

Prevención de la tendinopatía rotuliana con ejercicios excéntricos en deportistas

Patellar tendinopathy prevention in athletes with eccentric exercise

Esparza F¹, Barrera F¹, Pardo A², Abellán JF¹, Fernández T¹, González LM³

¹ Cátedra de traumatología del deporte. Universidad Católica San Antonio Murcia. ²Departamento de Educación Física. Universidad Católica San Vicente Ferrer, Valencia. ³Departamento de Educación Física y Deportiva. Universitat de València.

Esta investigación ha sido financiada por FUNDACIÓN MAPFRE

Resumen

Objetivo: Conocer el efecto de dos programas de entrenamiento excéntrico sobre la morfología del tendón rotuliano.

Material y método: Estudio experimental con pre y pos-test y grupo control. La muestra estuvo compuesta por 85 sujetos deportistas; 25 jugadores de baloncesto (BC) y 60 estudiantes de educación física (CAFD) que practican ejercicio físico regulado, mínimo 3 veces por semana. El entrenamiento excéntrico llevado a cabo en ambos grupos tuvo una duración de 12 semanas entre una valoración ecográfica inicial y la final. En el grupo formado por los estudiantes de CAFD se incrementó la carga de forma progresiva que no varió en el grupo de BC. **Resultados:** Se encontraron diferencias significativas entre la interacción del momento de la medida y el grupo. Las mediciones ecográficas aumentaron de forma significativa ($p < 0.001$) en el grupo CAFD. El grupo experimental BC no mostró cambios, y en el grupo control obtuvo menores longitudes en el post test ($p < 0.05$). La anchura aumentó en el grupo experimental CAFD ($p < 0.001$) y en el grupo experimental BC ($p = 0.042$).

Conclusión: El entrenamiento excéntrico provoca una hipertrofia sobre el tendón en pacientes sin tendinopatía rotuliana. Estas mejoras deben basarse sobre una correcta progresión de la carga de trabajo y prestando atención de forma individualizada a cada sujeto.

Palabras claves:

Tendón rotuliano, ejercicio excéntrico, deporte, prevención.

Abstract

Objective: The aim of this study is to know the effect of different eccentric exercises programs in the morphology of the patellar tendon.

Methods: This is an experimental study. Eighty-five athletes were included: 25 college basketball players (GBC) and 60 college students (GCAFD) with regular sport activity (at least 3 times/week). A 12-weeks eccentric exercise program was performed. Morphology of patellar tendon was seen with ultrasound both at the beginning and at the end of the program. The difference between both groups was that in the GCAFD program, strength increased progressively, meanwhile in the GBC group it was the same during the whole 12 weeks.

Results: Both tendon diameters increased with the program in the experimental GCAFD ($p < 0.001$) versus control group. The GBC showed no changes between both experimental and control group in APLONG and APTRANS, but these parameters were lower in post-test measurement in the control group ($p < 0.05$). LAT-MED increased in both experimental groups, GCAFD ($p < 0.001$) and GBC ($p = 0.042$).

Conclusion: In athletes without patellar tendinopathy, tendon hypertrophy is seen after a program of eccentric exercises, with increase in both anteroposterior and medial lateral diameter. An individualized program must be designed to achieve these results after the exercises.

Keywords:

Patellar tendon, eccentric exercise, sport, prevention.

Correspondencia

F. Esparza Ros.
Cátedra de Traumatología del deporte.
Universidad Católica San Antonio de Murcia.
Campus de los Jerónimos, s/n Guadalupe 30107 (Murcia)
fesparza@pdi.ucam.edu

Introducción

La incidencia de lesiones secundarias a la práctica deportiva es cada vez mayor. Por ello, gran parte de la actividad de los profesionales de las ciencias de la salud y la actividad física es el tratamiento y la prevención de estas lesiones, especialmente aquellas provocadas por un mecanismo de sobrecarga. Dentro de éstas encontramos los procesos patológicos que afectan al tendón rotuliano, cada vez más frecuentes en deportes como el voleibol, baloncesto, atletismo o fútbol, donde se combinan gestos deportivos que requieren fuerza y velocidad en la extensión de la pierna [1-4].

La patología de sobrecarga del tendón rotuliano se caracteriza por un cuadro clínico con dolor en la cara anterior de la rodilla que condiciona un déficit funcional [5]; son procesos de difícil tratamiento, que pueden llegar a acabar con la carrera profesional de un deportista, ya que la recuperación de la misma puede llegar a ser muy prolongada [6]. Existen varios tipos de tratamientos. El tratamiento conservador a través de técnicas como la crioterapia, la electroterapia, el masaje, los vendajes funcionales, la medicación antiinflamatoria o las infiltraciones, no han mostrado claramente sus efectos [7][8]. Asimismo, en las últimas décadas se ha incorporado como medio terapéutico y recuperador el trabajo de fuerza en su fase excéntrica, siendo citado el mismo en la literatura científica como un método cuyos efectos son beneficiosos para la mejora de dicha patología [9-17]. Estos efectos del entrenamiento excéntrico sobre el tendón sólo han sido indicados en pacientes que sufrían tendinopatías. Hasta la actualidad no hemos encontrado estudios desarrollados en poblaciones sin patología rotuliana, con el método de trabajo excéntrico de la fuerza, que tuviesen un objetivo de carácter preventivo. Mafulli et al [18] recomiendan como futuras investigaciones, el estudio de los beneficios del entrenamiento excéntrico para prevenir la tendinopatía Aquilea.

El trabajo de fuerza excéntrico empleando máquinas isocinéticas sería la condición ideal de trabajo. No obstante entre los inconvenientes que presenta debemos citar que sólo permite el trabajo en un plano de movimiento y el elevado coste de este material. Es por ello necesario proponer a los entrenadores y recuperadores físicos alternativas de trabajo que permitan favorecer los procesos de prevención y recuperación de las lesiones tendinosas. El objetivo principal de nuestro trabajo es conocer el efecto de dos programas de entrenamiento excéntrico sobre la morfología del tendón rotuliano con la ayuda de la ecografía.

Material y métodos

El presente estudio es de tipo experimental, con pre y pos-test y grupo control. La población de estudio compues-

ta por un total de 85 sujetos deportistas (170 tendones rotulianos) de los cuales 25 eran jugadores profesionales de baloncesto (BC); edad 23 (DE: 2) años; peso 86,72 (DE: 6,23) kg; talla 1,87 (DE: 0,07) m, que entrenaban 3 veces por semana más el partido de competición, y 60 estudiantes de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (CAFD); edad 21 (DE: 2) años; peso 74,06 (DE: 12,55) kg; talla 1,37 (DE: 0,06) m que practican ejercicio físico de forma reglada al menos 3 veces por semana.

Ambos colectivos realizaron protocolos de intervención cuya principal diferencia era el incremento de la carga de forma progresiva en el grupo formado por los estudiantes de CAFD, mientras que en el grupo de baloncesto la carga no varió a lo largo de todo el proceso de intervención.

Asimismo, de cada colectivo fueron elegidos aleatoriamente individuos para formar un grupo control (GC), con un total de 30 sujetos (60 tendones); edad 21 (DE: 2) años; peso 79,4 (DE: 12,30) kg; talla 1,80 (DE: 0,11) m.

Todos los participantes firmaron su consentimiento informado y voluntario para participar en el estudio.

Se utilizó una tabla con un plano inclinado de 25° con el fin de realizar ejercicios excéntricos. Para incrementar la carga de trabajo se necesitó una barra de 10 Kg. y halteras de 2'5 a 10 Kg.

Las variables dependientes han sido el diámetro anteroposterior del tendón desde un corte longitudinal (APLONG) y desde un corte transversal (APTRANS), y el diámetro latero medial del mismo desde un corte transversal (LATMED), obtenidas mediante ecografía.

Procedimiento General

El entrenamiento de carácter excéntrico llevado a cabo en ambos grupos tuvo una duración de 12 semanas entre la valoración ecográfica inicial y la final. Quince días previos al inicio del tratamiento inicial se realizó una medición inicial y quince días después de finalizar el mismo se realizó la medición final en ambos grupos. En la primera valoración ecográfica se evaluó el estado del tendón, siendo excluidos del estudio aquellos sujetos que manifestaban alguna sintomatología o presentaban imágenes ecográficas patológicas. El grupo control fue evaluado paralelamente a los grupos experimentales.

Las pruebas ecográficas se realizaron con un ecógrafo de marca LOGIQ e (GE Healthcare, Wisconsin, EEUU) con software v5.2.x y sonda lineal 12LRS con ancho de banda de 5 a 13 Mhz. Todas las ecografías fueron realizadas por un experto en este tipo de evaluaciones, siendo realizadas por el mismo valorador, para evitar los posibles errores interobservador.

Protocolo de evaluación ecográfica

El sujeto acostado sobre la camilla, en posición de decúbito supino, y debajo del hueco poplíteo se colocó una cuña de 45° para flexionar la rodilla, con el objetivo de visualizar correctamente el tendón rotuliano (TR). Previo a la valoración ecográfica se marcó el pico de la rótula y distal a 2 cm- se marcó otro punto de referencia, manteniendo siempre los mismos criterios en todos los tendones de la muestra. Seguidamente se realizó la evaluación ecográfica longitudinal de todo el del tendón y transversal debajo del polo distal de la rótula y en el punto de referencia marcado a 2 cm. Se obtuvieron tres imágenes ecográficas de cada tendón. Una de un corte longitudinal del tendón, otra de un corte transversal en el pico de la rótula y la tercera en este corte transversal, a 2 cm. del pico de la rótula en dirección caudal. Para medir el tendón en el corte longitudinal, se trazó una línea horizontal, desde el pico de la rótula hasta 2 cm debajo del polo inferior de la rótula y a 2 cm se midió la distancia antero-posterior del tendón (Figura 1). En el corte transversal, en las dos imágenes obtenidas, se trazó una línea horizontal desde el borde lateral al medial del tendón. Se calculó la mitad de éste y se midió la distancia antero-posterior del mismo (Figura 1).

Protocolo de entrenamiento en jugadores de baloncesto (BC)

Los jugadores de baloncesto fueron citados 30 minutos antes del comienzo de la sesión de entrenamiento. Tras un calentamiento de quince minutos se comenzaron a realizar los ejercicios. En posición vertical, subidos a la tabla inclinada en dirección a la pendiente, con apoyo unipodal sobre la pierna con la que se iba a trabajar, la espalda recta y los brazos en la cintura o cogiendo un balón. A partir de ahí, los sujetos bajaban lentamente (2 segundos) hasta formar un ángulo de 80°-90° entre el fémur y la tibia (Figura

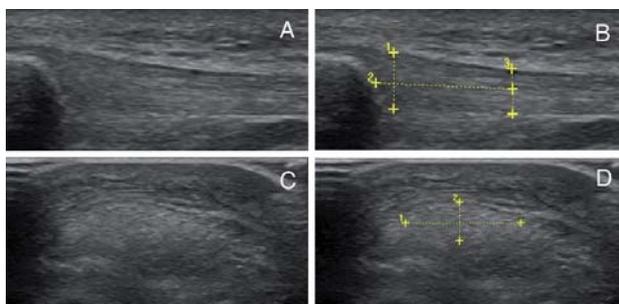


Fig. 1. Ejemplo de las imágenes ecográficas obtenidas. A: TR corte longitudinal. B: Medida A-P en corte longitudinal en pico rotula1 y a 2 cm3. C: TR corte transversal. D: Medida longitudinal1 y A-P2 en corte transversal.

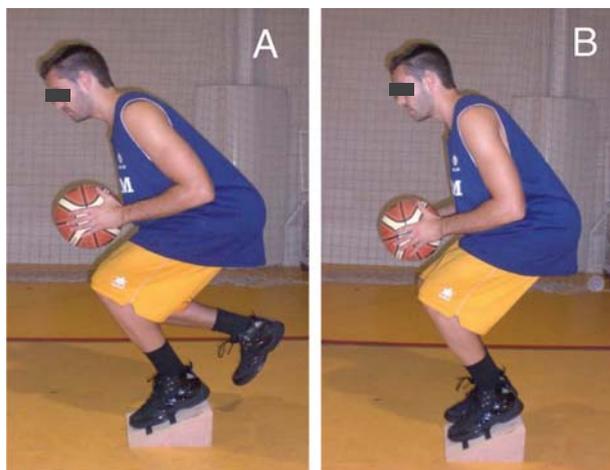


Fig. 2. Posición del sujeto durante el entrenamiento excéntrico. A: fase excéntrica con apoyo unipodal; B: fase concéntrica del ejercicio con apoyo bipodal.

2). A continuación apoyaban la otra pierna sobre la tabla para subir hacia la posición de partida, con el objetivo de disminuir la fase concéntrica del cuádriceps que trabaja (Figura 2). Los jugadores entrenaron un total de 36 sesiones, divididas en 3 entrenamientos semanales. La carga de trabajo asignada consistió en 3 series de 15 repeticiones con cada pierna, siendo el tiempo de recuperación entre series de 2 minutos. La carga de entrenamiento siempre fue la misma para todos los jugadores y en todas las sesiones de entrenamiento.

Protocolo de entrenamiento del grupo de alumnos (CAFD)

Los sujetos se citaron tres veces por semana. El ejercicio fue similar al realizado en el protocolo de entrenamiento de jugadores de baloncesto, pero en este grupo incrementamos la carga de trabajo, sobre los hombros, al realizar los ejercicios con barra y halteras (Figura 3). La progresión en la carga de trabajo se realizó semanalmente, modificándose el peso de la carga, el número de repeticiones y también el de series. La progresión fue realizada respetando el principio de individualización del entrenamiento. La primera semana realizaron el trabajo con una barra de 10 kg sobre los hombros. Esta carga inicial sirvió como periodo de aprendizaje y adaptación de las estructuras miotendinosas implicadas. La carga de trabajo consistió en 2 series, por 15 repeticiones, con 2 minutos de descanso entre series.

A partir de la primera semana se fue incrementado progresivamente la carga en función de la individualidad, siguiendo los siguientes criterios: 1. incremento del número



Fig. 3. Posición del sujeto durante el entrenamiento excéntrico con carga. A: fase excéntrica con apoyo unipodal; B: fase concéntrica del ejercicio con apoyo bipodal.

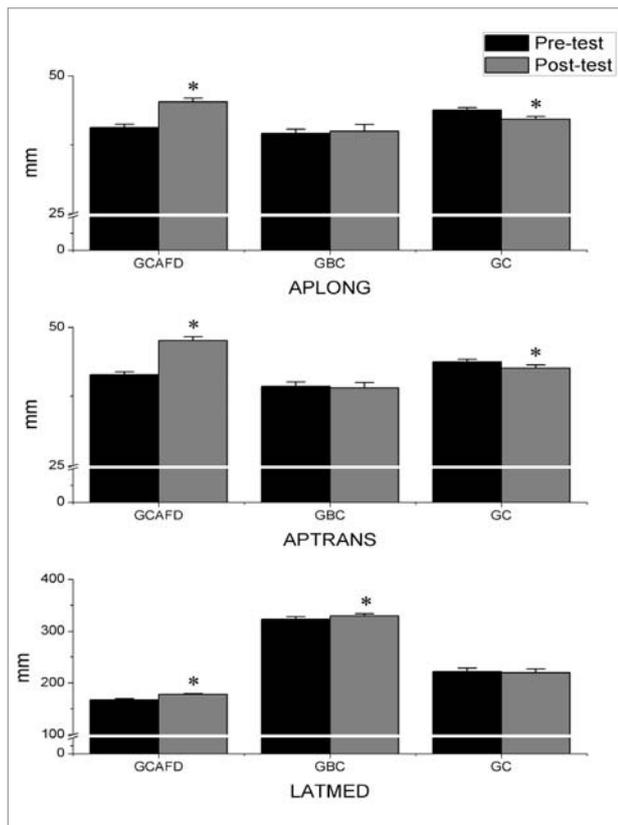


Fig. 4. Interacción entre el momento de la medida y las variables dependientes. * Diferencias significativas $p < 0.05$.

de series (de 2 a 3); 2. incremento de la carga (de 2,5-5 kg) y 3. incrementos de la carga y disminución del número de repeticiones a 10.

Análisis estadístico

Se comprobó la normalidad y homocedasticidad, a través de las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene, respectivamente. Como estadísticos descriptivos para variables numéricas se utilizaron la media y el error típico de la media como medida de dispersión. Se realizó una ANOVA de medidas repetidas (pre-post) para dos factores [Grupo (3) x Condición (3)] sobre las variables dependientes (APLONG, APTRANS y LATMED). En el caso de hallar resultados significativos en los contrastes multivariados o univariados se aplicó test posthoc de Bonferroni. Para todos los análisis estadísticos se estableció un nivel de significación de $p < 0.05$. El análisis estadístico se desarrolló utilizando el programa informático Statistical Package for the Social Sciences, versión 17 (SPSS inc., Chicago, IL, USA).

Resultados

Los contrastes multivariados mostraron un efecto significativo principal de la distancia de evaluación ($F_{3,280}=5.98$, $p=0.001$) y del momento de medida ($F_{3,280}=12.93$, $p<0.001$) sobre las variables dependientes. Además hallamos un efecto significativo de la interacción entre el momento de medida y el grupo ($F_{6,562}=25.89$, $p<0.001$). Los contrastes univariados presentaron un efecto principal del momento de medida sobre la APLONG ($F_{1,282}=12.41$, $p<0.001$), la APTRANS ($F_{1,282}=24.68$, $p<0.001$), LATMED ($F_{1,282}=12.90$, $p<0.001$). Las comparaciones por pares mostraron valores significativamente superiores en el post-test en las tres variables dependientes ($p<0.001$). También se halló un efecto principal de la distancia de evaluación sobre la APLONG ($F_{1,282}=18.06$, $p<0.001$) y APTRANS ($F_{1,282}=10.44$, $p=0.001$). En ambas variables dependientes se encontraron valores más elevados cuando la medición se realizaba en el justo bajo el pico de la rótula ($p=0.001$) (Tabla 1).

El efecto de la interacción del momento de la medida y el grupo influyó en la APLONG ($F_{2,282}=53.01$, $p<0.001$), la APTRANS ($F_{2,282}=74.63$, $p<0.001$) y la LATMED ($F_{2,282}=11.46$, $p<0.001$). La APLONG y la APTRANS aumentaron de forma significativa ($p<0.001$) en el grupo experimental CAFD gracias a la intervención. Sin embargo, el grupo experimental BC no mostró cambios, y en el grupo control obtuvo menor APLONG y APTRANS en el post test ($p<0.05$). Por lo que respecta a la variable LATMED, aumentó en el post test en el grupo experimental CAF

Tabla 1. Comparación entre variables y lugares de medida

	Punto 1 (Bajo el pico de la rótula) X (ETM)	Punto 2 (A 2 centímetros del pico) X (ETM)
APLONG (mm)	42.48 (0.40)	43.74 (0.46)*
APTRANS (mm)	171.30 (1.28)	172.31 (1.33)*
LATMED (mm)	44.05 (0.46)	44.64 (0.46)

ETM: error típico de la media; * diferencias significativas con respecto punto de medición $p < 0.05$.

Tabla 2. Comparación de la variables en los momentos de medida

		APLONG	APTRANS	LATMED
Momento 1	CAFD	40.59 (0.58) *	41.44 (0.52) *†	167.68 (1.78) *†
	BC	39.61 (0.74)	39.30 (0.791)	323.61 (4.47)
	GC	43.79 (0.48) *	43.68 (0.50) *	221.96 (7.08) *
Momento 2	CAFD	45.27 (0.62) *†	47.59 (0.65) *†	177.95 (1.89) *†
	BC	40.00 (1.14)	39.00 (1.02)	329.89 (4.12)
	GC	42.12 (0.55)	42.58 (0.56) *	219.87 (7.56) *

Los datos están expresados en media (error típico de la media). * Diferencias significativas con respecto al grupo Baloncesto (BC). † Diferencias significativas con respecto al grupo control (GC).

($p < 0.001$) y en el grupo experimental BC ($p = 0.042$). Por otro lado, existieron diferencias en el pre test y en el post test entre los grupos (Tabla 2). Los contrastes multivariados mostraron un efecto significativo principal de la distancia de evaluación ($F_{3,280} = 5.98, p = 0.001$) y del momento de medida ($F_{3,280} = 12.93, p < 0.001$) sobre las variables dependientes (Figura 4).

Discusión

En la actividad deportiva hay preocupación por conocer medios y métodos de trabajo que permitan reducir el riesgo de lesiones. Los trabajos realizados en este sentido suelen evaluar, tras la aplicación de protocolos, la incidencia lesional en relación al número de horas de entrenamiento y competición [19-21]. En el presente trabajo hemos objetivado los resultados de dos protocolos de actuación en relación a la modificación de las medidas tomadas a nivel del tendón rotuliano. El protocolo de ejercicios excéntricos aplicado provoca cambios morfológicos en los diámetros antero-posteriores y latero-mediales de los tendones estudiados, es decir en el grosor y la anchura de los mismos. Hasta el momento lo estudios en los que se realiza un trabajo excéntrico para tratar las tendinopatías rotulianas, concluyen que dicho tratamiento es efectivo [9-17]. En este trabajo se ha utilizado un protocolo de entrenamiento semejante a los utilizados previamente [10][12], aunque a di-

ferencia de éstos, hemos procurado introducir un carácter preventivo, al realizarse con una población sin patología rotuliana. Las características morfológicas de los tendones normales son diferentes a la de los tendones patológicos, los cuales demuestran una respuesta amplificada de reparación [9]. No se han encontrado trabajos con sujetos sin patología y que hayan sido evaluados ecográficamente para estudiar las posibles modificaciones debidas al proceso de intervención, lo que dificulta la comparación de nuestros resultados con los obtenidos en otros estudios.

Uno de los instrumentos habitualmente empleado para valorar la eficacia en estos estudios es la Escala Visual Analógica (VAS), que valora la percepción del dolor. Una disminución en esta escala indica una disminución del dolor del deportista. Dicha disminución se ha equiparado con el aumento del tamaño del tendón, ya que los tendones de mayor tamaño permiten un mayor mantenimiento de la fuerza mecánica y previene la degeneración del mismo [22]. Cannel et al [9] observaron diferencias en cuanto a la percepción del dolor mediante VAS siendo esta inferior en el grupo que realizó un trabajo excéntrico. En la misma línea, Johsson et al [14] al comparar los efectos del ejercicio excéntrico con los del ejercicio concéntrico, en una muestra con tendinopatía rotuliana, demostraron una disminución del dolor en el grupo sometido a un trabajo excéntrico. No obstante, esta evaluación no se ha administrado a la pobla-

Tabla 3. características de los tipos de entrenamientos

	Purdam (2004)	Stasinopoulos (2004)	Protocolo de este estudio
Tipo de ejercicio	Sentadilla de cuádriceps.	Sentadilla de cuádriceps y estiramientos	Sentadilla de cuádriceps
Posición	De pie	De pie	De pie
Fase de bajada	Excéntrica con una pierna	Excéntrica con una pierna	Excéntrica con una pierna
Fase de subida	Concéntrica con dos piernas	Concéntrica con dos piernas	Concéntrica con dos piernas
Material	Tabla inclinada (25°)	Tabla inclinada (25°)	Tabla inclinada (25°)
Frecuencia	7 días/semana 2 veces/día	3 días/semana 1 vez/día	3 días/semana 1 vez/día
Nº series	3 series/pierna	3 series/pierna	3 series/pierna
Nº repeticiones	15 repeticiones	15 repeticiones	15 repeticiones

ción de estudio, ya que ningún sujeto tenía un tendón patológico, ni dolor.

El protocolo de entrenamiento excéntrico que ha llevado a cabo el grupo experimental está basado en el protocolo realizado por Purdam et al [10] y modificado para este estudio siguiendo al protocolo de Stasinopoulos et al [12] (Tabla 3).

Respecto a los resultados obtenidos al comparar la medición inicial con la final en los jugadores de baloncesto, sólo se encontramos modificaciones en el diámetro latero-medial, por lo que se puede señalar que este tipo de entrenamiento influye sobre el tendón rotuliano pero no en el resto de variables. Posiblemente la causa sea la ausencia de progresión en cuanto a la carga de trabajo. Así, los sujetos del grupo experimental de CAFD han realizado la misma tarea pero con un criterio de aumento semanal de la carga de trabajo. Mafulli et al [23] señalaron que los tendones responden a la tensión progresiva y controlada de una carga. En este grupo vimos diferencias significativas al comparar los dos momentos en que se realizó la evaluación, obteniéndose mejoras en relación al diámetro antero-posterior y latero-medial. Estos resultados parecen sugerir la necesidad de ir incrementando las cargas de trabajo y que se adapten de forma individual a cada sujeto, como se ha planteado en este grupo, ya que ello conlleva mejoras en cuanto a la morfología del tendón. Respecto al grupo control, se observó una disminución en las variables APLONG y APTRANS, debido, posiblemente, a la disminución o ausencia de práctica deportiva durante el periodo experimental. No es de extrañar que se haya sugerido el trabajo muscular excéntrico como tratamiento y prevención de las lesiones tendinosas [2][16].

El entrenamiento excéntrico provoca una hipertrofia sobre el tendón en pacientes sin tendinopatía rotuliana, aumentando sus propiedades morfológicas, como son el diá-

metro antero-posterior y el diámetro latero-medial. Las citadas mejoras deben basarse sobre una correcta progresión de la carga de trabajo y prestando atención de forma individualizada a cada sujeto. ■

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Purdam C, Jonsson P, Alfredson H, Lorentzon R, Cook J, Khan K. A pilot study of the eccentric decline squat in the management of painful chronic patellar tendinopathy. *Br J Sports Med* 2004; 38:395-7
2. Alfredson H. The chronic painful Achilles and patellar tendon: research on basic biology and treatment. *Sports Med* 2005; 15:252-9.
3. Wilson JJ, Best TM. Common overuse tendon problems: a review recommendations for treatment. *Am Fam Physician* 2005; 72:811-8.
4. Lian OB, Engebretsen L, Bahr R. Prevalence of jumper's knee among elite athletes from different sports: a cross-sectional study. *Am J Sports Med* 2005; 33:561-7.
5. Koen H, Roeland J. Patellar tendinopathy in athletes: current diagnostic and therapeutic recommendations. *Sport Med* 2005; 35:71-87.
6. Cook J, Feller JA, Bonar SF, Khan KM. Abnormal tenocyte morphology is more prevalent than collagen disruption in asymptomatic athletes patellar tendons. *J Orthop Res* 2004; 22:334-8.
7. Peer KH, Lysens RJ. Patellar tendinopathy in athletes: current diagnostic and therapeutic recommendations. *Sports Med* 2005; 35:71-87.
8. Wei A, Callaci J, Juknelis D, Marra G, Tonino P, Freedman K, et al. The effect of corticosteroid on collagen expression in injured rotator cuff tendon. *J Bone Joint Surg (Am)* 2006; 88-A:1331-8.

9. Cannell LJ, Taunton JE, Clement DB, Smith C, Khan KM. A randomized 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; 35:60-4.
10. Purdam C, Cook J, Hooper D, et al. Discriminative ability of functional loading test for adolescent jumper's knee. *Physical Therapy in Sport* 2003; 4:3-9.
11. Young MA, Cook JL, Purdam CR, Kiss ZS, Alfredson H. Eccentric decline squat protocol offers superior results at 12 months compared with traditional eccentric protocol for patellar tendinopathy in volleyball players. *Br J Sports Med* 2005; 39:102-5.
12. Stasinopoulos D, Stasinopoulos L. Comparison of effects of exercise programme, pulsed ultrasound and transverse friction in the treatment of chronic patellar tendinopathy. *Clinical Rehabil* 2004; 18:347-52.
13. Visnes H, Bahr R. The evolution of eccentric training as treatment for patellar tendinopathy (jumper's knee): a critical review of exercise programmes. *Br J Sports Med* 2007; 41:217-23.
14. 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; 39:847-50.
15. Bahr R, Fossan B, Loken 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-A:1689-98.
16. Rees J, Lichtwark G, Colman R. The mechanism for efficacy for eccentric loading in Achilles tendon injury; an in vivo study in humans. *Rheumatol* 2008; 42:746-9.
17. Rees JD, Maffulli N, Cook J. Management of tendinopathy. *Am J Sports Med* 2009; 37:1855-67
18. Maffulli N, Longo U. How do eccentric exercises work in tendinopathy? *Rheumatol* 2008; 47:1444-5.
19. Maffulli N, Longo U, Spiezia F, Denaro V. Sports injuries in young athletes: long-term outcome and prevention strategies. *Phys Sportsmed* 2010; 38:29-34.
20. Aaltonen S, Karjalainen H, Heinonen A, Parkkari J, Kujala U. Prevention of sports injuries: systematic review of randomized controlled trials. *Arch Intern Med* 2007; 167:1585-92.
21. Schmikli S, Backx F, Kemler H, van Mechelen W. National survey on sports injuries in the Netherlands: Target populations for sports injury prevention programs. *Clin J Sport Med* 2009; 19:101-6.
22. 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.
23. Maffulli N, Walley G, Sayana M, Longo U, Denaro V. Eccentric calf muscle training in athletic patients with Achilles tendinopathy. *Disabil Rehabil* 2008; 30:1677-84.

Conflicto de intereses

Los autores hemos recibido ayuda económica de FUNDACIÓN MAPFRE para la realización de este trabajo. No hemos firmado ningún acuerdo por el que vayamos a recibir beneficios u honorarios por parte de alguna entidad comercial o de FUNDACIÓN MAPFRE.