que, como tantas otras en esta época, presenta una etiología desconocida. La interacción de tres parámetros parece ser la culpable: la sobrecarga, una predisposición mecánica y una susceptibilidad biopsicosocial.

Esta lesión puede estar localizada en la porción media del tendón (a 2-6cm proximal de su inserción distal) o en la inserción distal propiamente dicha. Las primeras son las más frecuentemente encontradas, abarcando el 75% de la totalidad, y las más amigables en cuanto a su pronóstico. Son éstas a las que nos referiremos en el presente texto.

Existe un consenso general en la comunidad científica sobre el abordaje terapéutico multifactorial que incluye tanto ejercicios como medidas del manejo de la carga a la hora de enfrentar esta o cualquier otra tendinopatía, siempre teniendo en consideración el estadio de la misma. A pesar de esto, la modalidad de ejercicio indicada no está del todo clara y los resultados de las publicaciones científicas suelen ser bastante contradictorios. Aparentemente el tipo de ejercicio que funcionaría en un tendón determinado del cuerpo no podría generalizarse a cualquier tendinopatía, sino que cada región corporal respondería de forma positiva selectivamente a un tipo de contracción.

El objetivo de esta revisión narrativa es focalizar en la tendinopatía de Aquiles conceptos generales sobre el abordaje terapéutico en deportistas.

SIN TIEMPO QUE PERDER

El primer paso en cualquier abordaje es asegurarnos que estamos frente a lo que pensamos tratar. Para esto, la combinación de 4 herramientas es necesaria:

- Anamnesis detallada
 - Dolor en cuerpo medio tendinoso (2-6 cm proximal a su inserción distal)
 - Suele disminuir con la entrada en calor
 - Diskinesia post estática – Es cuando la sintomatología aparece aumentada luego de permanecer inactivo o inmóvil durante un período prolongado de tiempo (este lapso es directamente proporcional a la severidad del cuadro).
 - Podemos encontrar un engrosamiento en la cara anterointerna del tendón – Su característica fusiforme nos indica que estaríamos en una fase reactiva de la tendinopatía; en cambio, si lo encontramos nodular, significa que ya estaríamos en una fase de deterioro tardío o degenerativa.
 - Historia cercana o alejada hasta un mes de una sobrecarga absoluta o relativa (me referiré a estos términos más adelante).

- Examinación de la predisposición mecánica – Aquí iremos en busca de parámetros que puedan mecánicamente generar un aumento en la pronación del retropié o una compensación por sobreuso del tendón de Aquiles.
 - Aumento en pronación del retropié: limitación de la flexión dorsal del tobillo, pie plano, debilidad glútea (esta debilidad en los movimientos de la cadera parece ser bilateral y, por lo tanto, en relación a un proceso de inhibición ascendente asociada al dolor).
 - Compensación en cadena: pie plano o cavo rígido, hallux rígido, inestabilidad lateral de tobillo, debilidad cuadriceps o cualquier otro factor que requiera una participación aumentada del Aquiles para controlar la triple flexión del miembro inferior (acumulando energía cinética) o ejecutar el despegue.
- Examinación clínica diferencial
 - El punto álgido debería moverse al realizar flexoextensión de tobillo; de lo contrario podríamos considerar compromiso del paratendón que suele asociarse con crepitación.
 - El dolor no debería aparecer al realizar movilidad pasiva en flexión plantar; de lo contrario pensar en un impingement posterior de tobillo que no presenta dolor a la contracción en rango medio.
 - Siempre descartar origen discal y/o neurodinámico.
- Diagnóstico por imágenes diferencial (sólo se requieren en caso de que no podamos asegurarnos el diagnóstico clínicamente)
 - Ecografía con doppler para ver estadio tendinopático.
 - Radiografía para descartar calcificaciones.
 - Resonancia Magnética Nuclear para complementar ecografía en caso de duda.

Utilizo en dos momentos la palabra diferencial ya que el diagnóstico de esta patología ocurre claramente durante el diálogo y sólo deberíamos corroborar mediante algunas maniobras que la sintomatología no esté enmascarando otra patología que requiera un tratamiento diferente.

Los hallazgos mecánicos encontrados que puedan estar relacionados con la aparición o persistencia de esta lesión deberán abordarse paralelamente al tratamiento propio de la tendinopatía hasta que se encuentren dentro de los parámetros mecánicamente aceptables según el paradigma actual. Por lo general, al otorgarle el alta deportiva al paciente, éste continúa con un plan de ejercicios que incluye el trabajo sobre el tendón y sobre estas predisposiciones mecánicas.

"Al otorgarle el alta deportiva al paciente, éste continúa con un plan de ejercicios que incluye el trabajo sobre el tendón y sobre las predisposiciones mecánicas."

"La sobrecarga, sea absoluta o relativa, podrá generar consecuencias sintomáticas hasta 1 mes después de ser registradas."

LA SOBRECARGA: EL ENEMIGO SILENCIOSO

La carga que experimenta cada persona durante su entrenamiento es mucho más compleja que la cantidad de repeticiones, series y descansos dependiendo tanto de factores externos como internos (éstos últimos no se refieren solo a la parte psicológica sino también a la adaptación de ése deportista a la carga realizada), por lo que podemos decir que una sobrecarga puede ser absoluta o relativa. La primera estaría indicando que la progresión diaria o semanal del entrenamiento o la actividad está pautada de antemano de manera incorrecta y su progresión acelerada genera un efecto negativo en alguna región corporal, en este caso el tendón de Aquiles. En cambio, la sobrecarga relativa presenta un planteo de progresión correcto pero la adaptación de ese deportista a la planificación no es la adecuada o esperada, razón por la cual se debería recalcular dicho plan para adaptarlo a la realidad actual de la persona en base a la respuesta al estímulo. Si esto no ocurre, corremos el riesgo de alcanzar una supercompensación no funcional o inclusive un sobreentrenamiento con repercusiones sintomáticas. Existen ratios científicamente respaldados que marcan cuál sería la progresión "segura" para evitar estas situaciones teniendo en cuenta tanto la carga externa como la interna. Las herramientas de medición para llegar a conocer estos valores variarán según el deporte. Éstas medidas serán más fácilmente obtenidas en los deportes cíclicos como el ciclismo, donde se tiene el privilegio de contar con medidores de potencia; que en los acíclicos como el tenis, donde la variedad de desplazamientos y golpes hacen muy complicada la medición. La sobrecarga, sea absoluta o relativa, podrá generar consecuencias sintomáticas hasta 1 mes después de ser registradas.

CARGA TENDINOSA

La cantidad de carga que recibe un tendón no sólo debería evaluarse en el ámbito del entrenamiento/competencia al que está sometido un deportista, sino con las situaciones o movimientos cotidianos, como pueden ser la utilización o no de calzado y sus características, las posiciones mantenidas en sedestación (especialmente si se colocan los pies por debajo de la silla con una flexión dorsal extrema) o bipedestación, la compresión directa sobre el tendón, etc. Esta medición cotidiana es obviamente incalculable de forma preventiva, pero de mucha utilidad en presencia del síntoma para poder manejar la carga que recibe el tendón en todo momento y que deberemos normalizar.

Todos los tendones del cuerpo, no siendo el Aquiles la excepción, experimentan principalmente dos tipos de cargas: de tensión y de compresión; y ambos deben ser dosificadas de manera individual. Asimismo la carga tensional que recibe el tendón puede ser activa, cuando acompaña a la contracción concéntrica del músculo asociado; o pasiva, cuando el eslabón óseo al que está unido se mueve en dirección contraria.

Esta variedad de modalidades de carga, como norma general, deberán

disminuirse en conjunto ante la presencia de una tendinopatía reactiva para lograr controlar la cantidad recibida y luego volver a implementarlas gradualmente. Existen muchos casos donde, por razones laborales o deportivas, no podemos disminuir éstos estímulos de la forma en la que nosotros querríamos y debemos jugar con las diferentes combinaciones posibles. Un deportista sintomático en competencia o en preparación para una competencia de la cual no puede o no quiere bajarse, puede mantener las cargas de trabajo en tensión y controlar al máximo las cargas diarias de compresión; de ésta forma estaríamos controlando la magnitud total de la carga jugando con sus diferentes componentes sin dejar de realizar la actividad. No debería ser la primera elección terapéutica, pero es una herramienta de mucha utilidad en este tipo de situaciones. En el caso específico del tendón de Aquiles, ese estímulo compresivo puede surgir tanto de una compresión directa por parte del calzado que puede ser muy ajustado o muy duro en su contrafuerte; o indirecta, al adoptar posiciones sostenidas en flexión dorsal extrema. El primer tipo puede manejarse utilizando calzado abierto en el talón mientras no esté en competencia/entrenamiento, mientras que la indirecta puede mejorarse a través de la utilización de taloneras o algún dispositivo que dificulte el posicionamiento en los rangos compresivos mencionados anteriormente. En cuanto a la carga de tensión, en el caso del deportista que se encuentra compitiendo, deberíamos evitar dentro de los entrenamientos físicos los movimientos pliométricos, dejando estos para el momento de la competencia en sí misma.

Cabe aclarar que estas últimas indicaciones no pueden generalizarse a todos los casos de tendinopatías de Aquiles, sino que se limitan a la situación descrita y que presenta características clínicas determinadas.

ELIGIENDO LA CONTRACCIÓN INDICADA

Mucho se ha escrito sobre el tipo de contracción que mayores beneficios generaría para las tendinopatías en general y para el Aquiles en particular. Gran porcentaje de ellos con severos déficits metodológicos, siendo los más comunes la poca muestra, los grupos de intervención con demasiadas diferencias con el control y el corto seguimiento de las personas. Todo comenzó con la postulación en 1998 por parte de Alfredson y cols. de que los ejercicios excéntricos son los más indicados para el tratamiento de las tendinopatías de Aquiles (n=30, seguimiento=12 semanas). Otro estudio multicéntrico de Alfredson y cols. en el 2001, con una muestra un poco mayor aunque todavía escasa y el mismo seguimiento (n=44, seguimiento=12 semanas) definió que el retorno a la actividad del grupo excéntrico fue del 82%, contra un 36% del grupo concéntrico. Sin embargo, estos datos deberían ser desechados ya que, durante esta investigación, las contracciones excéntricas se realizaban en rango total pero las contracciones concéntricas se realizaban solo en el rango interno, no dejando movilizar el tobillo hacia el completo estiramiento del tendón.

"Un deportista sintomático en competencia puede mantener las cargas de trabajo en tensión y controlar al máximo las cargas diarias de compresión."

"La respuesta del tipo de contracción que deberíamos seleccionar a la hora de abordar una tendinopatía de Aquiles no puede ser absoluta sino que dependerá, básicamente, del estadio de la tendinopatía y la situación actual del deportista."

En el año 2013, Malliaras y cols. determinaron a partir de una revisión sistemática que el 45% de los pacientes con tendinopatías patelar y de Aquiles no respondían al trabajo excéntrico, afirmando entonces que no existía una evidencia concluyente de que los excéntricos sean superiores a otros tipos de contracciones en el tratamiento de las tendinopatías de Aquiles.

En la última década, y quizás debido a esta última afirmación, el foco fue variando hacia los ejercicios isométricos quienes aparentan generar una analgesia postejercicio en todo el cuerpo luego de realizarse en intensidades submáximas. Rio, Cook, Purdam y Moseley junto con otro grupo de colaboradores, realizaron un ensayo clínico aleatorizado en el 2015 y llegaron a la conclusión de que el trabajo isométrico del tendón patelar disminuyó el dolor (87%) y aumentó la fuerza inmediatamente después de realizado y esto se mantuvo a los 45 minutos en comparación con un trabajo concéntrico. De más está resaltar el poco seguimiento de éste estudio y su insignificante muestra de 6 personas. Resumiendo un poco la literatura al respecto, los ejercicios isométricos parecen tener un efecto beneficioso sobre el dolor pero no sobre la estructura tendinosa.

El último grito de la moda se lo llevan los ejercicios llamados Heavy Slow Resistance Training (HSRT) que incluyen movimientos auxotónicos de intensidad máxima y progresados semanalmente disminuyendo las repeticiones y aumentando el peso con el que se realizan. El estudio más significativo al respecto pertenece a Beyer y cols (2015) y concluye que los resultados obtenidos al aplicar este método en las tendinopatías de Aquiles son comparables a los alcanzados con el trabajo excéntrico aunque se necesita mucho menos tiempo de trabajo ya que el HSRT se realiza tres veces por semana, en contraposición con los excéntricos de frecuencia diaria (n=58, seguimiento=1 año). Un dato para aclarar y que relativiza estos resultados es la falta de calidad comparativa entre los excéntricos que se realizan en el hogar y el HSRT que requiere de un gimnasio para conseguir los pesos necesarios para cargar al máximo ese movimiento.

Existe además otro tipo de ejercitación para abordar a las tendinopatías que lleva el nombre de Tendon Neuroplastic Training (TNT) y sobre la que aún no se ha publicado ningún ensayo (solo una revisión narrativa por parte de Rio y cols en 2015) pero que aparenta conseguir resultados superiores ya que no sólo trabajaría sobre la estructura y vascularidad del tendón sino que también restauraría el control corticospinal del complejo músculo-tendón.

Por lo tanto la respuesta del tipo de contracción que deberíamos seleccionar a la hora de abordar una tendinopatía de Aquiles no puede ser absoluta sino que dependerá, básicamente, del estadio de la tendinopatía y la situación actual del deportista. En el caso de decidir utilizar los ejercicios excéntricos, el protocolo de Alfredson es el que mejores resultados presenta según una revisión sistemática de diferentes protocolos realizada en el 2014 por Habets y cols.

Como regla general:



Conclusión

En la era de la medicina basada en la evidencia hemos llevado al extremo la utilización o el descarte de herramientas en base a estudios que, muchas veces, poco tienen que ver con el deportista que se encuentra frente a nosotros; ya sea por la población utilizada o por el tipo de lesión estudiada. Los estudios científicos sólo son una parte del todo; importantes, sí, pero no más que la observación del resultado que nuestro abordaje genera en el paciente y la experiencia que fuimos cosechando en los años de profesión. Gran parte de las publicaciones, como vimos anteriormente, presentan faltas metodológicas graves que, si no prestamos atención, pueden guiarnos hacia el camino opuesto al deseado. Y todo esto sin tomar en cuenta la cantidad de variables extra terapéuticas que influyen en el resultado de los tratamientos y que, por su incapacidad de ser medidas, no pueden incluirse en los estudios.

Dicho esto, la tendinopatía como la de Aquiles, lejos está de tener una opinión absolutista en cuanto a su abordaje y se regirá básicamente en base al estadio tendinopático y las necesidades de la persona frente a nosotros. ●

Tips en competencia para deportistas con tendinopatía de Aquiles

- Evitar rangos de tobillo extremos tanto sostenidos como durante los entrenamientos controlados
- Evitar trabajos pliométricos durante los entrenamientos
- Utilizar calzados abiertos en el talón
- Utilizar talonera durante las actividades cotidianas, intentando evitar su uso durante la competencia
- No realizar estiramientos pasivos de gemelos o soleo ya que aumentarían la carga compresiva
- Utilizar un tape de deslizamiento lateral en cuerda de arco para disminuir la tensión en la región anterointerna
- Realizar ejercicios isométricos submáximos previos a los entrenamientos y la competencia

Bibliografía

- ALFREDSON H., T. PIETILA, P. JONSSON and R. LORENTZON. Heavy-Load Eccentric Calf Muscle Training For the Treatment of Chronic Achilles Tendinosis. *Am J Sports Med* 1998 26: 360
- BEYER, R., M. KONGSGAARD, B. HOUGS KJAER, T. OHLENSCHLAEGER M. KJAER and S. MAGNUSSON. Heavy slow resistance versus eccentric training as treatment for Achilles tendinopathy: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med*, 2015, vol XX, no. X,
- CARCIA C., R. MARTIN, J. HOUCK and D. WUKICH. Achilles pain, stiffness and muscle power deficits: Achilles tendinitis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010; 40(9):A1-A26.
- COOK J. and C. PURDAM. The challenge of managing tendinopathy in competing athletes. *Br J Sports Med* 2013;0:1-6.
- COOK J., E. RIO, C. PURDAM and S. DOCKING. Revisiting the continuum model of tendon pathology: what is its merit in clinical practice and research? *Br J Sports Med* 2016; 50:1187-1191.
- DOWLING G., G. MURLEY, S. MUNTEANU, M. FRANETTOVICH SMITH, B. NEAL, I. GRFFITHS, C. BARTON and N. COLLINS. Dynamic foot function as a risk factor for lower limb overuse injury: a systematic review. *J Foot Ankel Res.* 2014;7:53.
- HABETS B., R. VAN CINGEL. Eccentric exercise training in chronic mid-portion Achilles tendinopathy: a systematic review on different protocols. *Scand J Med Sci Sports.* 2014
- HEALES L., E. LIM, P. HODGES and B. VICENZINO. Sensory and motor deficits exist on the non-injured side of patients with unilateral tendon pain and disability – implications for central nervous system involvement: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med* 2013; 0:1-8.
- HOEGER BEMENT, M. K., J. DICAPO, R. RASIARMOS, and S. K. HUNTER. Dose Response of Isometric Contractions on Pain Perception in Healthy Adults. *Med. Sci.*

Sports Exerc., 2008, Vol. 40, No. 11, pp. 1880–1889.

- MAFI N., R. LORENTZON and H. ALFREDSON. Superior short-term results with eccentric calf muscle training compared to concentric training in a randomized prospective multicenter study on patients with chronic Achilles tendinosis. *Knee Surg, Sports Traumatol, Arthrosc* (2001) 9 :42–47
- MALLIARAS P., C. BARTON, N. REEVES and H. LANGBERG. Achilles and Patellar Tendinopathy Loading Programmes A Systematic Review Comparing Clinical Outcomes and Identifying Potential Mechanisms for Effectiveness. *Sports Med* (2013) 43:267–286
- REIMAN M., C. BURGI, E. STRUBE, K. PRUE, K. RAY, A. ELLIOTT and A. GOODE. The Utility of Clinical Measures for the Diagnosis of Achilles Tendon Injuries: A Systematic Review With Meta-Analysis. *Journal of Athletic Training* 2014;49(6):820–829
- RIO E., D. KIDGELL, C. PURDAM, J. GAIDA, L. MOSELEY, A. PEARCE and COOK J. Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy. *Br J Sports Med* 2015;0:1–8
- RIO E., D. KIDGELL, G. MOSELEY, J. GAIDA, S. DOCKING, C. PURDAM and J. COOK. Tendon neuroplastic training: changing the way we think about tendon rehabilitation: a narrative review. *Br J Sports Med* 2015;0:1–8

RESIDENCIA Y CONCURRENCIA
HOSPITAL GENERAL DE AGUDOS
DR. COSME ARGERICH

CIAPONI, LUDMILA

GISLER, DIANA

LÓPEZ, ENRIQUE

LUGRIN, DAVID

MONTES GONZALES, JESÚS

PESO, FLORENCIA

RODRÍGUEZ, DANIEL

SAEZ, JULIETA

SEERY, ELISABETH

STANICIO, BELÉN

VALDIVIESO, GISELA

VALENTE, DELFINA

TURÚN BARRERE, JAVIER

E-mail: enriquelopez09@hotmail.com



“UNA VERSIÓN SIMPLIFICADA DEL TEST DE ESTOCADA CON CARGA DE PESO: DESCRIPCIÓN Y FIABILIDAD TEST- RETEST”.

A SIMPLIFIED VERSION OF THE WEIGHT-BEARING ANKLE LUNGE TEST: DESCRIPTION AND TEST-RETEST RELIABILITY”.

Resumen

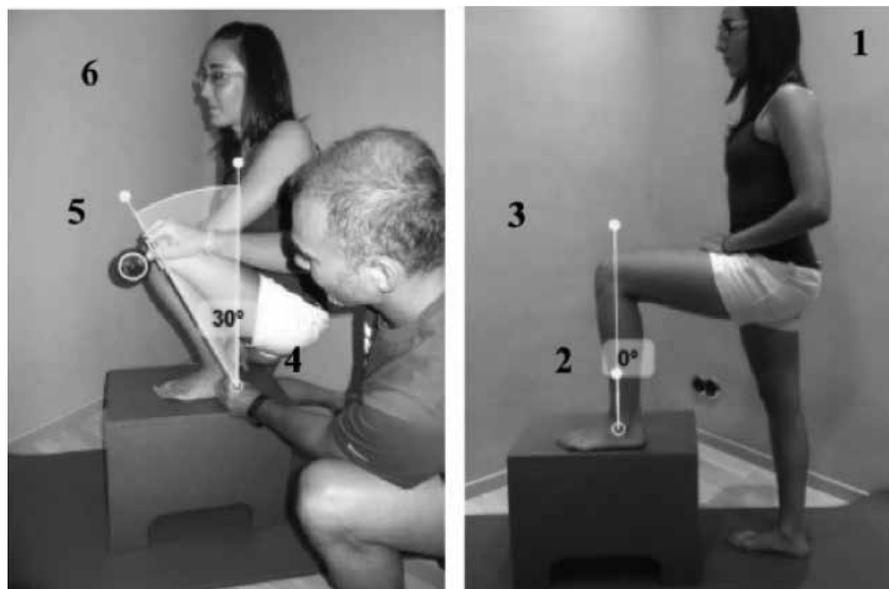
El rango de movimiento de dorsiflexión de tobillo es evaluado de manera rutinaria en el tratamiento de afecciones de miembros inferiores, ya que la disminución del mismo puede considerarse como un factor predisponente de patologías de rodilla, tobillo y pie. El test de estocada con carga de peso (Weight-Bearing Lunge Test: WBLT) es un método utilizado para evaluar este movimiento. Su objetivo es determinar la máxima distancia, en centímetros, entre el Hallux y la pared sin que el talón se despegue del piso mientras la rodilla se mantiene apoyada en la misma. Está basado en el principio de “la rodilla a la pared” y requiere que el sujeto realice, frente a una pared, un desplazamiento de la pelvis y el tronco con rodilla flexionada mientras se adopta la posición de estocada. El procedimiento es repetido 5 ó 6 veces, y se realiza alejando el pie de la pared con el fin de aumentar la flexión dorsal de tobillo. La medición lineal obtenida se debe convertir a grados para saber el rango verdadero de dorsiflexión. Este proceso de conversión podría reducir la precisión.

Aunque es considerado válido y presenta alta confiabilidad, existen limitaciones que hacen repensar su utilización.

El objetivo del presente estudio fue doble: por un lado, describir una nueva versión del test de estocada con carga de peso que sea simple, rápido y que permita obtener los grados de dorsiflexión de tobillo, mientras el paciente adopta una posición confortable para su realización; y, por otro lado, determinar la confiabilidad test-retest del mismo.

El trabajo contó con una muestra de 50 individuos (24 hombres y 26 mujeres) sin antecedentes de injuria en las extremidades inferiores. Los participantes fueron instruidos para realizar dos pruebas del test con cada extremidad en orden aleatorio, y se utilizó la media alcanzada en cada sesión para su análisis. Cuando existió una variación $>5^\circ$ en el rango

de movimiento entre las dos pruebas, se realizó un tercer intento, y los dos valores más cercanos fueron utilizados para su análisis.



1. Posición inicial: el sujeto permanece de pie frente a la caja (30 cm de altura). Coloca la extremidad a evaluar con la planta apoyada encima de la misma con la rodilla flexionada. El pie y el Hallux deben permanecer en posición neutra para evitar la influencia de cualquier movimiento compensatorio (principalmente pronación subastragalina) que pudiese modificar el rango final. La extremidad inferior se coloca a 30-40 cm detrás de la evaluada en una posición confortable.

2. Proceso de calibración del inclinómetro: se coloca a nivel con un plano vertical fijo (0°).

3. Movimiento de evaluación: el sujeto realiza un desplazamiento anterior de la pelvis y el tronco con la rodilla flexionada, la planta del pie y el primer dedo firmemente apoyado sobre la caja. El movimiento es realizado hasta lograr una tensión sostenida que represente una sensación soportable que limite el movimiento.

4. Estabilización: el evaluador debe monitorear que la extremidad evaluada permanezca en posición neutra y mantenga apoyada la planta del pie completamente sobre la caja sin levantar el talón.

5. Medición: el brazo del inclinómetro se apoya en una línea imaginaria paralela al eje longitudinal de la pierna. Se recopila el valor del ángulo formado entre la pantorrilla y el eje vertical.

"Se considera que una diferencia observada entre 2 mediciones que superen los $3,8^\circ$ de dorsiflexión, obtenido de la nueva versión WBLT, indicaría un cambio considerable en el rango de movimiento de tobillo."

A continuación se presentan las tablas para su análisis.

Session 1	Session 2	Session 3
47.0 \pm 6.3°	48.3 \pm 5.6°	48.9 \pm 6.3°

°: Degrees.

	ChM	SEM	MDC ₉₅	ICC _{2k}
TS 2-TS 1	1.2°	1.4°	3.9°	0.95
TS 3-TS 2	0.6°	1.3°	3.6°	0.96

TS: testing session; ChM: change in the mean between consecutive testing sessions; SEM: standard error of measurement; MDC₉₅: minimal detectable change at 95% confidence interval; ICC_{2k}: intraclass correlation coefficients.

"Varios estudios hallaron que la disminución o limitación de dorsiflexión del tobillo se asocia como factor de riesgo para el desarrollo de tendinopatías aquileanas y rotulianas."

Los principales beneficios de este test fueron la rapidez con la que se realizó, la simplicidad del método de medición y la facilidad de ejecución cuando se contrastó con la versión original. El uso del inclinómetro como herramienta de medición permite al evaluador obtener el rango de dorsiflexión de tobillo con una única prueba y determinar de manera directa los grados sin realizar una conversión matemática. Por lo que, esto permitiría reducir el riesgo de error. Finalmente, el uso de la caja ubica al paciente y al evaluador en una posición cómoda mientras se realiza el monitoreo.

El cambio en el valor de la media (ChM) entre las sesiones consecutivas fue despreciable (un rango de 0,6° a 1,2°). Estos hallazgos podrían apoyar la idea de que el procedimiento de evaluación es simple de administrar y fácil de realizar por parte del paciente y el evaluador. Otro aspecto de confiabilidad es la precisión de las mediciones evaluadas ya que el error estándar de medición (SEM) fue 1,3°. En relación a la aplicación práctica, se ha sugerido que el cambio mínimo detectable (MDC) puede ser utilizado para mostrar el límite de los pequeños cambios que indicarían una mejoría real individual en una persona. Se considera que una diferencia observada entre 2 mediciones que superen los 3,8° de dorsiflexión, obtenido de la nueva versión WBLT, indicaría un cambio considerable en el rango de movimiento de tobillo. Finalmente, los resultados de este estudio informaron una alta confiabilidad para la medición de dorsiflexión de tobillo, a través del análisis del coeficiente de correlación intraclass que determina la coincidencia entre las sucesivas mediciones (ICC >0,9, valor alto).

Una de las limitaciones del estudio fue la distribución de la edad de los participantes, relativamente pequeña, por lo tanto no se pueden generalizar los datos al resto de la población. Otra limitación fue que el test debería ser aplicado en una población de pacientes con algún tipo de injuria, como en fracturas de tobillo.

COMENTARIO DEL ARTÍCULO CIENTÍFICO

Un rango apropiado de dorsiflexión de tobillo es necesario para lograr, entre otras cosas, la correcta transferencia de sentado a parado y viceversa, una marcha eficiente, subir y bajar escaleras y la recepción de un salto, funciones primordiales de las extremidades inferiores.

Si tenemos en cuenta el gesto de levantarnos de un asiento, uno de los determinantes (junto con la altura de este asiento y el uso de apoyabrazos) que influye en la efectividad del mismo es el posicionamiento posterior de los pies, lo que permite la ejecución con un menor requerimiento de esfuerzo en las extremidades inferiores.¹

Si consideramos el ciclo de la marcha, cuando el individuo realiza el apoyo medio, un rango adecuado de dorsiflexión permite alcanzar la posición de bloqueo de tobillo, obteniendo mayor estabilidad ante la carga con menor sollicitud muscular.²

Existe una correlación entre la movilidad de tobillo y el equilibrio. Los rangos limitados de movilidad afectan la marcha, el equilibrio dinámico y el gesto de sentarse y pararse, acentuándose esta limitación cuando dicha restricción afecta ambas extremidades.³⁻⁴

El rango de dorsiflexión de tobillo y de fuerza de flexión plantar son componentes importantes en la absorción de las cargas del miembro inferior cuando se aterriza de un salto, relacionando su disminución con el aumento de la sollicitud en rodilla.⁵⁻⁶

Varios estudios hallaron que la disminución o limitación de dorsiflexión del tobillo se asocia como factor de riesgo para el desarrollo de tendinopatías aquileanas y rotulianas. En el estudio transversal de Malliaras del año 2006 se estudió la asociación de la tendinopatía rotuliana en sujetos con disminución del rango de este movimiento en comparación con sujetos sanos. Según los resultados de este estudio, un rango inferior a 45° aumenta el riesgo entre un 80% a 180% de sufrir tendinopatía rotuliana. Debido a su contribución en la absorción de la fuerza del miembro inferior, es necesario mantener el rango óptimo de movimiento en los jugadores de vóley como forma de prevención de este tipo de lesión.⁷

En una publicación del año 2014 se estudió una población mixta de jugadores de básquet de un rango etario de 14 a 20 años, mediante una cohorte prospectiva de un año de seguimiento, donde se pudo identificar que un rango por debajo de 36,5° de dorsiflexión demostró ser un predictor de riesgo para desarrollar tendinopatía rotuliana.⁸

"En aquellos deportes con características similares que incluyan carrera, saltos, cambios de dirección y velocidad; debemos tener en cuenta la valoración del rango de dorsiflexión de tobillo tanto para la prevención y al momento de la rehabilitación de lesiones en los miembros inferiores."

"Los métodos de evaluación con carga de peso, presentaron valores altos de confiabilidad intra e interobservador, superando los valores moderados a bajos alcanzados a través de las mediciones sin carga."

Con respecto a la lesión del tendón de Aquiles se comprobó en un estudio realizado por Whitting y cols; que aquellos sujetos con una disminución en el rango de movimiento pasivo presentaban desventaja mecánica del tríceps sural en la recepción del salto a distintas velocidades y altura con el miembro inferior dominante, por una excesiva eversión de tobillo adicional durante el momento en la recepción, predisponiendo a sufrir tensiones extremas en las uniones músculo tendinosas y porción media del tendón. Es por eso que se destaca el riesgo potencial de sufrir lesiones aquileanas a través de este mecanismo en corredores y jugadores de básquet⁹

Por lo desarrollado hasta aquí podemos inferir que en aquellos deportes con características similares que incluyan carrera, saltos, cambios de dirección y velocidad; debemos tener en cuenta la valoración del rango de dorsiflexión de tobillo tanto para la prevención y al momento de la rehabilitación de lesiones en los miembros inferiores.

Asimismo, la hipomovilidad se asocia como factor de riesgo para el desarrollo de esguinces (principalmente de tobillo), talalgias, metatarsalgias y fracturas en miembro inferior, con predominio de antepie. Por lo tanto, la recuperación del rango completo es un objetivo primordial en la rehabilitación de estas afecciones.^{4-6,10,11} Sin embargo, no todas las investigaciones coinciden sobre dicha relación. Una posible explicación a estas variaciones en los resultados puede ser por la diferencia en la técnica de medición utilizada.¹²

El rango de movilidad de tobillo, es referido por los pacientes como un parámetro que influye de manera directa en su capacidad funcional después de las afecciones de tobillo.¹³ Por los motivos mencionados anteriormente, es importante contar con métodos de medición simples, válidos, fiables y que detecten las variaciones que pueden existir antes y después del tratamiento para evidenciar algún tipo de progreso.¹⁴⁻¹⁶

En la actualidad, se encuentran disponibles una amplia variedad de métodos y herramientas para medir el rango de movimiento de dorsiflexión. Las mismas pueden clasificarse teniendo en cuenta la carga o no de peso. Las maniobras con carga presentan mayor precisión y reflejan un rango de movimiento relacionado con actividades funcionales (tales como caminar, correr, subir o bajar escaleras) y presentan mayor confiabilidad que las mediciones sin carga de peso. Los métodos de medición incluyen el uso de goniometría estándar, inclinómetro o cinta métrica, los cuales brindan niveles variados de resultados y, en algunos casos, requieren de un entrenamiento para los evaluadores.¹⁷

La medición de la dorsiflexión con y sin carga de peso obtiene resultados significativamente diferentes y solo presentan una correlación moderada, sugiriendo que estas dos mediciones no deberían ser consideradas mediciones similares.¹²

Otro factor a tener en cuenta es la posible influencia de la tensión del tríceps sural en el rango de movimiento del tobillo, por lo que es interesante

considerar la posición de la rodilla para que la evaluación sea específica. Un estudio determinó que a partir de los 20° de flexión de rodilla se permite anular la posible influencia muscular, hallando mayor confiabilidad en el resultado en las mediciones con carga de peso.¹⁸

Considerando la experiencia previa del evaluador en el empleo de la técnica utilizada, es conveniente tener en cuenta la decisión del método de medición elegido, el cual deberá ser simple y que no implique una preparación o entrenamiento extremo.¹⁷

Los métodos de evaluación con carga de peso, presentaron valores altos de confiabilidad intra e interobservador, superando los valores moderados a bajos alcanzados a través de las mediciones sin carga.¹²⁻¹⁶

Como conclusión consideramos que el artículo analizado cumple con los objetivos propuestos inicialmente, presenta una descripción detallada de la metodología de evaluación, la cual es aplicable (rápida, fácil, económica) en la práctica cotidiana y otorga una herramienta válida para la evaluación. Teniendo en cuenta el valor elevado de confiabilidad existente en las mediciones con carga de peso, resulta interesante esta metodología que brinda la posibilidad de obtener como resultado final un valor expresado en grados. Establece, a través del análisis estadístico, valores objetivos relacionados con la toma de datos y la variación considerada para evidenciar una modificación real. ●

Bibliografía

1. Janssen. Determinants of the Sit-to-Stand Movement: A Review. *Physical Therapy*. 2002.
2. Drewes. Dorsiflexion deficit during jogging with chronic ankle instability. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2009.
3. Mecagni. Balance and Ankle Range of Motion in Community-Dwelling Women Aged 64 to 87 Years: A Correlational Study. *Physical Therapy Journal*. 2000.
4. Hoch. Dorsiflexion range of motion significantly influences dynamic balance. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2011
5. Malliaras. Reduced ankle dorsiflexion range may increase the risk of patellar tendon injury among volleyball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2006.
6. Fong. Ankle Dorsiflexion Range of Motion and Landing Biomechanics. *Journal of Athletic Training*. 2011.
7. Malliaras P, Cook J, Kent P. Reduced ankle dorsiflexion range may increase the risk of patellar tendon injury among volleyball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2006;9(4):304-309.
8. Backman L, Danielson P. Low Range of Ankle Dorsiflexion Predisposes for Patellar Tendinopathy in Junior Elite Basketball Players. *The American Journal of Sports Medicine*. 2011;39(12):2626-2633.
9. WHITTING J, STEELE J, MCGHEE D, MUNRO B. Dorsiflexion Capacity Affects Achilles Tendon Loading during Drop Landings. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2011;43(4):706-713.

10. Denegar. The Effect of Lateral Ankle Sprain on Dorsiflexion Range of Motion, Posterior Talar Glide, and Joint Laxity. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2002.
11. Gieck. Reliability and Responsiveness of Disablement Measures Following Acute Ankle Sprains Among Athletes. *Journal Of Orthopaedic And Sports Physical Therapy*. June 1998.
12. Gatt. Assessment of Ankle Joint Dorsiflexion: An Overview. *Revista Internacional de Ciencias Podológicas*. 2012.
13. Rabin. Weight-bearing and Non weight-bearing Ankle Dorsiflexion Range of Motion. Are We Measuring the Same Thing? *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 2012.
14. Gieck. Reliability and Responsiveness of Disablement Measures Following Acute Ankle Sprains Among Athletes. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 1998.
15. Venturini. Intrarater and Interrater Reliability of Two Methods for Measuring the Active Range of Motion for Ankle Dorsiflexion in Healthy Subjects. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2006.
16. Grafton. The intra and inter-rater reliability of a modified weightbearing lunge measure of ankle dorsiflexion. *Manual Therapy*. 2013.
17. Konor. Reliability Of Three Measures Of Ankle Dorsiflexion Range Of Motion. *The International Journal of Sports Physical Therapy*. 2012.
18. Baumbach. The influence of knee position on ankle dorsiflexion - a biometric study. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2014.

AUTOR

LIC. SANTIAGO SILVETI

Kinesiólogo Fisiatra – Universidad
Abierta Interamericana – Rosario.

Certificado en Ondas de Choque
Extracorpóreas.

Certificado en Ecografía Músculoes-
quelética en Kinesiología.

Formado en Mulligan Concept

Formado en Neurodinámica Clínica



E-mail: santiagosilveti@gmail.com

TRATAMIENTO KINÉSICO DE LAS TENDINOPATÍAS DE LOS MIEMBROS INFERIORES

Se define a la tendinopatía (Td) como un dolor localizado en el tendón, el cual está asociado a la carga.¹⁸ En el año 2009, Cook y Purdam propusieron un modelo para explicar la patología del tendón y sus diversas presentaciones.³ Ellos describen dos estadios: Td reactiva (deterioro prematuro del tendón) ocurre a raíz de una sobrecarga aguda; cuando esta se vuelve crónica el tendón continúa su deterioro y el estadio es denominado Td degenerativa (deterioro tardío).

Del mismo modo que la sobrecarga en tendones con insuficiente recuperación puede provocar más daños en los mismos⁹, se ha demostrado que la dosificación de la carga mecánica es el factor más importante en la curación y recuperación de las Td.⁶ Por ende determinar la dosis adecuada de carga (cantidad e intensidad de los ejercicios) es primordial para un tratamiento exitoso.

El hecho de que un programa de ejercicios (ej.) con una dosificación adecuada de la carga sea el tratamiento “**Gold Standard**” en las Td, remarca la importancia de conocer los diferentes programas de ej. propuestos y su evidencia comparativa para intentar dilucidar cuál es el más efectivo.

¿QUÉ TIPO DE EJERCICIOS SON LOS MÁS EFECTIVOS? Y ¿CUÁL ES LA DOSIS DE CARGA MÁS ADECUADA?

Aplicar ej. excéntricos en las Td. es el enfoque conservador más comúnmente utilizado e investigado. Popularizado por el famoso protocolo de Alfredson propuesto en el año 1998 para el tratamiento de las Td. Aquilleanas¹, el cual consta de 3 series de 15 repeticiones de ej. excéntricos a baja velocidad dos veces al día, 7 días a la semana, durante 12 semanas. Durante el protocolo les advierte a los pacientes que es de esperarse dolor en el tendón durante las primeras semanas de entrenamiento. Al principio, solo se usa el peso corporal para cargar el tendón y, para aislar el componente excéntrico, se usa la pierna no lesionada para regresar a la posición de inicio. Les aconseja a los pacientes continuar incluso si experimentan dolor, a menos que el dolor se vuelva incapacitante. Si los pacientes pueden realizar el ej. de carga excéntrica sin experimentar ningún dolor o incomodidad menor, se les instruye a que aumenten la carga agregando peso.

"Determinar la dosis adecuada de carga (cantidad e intensidad de los ejercicios) es primordial para un tratamiento exitoso."

La evidencia conduce a pensar que no todos los pacientes responden positivamente a las cargas excéntricas, de hecho Sayana en su estudio sobre cargas excéntricas en Td. de Aquiles en pacientes no deportistas, demostró que el 45% de ellos no respondieron al tratamiento.¹³

Pero Alfredson no fue el primero en utilizar e investigar los ej. excéntricos en Td., ya en 1986 Stanish había diseñado un protocolo que proponía el entrenamiento excéntrico en combinación con ej. de estiramiento estático del tendón lesionado.¹⁶ El programa de ej. de Stanish consta de cinco pasos, el primero es un ej. de calentamiento general de todo el cuerpo. El segundo paso está dado por ej. de estiramiento estáticos para el tendón lesionado. A continuación, 3 series de 10 repeticiones de ej. excéntricos que se llevan a cabo una vez por día durante seis semanas y, después de las seis semanas, los pacientes son instruidos para llevar a cabo 3 series de 10 repeticiones tres veces por semana durante seis semanas más. La intensidad del ej. debe generar dolor o incomodidad en la última serie de 10 repeticiones. Cada sesión termina con el mismo ej. de estiramiento estático como en el paso 2. Por último, los pacientes también reciben instrucciones de usar hielo en el tendón durante 5 - 10 minutos después del programa.

La evidencia del protocolo propuesto por Stanish es insuficiente para demostrar su efectividad. Solo una prueba piloto comparó los dos protocolos mencionados anteriormente en Td. de Aquiles en atletas recreativos que tenían entre 35 y 55 años de edad. El programa de ej. de Alfredson fue superior al programa de ej. de Stanish en variables como dolor y función al final del tratamiento y a los seis meses.¹⁷

Sin embargo, en el año 2007 la doctora Karin Grävare Silbernagel diseñó un programa de rehabilitación para Td. de Aquiles, que duraba de 12 semanas a 6 meses, en el cual propone una progresión gradual de los ej. de excéntrico-concéntricos a excéntrico seguidos por ej. con carga cada vez más rápidos.¹⁵

Los ej. se realizaron una vez al día y la intensidad, el número de repeticiones y el de progresiones se basaron en un modelo de monitoreo de tolerancia a la carga (**FIGURA 1**). Estos consistieron principalmente en subir y bajar los talones a dos pies y a uno respectivamente (concéntrico-excéntrico desde bípedo), repetir el mismo ej. acentuando la fase excéntrica (subiendo con las dos piernas bajando solo con la lesionada) y rebotes rápido (pequeños saltos). La fase uno se lleva a cabo durante 1 a 2 semanas. En la fase 2, que dura de dos a cinco semanas, la intensidad se incrementó sucesivamente aumentando el rango de movimiento (comenzando de pie en el suelo y luego realizando los ej. de pie en las escaleras), aumentando el número de repeticiones (comenzando en 3 series de la máxima cantidad de repeticiones tolerada, hasta 15 repeticiones como máximo por serie) y aumentando la carga (con el uso de una mochila o una máquina de pesas e incrementando la velocidad de ejecución de los ej.). La fase 3 (en la que incorporan ej. pliométricos) dura de 3 a 12

Modelo de Monitoreo del Dolor

Escala del Dolor Numérica

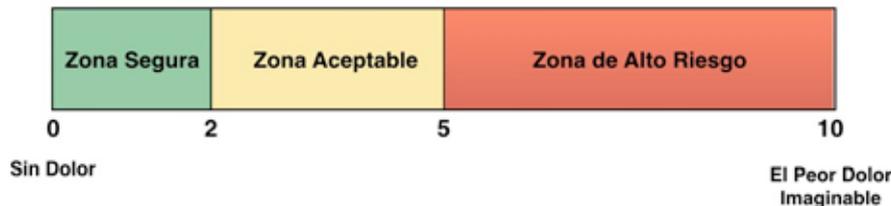


FIGURA 1. Extraída y traducida de: Silbernagel, K. G., & Crossley, K. M. (2015). A Proposed Return-to-Sport Program for Patients With Midportion Achilles Tendinopathy: Rationale and Implementation. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 45 (11), 876-886.

semanas, o más si fuese necesario. La fase 4 se extiende de 12 semanas a 6 meses o hasta que el paciente no tenga síntomas, la misma consiste en mantener los ej. de la fase 3 de dos a tres veces por semana.

Y más recientemente, en el año 2009 el doctor Kongsgaard investigó la eficacia del flamante programa de carga súper lenta para Td., el Heavy Slow Resistance Training (HSRT).⁸ El mismo se realiza 3 veces por semana usando equipos de resistencia en un gimnasio. Cada sesión consiste en tres ej. bilaterales: sentadillas, prensa y sentadillas Hack (en el caso de tendinopatía rotuliana) y elevación de los talones sentado en maquina, elevación de los talones con las rodillas estiradas en la maquina de prensa y elevación de los talones con rodillas estiradas en la maquina de Smith (en el caso de Td. de Aquiles).² Se realizan de tres a cuatro series en cada ej. con un descanso de 2-3 minutos entre series. Las repeticiones/cargas son: 15 repeticiones máximas (RM) en semana 1, 12 RM semanas 2-3, 10 RM semanas 4-5, 8 RM semanas 6-8 y 6 RM semanas 9-12. Los ej. se realizan utilizando casi todo el rango de movimiento (evitando la máxima flexión dorsal de tobillo y la máxima flexión de rodilla de modo que no genere compresión en los tendones). Se debe instruir a los pacientes para que cada una de las fases excéntricas y concéntricas les demande 3 segundos respectivamente (es decir, 6 segundos por repetición). El dolor durante los ej. es aceptable, pero el dolor y la incomodidad no debe aumentar después del cese del entrenamiento.

Recientemente, se ha recomendado la implementación de ej. isométricos para reducir el dolor en Td., resultando muy útil para iniciar la carga cuando el dolor limita la capacidad de realizar ej. isotónicos. La doctora Ebonie Rio y su equipo llevaron a cabo una investigación en jugadores de vóley con Td. rotuliana, los cuales fueron expuestos a 5 repeticiones de 45 segundos de ej. isométricos de cuádriceps, al 70% de la contracción

"Existen varios programas de ej. que pueden ser utilizados en esta fase como los ya descriptos anteriormente. Todos comparten un objetivo en común, aumentar gradualmente la carga sobre el músculo y el tendón, mientras se monitorea cuidadosamente el dolor."

voluntaria máxima, y ha demostrado una reducción en el dolor del tendón rotuliano durante los 45 minutos posteriores al ej.¹²

Malliaras por su parte propone la existencia de 4 etapas en un programa de rehabilitación de tendinopatías.¹¹

La primer etapa trata esencialmente de reducir el dolor en un tendón reactivo (ya sea que se trate de un tendón verdaderamente reactivo o de una Td. reactiva sobre un tendón ya degenerado). Es primordial comprender que la clave para reducir el dolor en los tendones es lograr un manejo apropiado de la carga. Se deben evitar las actividades que sometan al tendón a una carga compresiva, como por ejemplo el estiramiento muscular (de la unidad músculo-tendinosa afectada) o la compresión directa del tendón.⁴ También es muy importante evitar en la etapa de reducción del dolor las actividades que involucren el ciclo estiramiento-acortamiento (pliométricas) que ocurre cuando el tendón tiene que comportarse como un resorte (almacenando energía para luego liberarla). La actividad isométrica puede ayudar a reducir el dolor. Estos ej. deben realizarse en una posición donde no haya compresión del tendón, generalmente en el rango medio del músculo. Se pueden repetir varias veces al día, utilizando de 40 a 60 segundos de activación muscular, 4-5 veces, para reducir el dolor y mantener la capacidad muscular y la carga del tendón.¹² En los tendones altamente irritables, puede estar indicado un ej. bilateral con un tiempo de retención más corto y menos repeticiones por día. Los medicamentos antiinflamatorios, como el ibuprofeno, se pueden usar para ayudar a reducir la respuesta reactiva.

La segunda fase puede ser iniciada una vez que el dolor se haya estabilizado, y el objetivo de la misma es restaurar la fuerza y la resistencia, ya que las Td. producen una reducción de la fuerza y la función muscular y una disminución de la capacidad de absorción de carga de los tendones. Restaurar dichos déficits es esencial para la salud a largo plazo del tendón. Existen varios programas de ej. que pueden ser utilizados en esta fase como los ya descriptos anteriormente. Estos difieren en el tipo de contracción a utilizar (excéntricas / concéntrico-excéntricas), la velocidad de cada repetición (extremadamente lentas / dinámicas con rebotes), la frecuencia con las que se los lleva a cabo (diariamente / 2 veces por día / 3 veces a la semana), pero todos comparten un objetivo en común, aumentar gradualmente la carga sobre el músculo y el tendón, mientras se monitorea cuidadosamente el dolor.

La tercera fase, caracterizada por la incorporación de ej. de alta intensidad (ej. de almacenamiento de energía que involucren el ciclo de estiramiento-acortamiento), suele ser una etapa complicada, ya que estos pueden ser irritativos. Para lograr una correcta dosificación de la carga y evitar la generación de Td. reactivas, es muy importante determinar cuando un ej. es de baja, media o alta intensidad.

Al respecto, Silbernagel propone usar un monitoreo del dolor durante los ej. y a las 24 horas del mismo. Ella considera una actividad de baja inten-

sidad la que no genera dolor mayor de 2/10 durante el ej. y al día siguiente. Actividad de media intensidad son aquellas que generan un dolor de 2/10 hasta 3/10 durante el ej. y al día siguiente puede llegar hasta 4/10. Y por último, las actividades de alta intensidad son aquellas en las que se percibe un dolor de 4/10 a 5/10 durante el ej. y puede incrementar hasta 6/10 al día siguiente.¹⁴

Se ha demostrado que el ej. produce una disminución neta de colágeno durante las primeras 24 a 36 horas posteriores al ej., pero un aumento neto después de 36 a 78 horas.⁷ Esto indica que la respuesta del tendón a la carga puede demorar hasta 3 días en suceder, lo que sugiere que en los ej. de alta intensidad son necesarios entre 2 y 3 días de recuperación antes de volverlos a realizar. En consecuencia, Silbernagel propone que los ej. de baja intensidad deben realizarse a diario, pero que después de una actividad de intensidad media se necesitan 2 días de recuperación (durante los cuales el atleta no puede realizar actividades del mismo nivel o superior, pero sí de baja intensidad), y que luego de una actividad de alta intensidad se requieren 3 días de recuperación (durante los cuales se pueden realizar los ej. de baja intensidad pero no así los de media).¹⁴

La elección y la dosificación de los ej. de almacenamiento de energía dependerá de las demandas del deporte individual. Por lo tanto, los mismos pueden variar mucho entre las personas que participan en diferentes deportes, así como también entre posiciones en el mismo deporte. La planificación de esta etapa requiere una estrecha consulta con el atleta y el entrenador, para determinar adecuadamente la frecuencia de los entrenamientos, el volumen, la intensidad y el tipo de ej. Algunas opciones de ej. de almacenamiento de energía pueden incluir actividades como salto y aterrizaje, aceleración, desaceleración y cambio de dirección, dependiendo de las exigencias del deporte.¹¹

Este proceso puede llevar varias semanas o meses para algunos atletas (por ejemplo los jugadores de vóley deben llegar a acumular 300 aterrizajes, los cuales típicamente son realizados en una sola sesión de entrenamiento). Para atletas que no requieran volúmenes significativos de salto y aterrizaje en su deporte (velocistas, jugadores de rugby), se puede enfatizar una progresión similar de aceleración, desaceleración y cambio de dirección. Claramente, muchos atletas (como los jugadores de básquet) pueden requerir una combinación de salto/aterrizaje y aceleración, desaceleración y habilidades de cambio de dirección.¹¹ La cuantificación exacta de la carga es importante en esta etapa.

Las progresiones se guían por el dolor experimentado durante y a las 24 horas después del ej. Malliaras recomienda progresar primero el volumen antes que la intensidad de los ejercicios (es decir, la cantidad de saltos y/o aterrizajes) antes que la intensidad (altura y velocidad del salto).¹¹

Los ej. isométricos de la etapa 1 se pueden usar en esta etapa para el manejo del dolor, sin embargo, el aumento desmedido del dolor una vez finalizado el ej. y a las 24 horas del mismo, indica que se ha excedido



FIGURA 2. Test de Carga Provocativo en Plano Declinado para Tendón Rotuliano

la capacidad de carga que podía tolerar el tendón, y la misma debe ser ajustada (retrocediendo al nivel de entrenamiento anterior). En algunos casos, el dolor puede aumentar durante días, después de una progresión que no fue lo suficientemente gradual. Por lo tanto, puede ser necesario retroceder a cargas isométricas únicamente, durante varios días. Una vez que el dolor se vuelva aceptable (3/10) los ej. de la etapa 3 deben re-introducirse con la modificación de la progresión que se consideraba provocadora.¹¹

En la cuarta y última fase, nos aproximamos al objetivo final de la rehabilitación, el regreso al deporte. La progresión al entrenamiento específico del deporte se inicia cuando el deportista puede realizar con éxito los ej. de almacenamiento de energía que replican las demandas de su deporte con respecto al volumen e intensidad. En ese momento, los ej. de la etapa 3 se deben reemplazar por un retorno gradual al entrenamiento y por último a la competencia. Es decir, al comienzo de la etapa 4 el entrenamiento debe coincidir con el volumen e intensidad final de los ej. de almacenamiento de energía de la etapa 3, e ir reemplazándolos gradualmente por las actividades de los entrenamientos, para reproducir las demandas del deporte. El regreso al deporte se reanuda cuando se tolera el entrenamiento completo sin provocación de síntomas (después de 24 horas) y se han resuelto todos los déficits existentes.¹¹

Como conclusión podemos observar que hay varias opciones de ej. disponibles como tratamiento de las Td., pero no hay una receta única que sea efectiva para todas las variantes clínicas. La elección de los ej. dependerá de factores como el niveles de dolor, tolerancia a la carga, áreas de debilidad, objetivos del paciente y los requisitos de su deporte. Es importante destacar que si bien los ej. excéntricos son los más estudiados, las últimas investigaciones recomiendan la utilización de ej. que involucren cargas concéntricas-excéntricas, en vez de únicamente estas últimas.¹⁰ En cuanto a la dosificación de la carga, la implementación de un monitoreo del dolor durante el ejercicio y a las 24 horas del mismo, es la medida más fiable para determinar la intensidad del ej. y de ese modo graduar su carga.

Es importante tener en cuenta que los músculos y tendones responden a la carga adaptándose, aunque se cree que es poco probable que la carga repetitiva de baja intensidad (caminar o correr) estimule cambios adaptativos significativos. Se necesita una mayor intensidad para generar una respuesta que mejore sus capacidades.

Finalmente recordar que la respuesta del tendón a la carga demanda un tiempo considerable y los cambios significativos en la fuerza muscular tardan de 6 a 8 semanas, por lo que puede llevar de 3 a 4 meses obtener los resultados de un programa de ej. Es sustancial comprender que no hay una solución rápida. ●

Bibliografía

1. Alfredson, H., Pietilä, T., & Per, J. (1 de Mayo de 1998). Heavy-Load Eccentric Calf Muscle Training For the Treatment of Chronic Achilles Tendinosis. *The American Journal of Sports Medicine*, 26(3), 360-366.
2. Beyer, R., Kongsgaard, M., & Kjær, B. (27 de Mayo de 2015). Heavy Slow Resistance Versus Eccentric Training as Treatment for Achilles Tendinopathy: A Randomized Controlled Trial. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(7), 1704-1711.
3. Cook, J., & Purdam, C. (5 de Junio de 2009). Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy. *British Journal of Sports Medicine*, 43(6), 409-416.
4. Cook, J., & Purdam, C. (Febrero de 2012). Is compressive load a factor in the development of tendinopathy? *British Journal of Sports Medicine*, 46(3), 163-168.
5. Cook, J., Rio, E., Purdam, C., & Ortega-Cebrian, S. (Junio de 2017). El continuum de la patología de tendón: concepto actual e implicaciones clínicas. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 52(194), 61-69.
6. Kjær, M. (Abril de 2004). Role of Extracellular Matrix in Adaptation of Tendon and Skeletal Muscle to Mechanical Loading. *Physiological Reviews*, 84(2), 649-698.
7. Kjaer, M., Langberg, H., Miller, B., & Boushel, R. (2005). Metabolic activity and collagen turnover in human tendon in response to physical activity. *Journal of Musculoskeletal Neuronal Interact*, 1(5), 41-52.
8. Kongsgaard, M., Kovanen, V., Aagaard, P., Doessing, S., Hansen, P., Laursen, A., y otros. (28 de Diciembre de 2009). Corticosteroid injections, eccentric decline squat training and heavy slow resistance training in patellar tendinopathy. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 19(6), 790-802.
9. Leadbetter, W. (Julio de 1992). Cell-matrix response in tendon injury. *Clinics in Sports Medicine*, 3(11), 533-78.
10. Malliaras, P., Barton, C., Reeves, N., & Langberg, H. (Abril de 2013). Achilles and Patellar Tendinopathy Loading Programmes. A Systematic Review Comparing Clinical Outcomes and Identifying Potential Mechanisms for Effectiveness. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 43(4), 267-286.
11. Malliaras, P., Cook, J., Purdam, C., & Rio, E. (Noviembre de 2015). Patellar Tendinopathy: Clinical Diagnosis, Load Management, and Advice for Challenging Case Presentations. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 45(11), 887-898.
12. Rio, E., Kidgell, D., Purdam, C., Gaida, J., Moseley, L., Pearce, A., y otros. (1 de Octubre de 2015). Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy. *British journal of sport medicine*, 49(19), 1277-1283.
13. Sayana, M., & Maffulli, N. (Febrero de 2007). Eccentric calf muscle training in non-athletic patients with Achilles tendinopathy. *Journal of science and medicine in sport*, 10(1), 52-58.
14. Silbernagel, K. G., & Crossley, K. M. (Noviembre de 2015). A Proposed Return-to-Sport Program for Patients With Midportion Achilles Tendinopathy: Rationale and Implementation. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 45(11), 876-886.
15. Silbernagel, K., Thomeé, R., Eriksson, B., & Karlsson, J. (1 de Junio de 2007). Continued Sports Activity, Using a Pain-Monitoring Model, during Rehabilitation in Patients

with Achilles Tendinopathy A Randomized Controlled Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(6), 897-906.

16. Stanish, W., Rubinovich, R., & Curwin, S. (Julio de 1986). Eccentric exercise in chronic tendinitis. *Clinical Orthopaedics and Related Research.*, 208, 65-68.

17. Stasinopoulos, D., & Manias, P. (Julio de 2013). Comparing two eccentric exercise programmes for the management of Achilles tendinopathy. A pilot trial. *Journal of bodywork and movement therapies*, 17(3), 309-315.

18. Vicenzino, B. (Noviembre de 2015). Tendinopathy: Evidence-Informed Physical Therapy Clinical Reasoning. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 45(11), 816-818.