

“Human tendon adaptation in response to mechanical loading: a systematic review and meta-analysis of exercise intervention studies on healthy adults”

Bohm et al. Sports Medicine- Open (2015) 1:7.

Desde los primeros trabajos que mencionaban la efectividad del trabajo excéntrico en el tratamiento de la tendinopatía (*Stanish 1986, Alfredson 1998*) hasta nuestros días, son numerosos los estudios que han tratado de explicar el porqué de la mejoría sintomática cuando sometemos a un tendón a altas cargas mecánicas.

La evidencia científica nos dice que la mejor arma de que disponemos hoy en día para el tratamiento de la tendinopatía es el ejercicio y que diferentes tipos de carga pueden condicionar el tipo de respuesta adaptativa del tendón, pero aún hay controversia respecto al tipo de ejercicio óptimo (excéntrico, isométrico, etc.), así como a la intensidad, duración y secuenciación de las cargas.

Para dar luz a este asunto, este artículo trata de explicar los mecanismos fisiológicos de adaptación tendinosa a diferentes modalidades de ejercicio mediante una revisión sistemática de estudios relevantes al respecto hasta el año 2015. Para ello, se revisan hasta 27 estudios que cumplen 3 criterios de inclusión: 1) estudios de intervención longitudinales de más de 8 semanas 2) que investiguen los efectos en las propiedades mecánicas (rigidez), materiales (módulo de elasticidad) o morfológicas (área de sección) de tendones in vivo 3) en sujetos sanos.

Cuando se analizaron los efectos del ejercicio en la estructura y función tendinosa, se encontraron diferencias significativas: si bien el ejercicio demostró afectar positivamente a todas ellas, sus efectos en las propiedades mecánicas y materiales fueron mucho mayores que en las propiedades morfológicas. Estos resultados van en consonancia con algo que observamos frecuentemente en la clínica: tendones que mejoran sintomática y funcionalmente, pero cuya imagen en ecografía o resonancia se mantiene prácticamente invariable a lo largo del tiempo. ¿Sería conveniente medir las propiedades mecánicas del tendón en lugar de su morfología para valorar su evolución? ¿Ha llegado el momento de que las pruebas de imagen dejen de tener tanto peso en el seguimiento de la tendinopatía? Sin embargo, ¿contamos con herramientas suficientemente útiles y validadas para medir las propiedades mecánicas del tendón en la práctica clínica?

En cuanto a los diferentes programas de ejercicio, los autores analizaron tanto el tipo de contracción utilizada (excéntrica, concéntrica, isométrica, pliométrica, etc.), como la intensidad de la carga (expresada como el % de la contracción voluntaria máxima) y la duración de la intervención en semanas.

A pesar del énfasis que tradicionalmente se ha puesto en la importancia del tipo de ejercicio pautado (tradicionalmente excéntrico, y más recientemente también isométrico), no se han encontrado diferencias significativas entre programas con ejercicios isométricos, excéntricos/concéntricos o solo excéntricos. La adaptación tendinosa parece estar más relacionada con la intensidad de la contracción

muscular y la extensión del programa de ejercicios que con el tipo de contracción utilizada. Ejercicios con intensidades mayores al 70% de la máxima contracción voluntaria y programas de más de 12 semanas de duración parecen provocar adaptaciones mayores que aquellos que utilizan intensidades más bajas y periodos de trabajo más cortos.

A pesar de que prácticamente todos los programas de ejercicios han demostrado provocar adaptaciones positivas en el tendón, se observó una especial heterogeneidad en los estudios en cuanto a los cambios en la rigidez del tendón. Los autores sugieren que la gran cantidad de variables que intervienen en los protocolos utilizados (número de series, repeticiones, recuperación, sesiones por semana, tipo de ejercicio utilizado, etc.), podría afectar considerablemente las respuestas adaptativas del tendón, lo cual abre un amplio abanico de posibilidades a la hora de diseñar protocolos adaptados a poblaciones y circunstancias específicas.

Lo que parece claro es que la magnitud de la carga (tanto referida a la intensidad de trabajo como a la duración del programa) es el factor clave para provocar respuestas adaptativas en el tendón. Cargas más altas podrían suponer estímulos más potentes y reclutar mayor número de fibras tendinosas, lo que resultaría en un mayor número de tenocitos siendo deformados e induciendo cambios acorde a la intensidad de dicha deformación. Los propios autores sugieren en la discusión –basados en estudios de Bohm et al (2014)- que mientras ejercicios de carácter concéntrico, excéntrico e isométrico provocaban cambios positivos en las propiedades mecánicas y materiales del tendón, estos no se observaban cuando se utilizaban ejercicios pliométricos, porque la escasa duración del estímulo en actividades de salto podría no llegar a provocar adaptaciones a nivel celular. Otros estudios más recientes (Merishman et al 2017) apuntan también en esta dirección: cargas altas con mayor duración e intensidad de la contracción producen mejores respuestas en el tendón, mientras que el músculo parece responder mejor a un rango de cargas más variado independiente de duración e intensidad.

Estamos quizá ante un cambio de paradigma: ¿Y si los famosos ejercicios excéntricos que hemos utilizado durante años no funcionan por ser excéntricos sino por realizarse de manera lenta y con mucha carga? ¿Y si los prometedores resultados del trabajo isométrico mantenido durante 45 segundos (Rio et al 2015) no fueran efectivos por ser isométricos sino por ser mantenidos en el tiempo? ¿Y si los protocolos de heavy slow resistance (Konsgaard et al 2009) funcionan precisamente por la misma razón?

Sea como sea, los autores insisten en que cualquier adaptación tendinosa requiere tiempo, y que incluso las escasas adaptaciones estructurales observadas en este meta análisis pudieran deberse a que los programas de trabajo estudiados (8-14 semanas) sean demasiado cortos para producir cambios estructurales que ya se han observado previamente en exposiciones crónicas a altas cargas de trabajo.

Si bien no es un factor limitante a la hora de sacar conclusiones, conviene recordar que en esta revisión se incluyeron solo sujetos sanos, por lo que la adaptación de un tendón patológico a similares programas de ejercicio pudiera no seguir el mismo patrón. Otro punto importante a tener en cuenta en este aspecto es que la mayoría de los estudios están hechos con muestras pequeñas (6-15 sujetos) y que incluyen sujetos físicamente activos, pero en ninguno de los casos deportistas involucrados en actividades físicas intensas. Estos factores deben tenerse en cuenta para evitar sacar conclusiones que quizá no sean

aplicables a cualquier tipo de pacientes, si bien todo parece indicar que los mecanismos de adaptación en tendones patológicos parecen ser similares.

Podríamos sacar por lo tanto varias conclusiones interesantes de fácil aplicación práctica para pacientes que sufren tendinopatías, y cuya piedra angular de tratamiento sigue siendo el ejercicio:

1. Se necesita tiempo (>12 semanas) para inducir cambios relevantes en las propiedades mecánicas del tendón, y probablemente mucho más tiempo para que se produzcan cambios crónicos en su morfología.
2. Debemos desterrar la idea de que los excéntricos o los isométricos son la mejor opción de tratamiento para el tendón: intensidades y duraciones de ejercicio altas parecen ser la clave independientemente del tipo de contracción muscular.
3. No existe (ni existirá nunca) un protocolo de trabajo mágico para el tendón: pautar cargas suficientemente específicas, en progresión, adaptadas a cada caso y a cada fase, y que supongan un estrés mecánico suficientemente alto para inducir cambios a nivel celular, seguirá siendo quizá una cuestión más de habilidad clínica que de protocolos.

Daniel Martínez Silván

Fisioterapeuta

ASPETAR- Aspire Academy Sports Medicine Center

Doha (Qatar)

BIBLIOGRAFIA

Alfredson, H., Pietilä, T., Jonsson, P., & Lorentzon, R. (1998). Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis. *The American journal of sports medicine*, 26(3), 360-366.

Bohm, S., Mersmann, F., Tettke, M., Kraft, M., & Arampatzis, A. (2014). Human Achilles tendon plasticity in response to cyclic strain: effect of rate and duration. *Journal of Experimental Biology*, 217(22), 4010-4017.

Kongsgaard, M., Kovanen, V., Aagaard, P., Doessing, S., Hansen, P., Laursen, A. H., ... & Magnusson, S. P. (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.

Mersmann, F., Bohm, S., & Arampatzis, A. (2017). Imbalances in the development of muscle and tendon as risk factor for tendinopathies in youth athletes: A review of current evidence and concepts of prevention. *Frontiers in physiology*, 8.

Rio, E., Kidgell, D., Purdam, C., Gaida, J., Moseley, G. L., Pearce, A. J., & Cook, J. (2015). Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy. *Br J Sports Med*, bjsports-2014.

Stanish, W. D., Rubinovich, R. M., & Curwin, S. (1986). Eccentric exercise in chronic tendinitis. *Clinical orthopaedics and related research*, (208), 65-68.