



AUTOR

IGOR SANCHO

i.sanchoamundarain@qmul.ac.uk



Fisioterapeuta.  
San Sebastián, España.

Ex fisioterapeuta Federación  
Española de Rugby y Gipuskoa  
Basket Club

Doctorando en Queen Mary  
University of London.

Línea de investigación:  
Biomecánica en tendinopatías  
Tendinopatía de Aquiles

# EDUCACIÓN Y EJERCICIO COMPLEMENTADOS CON UNA PROGRESIÓN DE SALTOS PARA CORREDORES AMATEURS CON TENDINOPATÍA DE LA PORCIÓN MEDIA DEL TENDÓN DE AQUILES

ESTUDIO DE VIABILIDAD A PARTIR DE UNA MUESTRA SIMPLE

## RESUMEN

**Objetivos:** Examinar la viabilidad de un programa de 12 semanas de educación recomendada y ejercicio, complementados con una intervención de saltos implementada en base a la autoevaluación del dolor para corredores amateurs con tendinopatía Aquilea.

**Diseño:** Estudio de viabilidad a partir de una muestra simple.

**Escenario:** Clínica privada de fisioterapia en Melbourne, Australia.

**Participantes:** Quince hombres corredores amateurs con tendinopatía Aquilea.

**Principales medidas de resultados:** Medidas de reclutamiento y adherencia, eventos adversos, aceptabilidad de la intervención y la tendencia de los efectos del tratamiento se midieron al inicio, a las cuatro y a las 12 semanas.

**Resultados:** Las tasas de reclutamiento (100%), retención (87%) y seguimiento (93%) fueron altas. La adherencia al ejercicio fue del 70% (DE = 12,7) pero la fidelidad fue del 50% (DE = 13,9). Tres participantes sufrieron eventos adversos (durante la realización de actividades contrarias a lo recomendado). Los participantes reportaron la educación proporcionada, el beneficio percibido y la frecuencia del *feed-back* como facilitadores de la intervención, mientras que el tiempo requerido para ejecutar los ejercicios fue considerado una barrera. A las 12 semanas, cinco participantes estaban satisfechos y ocho muy satisfechos, mientras que el cuestionario VISA-A había mejorado  $24 \pm 20.65$  puntos ( $\mu_2 = 0.740$ ).

**Conclusiones:** Los resultados justifican un ensayo aleatorio controlado que incluya educación recomendada y ejercicio complementado con una intervención de saltos guiada por el dolor como parte del tratamiento para corredores amateurs con tendinopatía Aquilea, una vez que se aborden las estrategias para mejorar la adherencia y reducir los eventos adversos.

## PALABRAS CLAVE

Tendinopatía Aquilea; tratamiento guiado por el dolor; saltos.

## INTRODUCCIÓN

La tendinopatía Aquilea (TA) se caracteriza por dolor localizado, rigidez matutina <sup>(1)</sup>, y deterioro de la función durante actividades como correr y

saltar. La TA es particularmente prevalente en corredores, representando del 9 al 15% del total de las lesiones por correr, pero las personas menos activas también pueden verse afectadas <sup>(2,3)</sup>. La etiología es multifactorial, y cuenta con la contribución de factores intrínsecos y extrínsecos. Los factores extrínsecos comunes pueden incluir errores de entrenamiento tales como un cambio en la carga de entrenamiento <sup>(4-7)</sup> o la superficie de entrenamiento <sup>(5,7)</sup>. Los factores de riesgo intrínsecos propuestos incluyen el incremento de la edad <sup>(8)</sup>, el aumento del IMC (índice de masa corporal) <sup>(9,10)</sup>, la disminución de la fuerza flexora plantar <sup>(11,12)</sup>, las enfermedades sistémicas como la diabetes tipo 2 <sup>(13)</sup>, las lesiones previas <sup>(14)</sup>, la exposición a ciertos fármacos (corticosteroides, quinolonas) <sup>(15,16)</sup> y una biomecánica alterada <sup>(17,18)</sup>.

La educación sobre los niveles seguros de dolor durante el ejercicio y el ejercicio aplicado progresivamente son constantemente recomendados como tratamientos de primera línea tanto en revisiones sistemáticas <sup>(19,20)</sup> como en guías de práctica clínica <sup>(21,22)</sup>. El programa de ejercicio excéntrico de Alfredson ha sido una intervención popular para la TA durante más de dos décadas y consiste en realizar elevaciones de talones en bipedestación de forma aislada y con bajada progresiva, dos veces al día <sup>(23)</sup>. Beyer et al. compararon recientemente el programa Alfredson con el programa de resistencia *heavy-slow resistance* o HSR <sup>(24)</sup>.

El programa HSR incluye la carga del tríceps sural en diferentes posiciones como de pie y sentado, así como en una máquina de prensa para piernas, progresando desde la resistencia (15 repeticiones hasta la fatiga) hasta intensidades de fuerza máxima (6 repeticiones hasta la fatiga) <sup>(25)</sup>, y se realiza tres veces por semana. A pesar de las diferencias sustanciales entre los programas Alfredson y HSR, no hubo diferencias significativas en los resultados de dolor y función hasta los 12 meses. Por lo tanto, aunque no se puede recomendar un único programa de carga específico, las pruebas actuales apoyan la rehabilitación progresiva durante 12 semanas o más, y el uso de un modelo de monitorización del dolor para controlar los síntomas durante el aumento del ejercicio <sup>(26)</sup>.

Las actividades que representan un ciclo de estiramiento-acortamiento (CEA) como caminar, correr y saltar se caracterizan por el almacenamiento de energía en el tendón y posterior liberación, sostenido por fuertes contracciones (principalmente isométricas) del músculo <sup>(27)</sup>. Hay pruebas de que las personas con TA tienen déficits en la función del CEA. Por ejemplo, se ha reportado una reducción de la distancia máxima de salto (una medida de la potencia del CEA) <sup>(28)</sup> y de la rigidez de la pierna durante el salto submáximo (una medida de la eficiencia del CEA) <sup>(29)</sup> en el lado afectado de personas con TA unilateral. Además, Silbernagel et al. encontraron que, a pesar de recibir 6 meses de tratamiento de ejercicio recomendado, las personas con TA en su estudio padecían deficiencias persistentes en el CEA (por ejemplo, cociente de saltos) al año de seguimiento <sup>(30)</sup>. En conjunto, la disfunción del CEA es una característica de la TA y puede persistir después de los tratamientos basados en ejercicios.

“

*La educación sobre los niveles seguros de dolor durante el ejercicio y el ejercicio aplicado progresivamente son constantemente recomendados como tratamientos de primera línea tanto en revisiones sistemáticas como en guías de práctica clínica.* ”

”

“

***El entrenamiento pliométrico puede tener efectos complementarios al ejercicio recomendado actualmente para la Tendinopatía Aquilea.*** ”

El entrenamiento pliométrico es una intervención común entre los deportistas y ha demostrado que mejora la contracción voluntaria máxima, el rendimiento de los saltos, la economía en la carrera y la rigidez de la pierna en personas sanas <sup>(31-33)</sup>. Kubo et al. compararon los efectos del entrenamiento de resistencia HSR y pliométrico en individuos sanos y concluyeron que el entrenamiento HSR aumentaba la rigidez del tendón y el entrenamiento pliométrico aumentaba la rigidez de las articulaciones y el rendimiento de los saltos <sup>(32)</sup>. Esta evidencia sugiere que el entrenamiento pliométrico puede tener efectos complementarios al ejercicio recomendado actualmente para la TA, y también puede ser capaz de tratar los déficits persistentes del CEA que se han observado. Se sabe que los ejercicios pliométricos sobrecargan el tendón de Aquiles y agravan los síntomas en sujetos con dolor en el tendón de Aquiles si no se aplican progresivamente <sup>(34,35)</sup>, lo cual puede ser una barrera. Sin embargo, Silbernagel et al. reportaron resultados similares de dolor y función entre las personas con TA que continuaron con actividades de CEA (correr o saltar) en comparación con aquellas que las cesaron durante seis semanas, demostrando que es posible realizar cargas de CEA en sujetos con TA, siempre y cuando estén guiadas por la respuesta de los síntomas <sup>(36)</sup>. Nuestro estudio se basó en los hallazgos de Silbernagel et al. e investigó si se podría implementar un programa de carga progresiva guiada por el dolor que incluyera los saltos como forma de mejorar el tratamiento de hombres corredores amateurs con tendinopatía de la porción media del tendón de Aquiles.

La pregunta general que nos planteamos en la investigación es si una intervención progresiva de saltos y guiada por el dolor sería segura y mejoraría los resultados entre las personas con TA cuando, ésta se agrega a la educación y el ejercicio actualmente recomendados. El objetivo del presente estudio fue evaluar la seguridad, la viabilidad y la aceptabilidad entre los participantes de añadir una intervención de saltos (a menudo percibida como potencialmente perjudicial por los pacientes y los médicos) al cuidado recomendado actual, como preparación previa para realizar un ensayo aleatorio mayor. El objetivo primario fue evaluar: i) el reclutamiento, ii) la retención, iii) la respuesta al seguimiento, iv) la incidencia de eventos adversos, v) la adherencia y fidelidad al ejercicio, y vi) la aceptabilidad de las intervenciones. El objetivo secundario fue obtener indicaciones de los efectos del tratamiento a corto plazo.

## **MÉTODOS**

### **2.1 Diseño del estudio**

Este estudio de viabilidad a partir de una muestra simple fue diseñado para evaluar la viabilidad y aceptabilidad de un programa de educación recomendada y ejercicio complementado con una intervención de saltos guiada por el dolor para la TA. El estudio fue diseñado y reportado siguiendo la declaración del *CONsolidated Standard of Reporting Trials* para estudios piloto y de viabilidad (CONSORT-PF) <sup>(37)</sup> y fue aprobado por *La Trobe University Human Research Ethics Committee* (22216).

## 2.2 Participantes

Los participantes fueron incluidos si eran hombres, tenían entre 20 y 60 años de edad, tenían niveles de actividad de moderada a alta según lo determinado por el *International Physical Activity Questionnaire* <sup>(38)</sup> y corrían al menos una vez por semana. El diagnóstico clínico para el grupo con TA se determinó por dolor localizado en la porción media del tendón de Aquiles, dolor con o después de la carga del tendón de Aquiles (correr, esprintar, saltar, actividades con salto) y rigidez matutina. El diagnóstico clínico fue confirmado por ecografía. Una estructura anormal del tendón se definió como región(es) hipo ecoica(s) en la porción media y un diámetro anteroposterior > 6mm en el plano sagital <sup>(39,40)</sup>. Otras inclusiones fueron un mínimo de 6 semanas de historia clínica y dolor al realizar el test de saltos submáximos a una pierna (>1/10 en la escala de valoración numérica (EVN), donde 0 significa "sin dolor" y 10 es "el peor dolor posible").

Los participantes fueron excluidos en caso de tener una condición médica que les impidiera realizar actividad física, tendinopatía insercional, ruptura o cirugía previa del tendón de Aquiles actualmente afectado, si habían recibido una inyección en los últimos 3 meses en el tendón de Aquiles actualmente afecto o un diagnóstico clínico actual de otra patología musculoesquelética de miembros inferiores o de la columna lumbar.

La recolección de datos tuvo lugar en una clínica privada de fisioterapia en Melbourne, Australia, de julio a diciembre de 2016. También se reclutaron participantes potenciales de otras clínicas de fisioterapia, clubes de atletismo, clubes de fútbol, redes sociales y por la radio. A los participantes se les ofreció un programa de rehabilitación gratuito de 12 semanas y un par de zapatillas deportivas Mizuno al final del estudio. El primer contacto fue por teléfono o correo electrónico, y la elegibilidad se confirmó en la primera asistencia. Todos los participantes dieron su consentimiento informado oral y escrito antes de las pruebas experimentales.

## INTERVENCIONES

### 3.1. Educación

De acuerdo con las recomendaciones actuales <sup>(21)</sup>, nuestra intervención incluyó educación y asesoramiento exhaustivos para el paciente. Los participantes fueron educados sobre la patología de la TA, los mecanismos potenciales de dolor, los factores de riesgo y el pronóstico. Se incluyeron en la educación estrategias para abordar las creencias comunes de mala adaptación, como la evitación por miedo y la expectativa de malos resultados del tratamiento conservador. Se definió e introdujo el concepto de tolerancia de carga como base para comprender el dolor aceptable con el ejercicio y cómo progresar y retroceder en el ejercicio. El dolor hasta 3 sobre 10 (3/10) durante el ejercicio era aceptable, y un cierto aumento en el dolor después del ejercicio y al día siguiente (basado en las molestias matutinas o en la prueba submáxima de salto monopodal [5 saltos consecutivos]) era aceptable, siempre y cuando se recuperara al nivel de referencia anterior al ejercicio en aproximadamente 24 horas. Sin embargo, también se aconsejó a los participantes que no progresaran las cargas demasiado rápido (es decir, aumentar un máximo del 10% del volumen

“

*Se incluyeron en la educación estrategias para abordar las creencias comunes de mala adaptación, como la evitación por miedo y la expectativa de malos resultados del tratamiento conservador.* ”

total corrido por semana) y que evitaran las actividades explosivas. Los participantes utilizaron un diario como herramienta para monitorizar los cambios en el dolor y facilitar la progresión y regresión apropiadas. El investigador principal contactó a los participantes regularmente (al menos cada dos semanas) para ofrecerles ayuda con cualquier aspecto de la implementación de la intervención educativa y de los ejercicios. Las claves para el control del dolor y la información aportada a los participantes se presentan como Archivos Adicionales en el Panfleto informativo AF1.

### 3.2 Ejercicio progresivo guiado por el dolor

Los participantes comenzaron un programa de ejercicio progresivo de 12 semanas con cuatro niveles de ejercicios. Los niveles del 1 al 4 fueron progresivamente más difíciles y más propensos a provocar síntomas. Los participantes comenzaron en el máximo nivel que podían asumir con síntomas aceptables. Los participantes que sólo pudieron realizar el ejercicio de nivel 1 con dolor aceptable, comenzaron con el nivel 1 solamente. Otros participantes empezaron con el nivel 2, 3 o incluso 4. La progresión y la regresión entre niveles se basó en la tolerancia a la carga. El programa de ejercicios se muestra en la **Tabla 1**.

TABLA 1. Programa de ejercicio progresivo guiado por el dolor

<b>NIVEL 1</b> Dolor > 3/10 NRS	<b>ISOMETRICOS</b> (diario) Elevación talón sentado 3/día , 5 x 45° x PC			
<b>NIVEL 2</b> Dolor < 3/10 NRS Ejercicios ok	<b>ISOMETRICOS</b> (diario) Elevación talón sentado 3/día , 5 x 45° x PC	<b>ISOTONICOS</b> (3 x semana) Elevación talón de pie (2 x 25 reps) Elevación talón sentado (3 x 8 x 80%6RM) Abducción cadera (individualizado) Extensión cadera (individualizado)		
<b>NIVEL 3</b> Dolor < 3/10 NRS 20 DP ok	<b>ISOMETRICOS</b> (diario) Elevación talón sentado 3/día , 5 x 45° x PC	<b>ISOTONICOS</b> (3 x semana) Elevación talón de pie (2 x 25 reps) Elevación talón sentado (3 x 8 x 80%6RM) Abducción cadera (individualizado) Extensión cadera (individualizado)	<b>DP</b> (3 x semana) 3 x 60 DP 3 x 30 DP rodilla rígida 3 x 5 DL adelante/atrás 3 x 5 DL sobre un step	
<b>NIVEL 4</b> Dolor < 3/10 NRS 10 UP ok	<b>ISOMETRICOS</b> (diario) Elevación talón sentado 3/día , 5 x 45° x PC	<b>ISOTONICOS</b> (3 x semana) Elevación talón de pie (2 x 25 reps) Elevación talón sentado (3 x 8 x 80%6RM) Abducción cadera (individualizado) Extensión cadera (individualizado)	<b>UP</b> (1 x semana) 3 x 60 DP(calentamiento) 3 x 30 UP 3 x 15 UP rodilla rígida 3 x 5 SL adelante/atrás 3 x 10 SL sobre un step	<b>CORRER</b> (2 x semana) Calentamiento: 3 x 20 DP + 1 x 10 UP Correr en relación a historial personal, tiempo lesionado y condición actual Pautas: cadencia alta, velocidad cómoda, 10% max incremento volumen/ semana

Abreviaturas: NRS numeric rating scale, PC peso corporal, reps repeticiones, RM repetition maximum, DP saltos a 2 piernas, UP saltos a 1 pierna, max maximun.

El nivel 1 incluye ejercicios isométricos diarios en posición sentada. Los participantes realizaron flexiones plantares con una pierna en posición sentada con aproximadamente su peso corporal sobre el muslo. Se permitieron hasta cinco series de 45 segundos, tres veces al día, en base a cargas que reducen el dolor tendinoso en estudios anteriores<sup>(41,42)</sup>; el nivel 2 agregó cuatro ejercicios isotónicos, dos de tríceps sural y dos de la cadena cinética, diseñados para desarrollar la fuerza y capacidad muscular. Estos ejercicios se presentan como **Archivos Adicionales** en la **Tabla AF1**; el Nivel 3 introdujo una progresión de saltos a dos piernas (DP); en el Nivel 4 se sustituyeron los saltos a DP por saltos a una pierna (UP) y correr. El programa de saltos progresivo se basó en programas anteriores descritos en la literatura<sup>(35,36,43,44)</sup> y en la experiencia de los autores. Cada programa de saltos (DP y UP) constaba de cuatro tipos diferentes de saltos con una dificultad cada vez mayor. El programa comenzó en la línea de base y fue progresando cuando los participantes realizaron con éxito el programa de saltos a ese nivel en dos ocasiones. Cuando se introdujo el programa completo de saltos, se instruyó a los participantes para que aumentaran gradualmente la velocidad en el salto hacia adelante/hacia atrás y en el salto al step. Se aconsejó a los participantes que corrieran durante un tiempo que no provocara un cuadro de dolor en el tendón de Aquiles y que trataran de progresar en tiempo cada tres sesiones consecutivas con un aumento máximo del 10% del volumen total semanal. Además, no se realizó restricción a otras actividades físicas, pero se recomendó evitar cambios repentinos en el volumen o en la intensidad al correr (por ejemplo, comenzar a esprintar o hacer deporte de forma repentina).

## RESULTADOS

### 4.1. RESULTADOS PRIMARIOS

El resultado principal del estudio fue la viabilidad como primer paso a un futuro ensayo a gran escala con una potencia adecuada. A continuación, se enumeran los procesos específicos del estudio que fueron monitorizados.

#### 4.1.1. Tasas de reclutamiento y retención

Se evaluó el número de participantes elegibles que fueron reclutados (tasa de reclutamiento) y el número de participantes reclutados que permanecieron en el estudio hasta el final (tasa de retención). El objetivo de la tasa de retención era del 80%.

#### 4.1.2. Tasas de respuesta a los cuestionarios y otros datos

El objetivo fue lograr  $\geq 80\%$  en la compleción de los cuestionarios y tests físicos entre los participantes que tomaron parte en el estudio.

#### 4.1.3. Adherencia y fidelidad al ejercicio

Evaluado mediante el registro de datos diarios durante las 12 semanas de intervención, donde los participantes registraron los ejercicios realizados



“  
*Los parámetros de los ejercicios se hablaron y trataron con el investigador principal mediante llamadas telefónicas o durante el seguimiento a las 4 semanas para maximizar la fidelidad al ejercicio.*”

con series y repeticiones, así como la rigidez matutina y dolor percibido en la prueba submáxima de salto. La adherencia al ejercicio se definió como la proporción de sesiones de ejercicio prescritas que se completaron y la adherencia adecuada se definió como  $\geq 70\%$ . La fidelidad al ejercicio recogió si los participantes siguieron el ejercicio prescrito, las series, las repeticiones y los criterios de progresión/regresión. Fue autoevaluada y los participantes tuvieron que progresar y retroceder adecuadamente sus ejercicios de acuerdo con su dolor y en base a nuestras instrucciones. El investigador principal (XX) calificó la fidelidad como alcanzada (1/1), si se aplicaban los criterios correctos de ejercicio, series, repeticiones, progresión y regresión, y no alcanzada (0/1), si uno o más parámetros eran incorrectos. Los parámetros de los ejercicios se hablaron y trataron con el investigador principal (XX) mediante llamadas telefónicas o durante el seguimiento a las 4 semanas para maximizar la fidelidad al ejercicio.

#### 4.1.4. Incidencia de eventos adversos

Se definió como evento adverso a cualquier diagnóstico, signo, síntoma o enfermedad desfavorable que pudiera o no estar relacionado con la intervención (p.ej. rotura de tendones, caída, lesión). Los participantes registraron la frecuencia (número de casos durante el estudio), la gravedad (leve, moderada o grave) y la duración (días de omisión del programa) de los eventos adversos en su diario. La gravedad de los eventos adversos se evaluó de acuerdo con las siguientes definiciones:

- Leve: Algunas molestias observadas, pero sin perturbar la vida diaria.
- Moderada: Incomodidad suficiente para afectar/reducir la actividad normal.
- Severa: Incapacidad total para realizar las actividades diarias y llevar una vida normal.

#### 4.1.5. Aceptabilidad de las intervenciones

Al final de la intervención, a los participantes se les hicieron preguntas abiertas (a través de un cuestionario escrito) sobre sus percepciones de los aspectos positivos y negativos de la intervención.

Las preguntas fueron: a) ¿Cuál es el aspecto que más le gusta del tratamiento? b) ¿Cuál es el aspecto que menos le gusta del tratamiento?

#### 4.2. Resultados secundarios

La duración del estudio fue de 12 semanas y los participantes fueron evaluados en tres ocasiones; al inicio del estudio, a las 4 y a las 12 semanas. En cada visita, un único fisioterapeuta experimentado (XX) evaluó los cuestionarios reportados por el paciente y las pruebas físicas.

##### 4.2.1. Cuestionarios reportados por los pacientes

Se incluyeron seis cuestionarios reportados por los pacientes: (i) Dolor y discapacidad evaluados con el *Victorian Institute of Sport Assessment-Achilles* (VISA-A), cuestionario que ha demostrado su validez y una fiabilidad aceptable para los test y re-test <sup>(45)</sup>; (ii) Miedo al movimiento medido con el *Tampa Scale for Kinesiophobia* (TSK) <sup>(46)</sup>; (iii) *Achilles Ten-*

don Beliefs Questionnaire (ATBQ) adaptado del cuestionario validado del *Fear-avoidance beliefs questionnaire* <sup>(47)</sup>; (iv) Ansiedad y evitación relacionada con el dolor medida con la forma corta de la escala *Pain Anxiety Symptoms Scale* (PASS-20) <sup>(48,49)</sup>, (v) Se evaluó el dolor máximo durante una prueba submáxima de 10 saltos y una prueba de saltos hasta la fatiga en una escala numérica de 0-10 puntos (0 es ningún dolor y 10 es el peor dolor imaginable), y (vi) se midió la satisfacción del paciente con el tratamiento después de la intervención de 12 semanas en una escala de 5 puntos (muy satisfecho, satisfecho, neutro, insatisfecho, muy insatisfecho). Entre las personas con TA de porción media, la diferencia mínima clínicamente importante (DMCI) en VISA-A no ha sido determinada, aunque la mayoría de los ensayos previos han estimado que la DMCI es de 10 puntos <sup>(50)</sup>.

#### 4.2.2. Pruebas físicas

Se evaluaron siete pruebas físicas en orden aleatorio, incluyendo elevación del talón hasta la fatiga; elevación del talón sentado, extensión de rodilla y flexión de rodilla medidas mediante el test de seis repeticiones máximas (6RM); contracción isométrica voluntaria máxima en abducción y extensión de cadera; y flexibilidad del tobillo para la dorsiflexión en dos posiciones: rodilla recta y rodilla flexionada. Se evaluaron ambas piernas en un orden aleatorio con dos minutos de reposo entre las pruebas. Todas las pruebas isotónicas (elevación del talón de pie y sentado, extensión y flexión de rodilla) se realizaron a tiempo con un metrónomo (con fases excéntricas de 1 segundo y concéntricas de 1 segundo). Para las pruebas de 6RM, se realizaron 3-4 sets en cada lado hasta que se identificó el peso máximo que se podía mover seis veces.

**Elevación del talón hasta la fatiga:** Después de un calentamiento de 10 elevaciones a dos piernas, los participantes realizaron repeticiones hasta la fatiga en una sola pierna y con la rodilla estirada. Se registró el número de repeticiones realizadas. Los participantes fueron guiados durante la prueba para mantener la flexión plantar y el tempo adecuados, y la prueba fue terminada si no cumplían con estas instrucciones durante tres subidas consecutivas, o si dejaban de hacerlo voluntariamente debido a la fatiga <sup>(51)</sup>.

**Elevación del talón sentado:** Los participantes realizaron elevaciones de talón con una sola pierna en una máquina Smith sentados en un banco (100 grados de flexión de rodilla) con la barra en el muslo (el acolchado entre el muslo y la barra aseguró que esto fuera cómodo). El peso inicial fue el 80% del peso corporal del participante y el calentamiento consistió en 10 repeticiones con este peso a doble pierna. Se registró el peso más alto que se podía mover durante seis repeticiones con el tempo y la altura de flexión plantar apropiado (basado en los criterios del evaluador). Los valores para la prueba 6RM de elevación de talón sentado incluyen el peso de la barra de la máquina Smith (9,3 kg).



“

**Se evaluaron siete pruebas físicas en orden aleatorio, incluyendo: elevación del talón hasta la fatiga; elevación del talón sentado, extensión de rodilla y flexión de rodilla medidas mediante el test de seis repeticiones máximas (6RM); contracción isométrica voluntaria máxima en abducción y extensión de cadera; y flexibilidad del tobillo para la dorsiflexión en dos posiciones: rodilla recta y rodilla flexionada.**”

**Extensión de rodilla:** Evaluado en una máquina de extensión de piernas que comienza con el 30% del peso corporal del participante. El calentamiento consistió en 10 repeticiones a doble pierna al 30% de la carga de peso corporal. Se registró el peso más alto que los participantes podían mover con una sola pierna durante seis repeticiones, con el tiempo apropiado, entre cero y 80 grados de flexión de rodilla.

**Flexión de rodilla:** Evaluado en una máquina de flexión de rodilla en prono, comenzando con el 10% de la carga de peso corporal. El calentamiento consistió en 10 repeticiones a doble pierna al 10% de la carga de peso corporal. Se registró el peso más alto que los participantes podían mover con una sola pierna durante seis repeticiones, con el tiempo apropiado, entre cero y 80 grados de flexión de rodilla.

**Dinamometría:** La extensión de la cadera (EXT) y la abducción (ABD) se evaluaron utilizando un protocolo con una fiabilidad de re-test excelente<sup>(52)</sup>. En este protocolo el participante realiza una fuerza máxima y el testador iguala esta resistencia. La ABD de la cadera se realizó en posición supina y la EXT en posición prona. El calentamiento consistió en 3-4 ensayos submáximos y máximos. Se calculó el valor medio de tres ensayos de prueba máxima por cada lado.

**Flexibilidad del tobillo:** Antes de comenzar la recogida de datos, los participantes se sometieron a cinco minutos de estiramientos del tríceps sural en dos posiciones: con la rodilla extendida y con la rodilla flexionada. El rango de movimiento del tobillo hacia la dorsiflexión se calculó con un inclinómetro en dos posiciones, con la rodilla extendida y con la rodilla flexionada, utilizando un protocolo fiable<sup>(53,54)</sup>. Los participantes colocaron su segundo dedo del pie y el centro del talón directamente sobre una línea en el suelo y movieron su rodilla en el mismo plano que esta línea (hacia una continuación de esta línea en una pared frente a ellos) para estandarizar la posición del pie y la influencia de la caída del navicular en el rango de dorsiflexión. Se registró el valor medio de dos mediciones por cada pierna.

#### **4.2.3. Resultados del programa de saltos**

Se realizaron dos tareas de saltos, incluyendo 10 saltos submáximos seguidos de saltos submáximos hasta la fatiga. La pierna de comienzo en cada tarea se asignó al azar. Durante el salto submáximo, los participantes realizaron 10 saltos en una pierna con una frecuencia adecuada por ellos mismos. Se les instruyó para que pusieran las manos sobre las caderas y saltaran continuamente mientras minimizaban el tiempo de contacto. Durante los saltos hasta la fatiga, los participantes realizaron saltos submáximos en una pierna con una frecuencia adecuada por ellos mismos hasta que sintieron que ya no podían saltar más. Las instrucciones eran poner las manos en las caderas y "saltar como si pudieras saltar para siempre, de forma indefinida". Se realizó un ensayo de familiarización y un ensayo registrado de saltos submáximos por cada pierna seguido de

un ensayo registrado de saltos hasta la fatiga por cada pierna. El ensayo de familiarización de saltos submáximos se empleó para evaluar el dolor (puntuación EVA) durante el salto (descrito anteriormente en los resultados informados por el paciente). A los participantes se les dio un mínimo de dos minutos de descanso entre los ensayos. Las pruebas de saltos se grabaron en vídeo 2D (Apple, iPad, California, EE.UU.) a 120 FPS. La rigidez de la pierna (RP) se calculó utilizando los tiempos de vuelo y de contacto extraídos del vídeo 2D <sup>(55)</sup>. Este método de evaluación de la rigidez de la pierna ha sido validado en comparación con la evaluación estándar (vGRF y análisis en 3D) <sup>(56)</sup>. Para obtener la rigidez de la pierna durante los saltos submáximos, se extrajeron los tiempos de contacto y de vuelo, y se utilizaron los promedios de entre el cuarto y el sexto salto. Para los saltos hasta la fatiga, se extrajeron el tiempo de contacto y de vuelo de tres saltos al principio (del cuarto al sexto salto), a la mitad (50% del tiempo total) y al final (los últimos tres saltos [después de haber excluido los dos últimos]) de la prueba. También se registró la duración de los saltos hasta la fatiga.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando SPSS (Versión 22, IBM Corp., NY, USA). Se utilizaron pruebas de normalidad para evaluar si los datos se distribuían normalmente (Shapiro-Wilk) y se realizaron análisis paramétricos y no paramétricos basados en el resultado. Se utilizó un enfoque de análisis por intención de tratar (*intention-to-treat analysis*) para informar los resultados secundarios. Se calcularon la media y la desviación estándar (DE) de los resultados informados por los participantes, las pruebas físicas y las pruebas de saltos. Para las medidas repetidas, se calculó el ANOVA para evaluar las diferencias entre el valor inicial y de seguimiento. Se calculó el *Partial Eta Squared* ( $\mu^2$ ) entre el valor inicial y a las cuatro semanas, cuatro semanas y 12 semanas, y el valor inicial y a las 12 semanas para proporcionar una estimación del efecto de la muestra (EM). El EM se clasificó como pequeño (0,01 - 0,06), mediano (0,06-0,14) o grande (>0,14). Todos los resultados de fuerza se normalizaron al peso corporal.

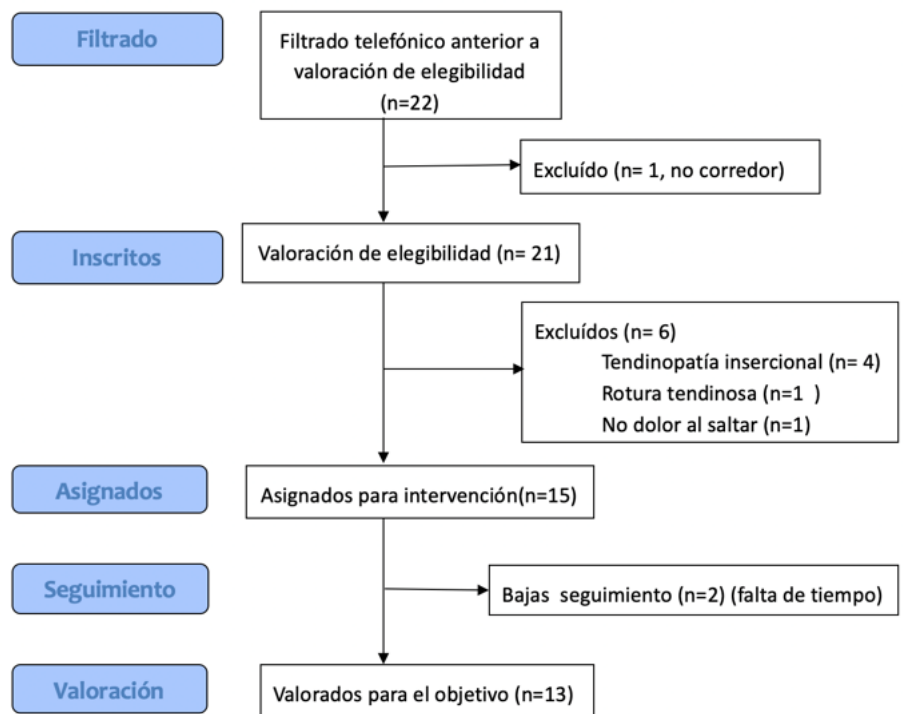
## RESULTADOS

### 6.1. RESULTADOS PRIMARIOS

#### 6.1.1. Reclutamiento, retención y respuesta al seguimiento

Veintidós participantes fueron evaluados y siete no cumplieron con los criterios de inclusión. Quince corredores no profesionales con TA fueron incluidos y se inscribieron en el estudio (tasa de reclutamiento del 100%), pero dos se retiraron (uno después del inicio del estudio y otro después de cuatro semanas de seguimiento) alegando falta de tiempo para llevar a cabo el programa de rehabilitación (tasa de retención del 87%). El diagrama de flujo CONSORT se muestra en la **Figura 1**. La tasa de completación de los tests a las 12 semanas fue del 93%. Los datos demográficos se basan en 15 participantes con TA que fueron reclutados (edad: 37,86

FIGURA 1. Diagrama de flujo CONSORT



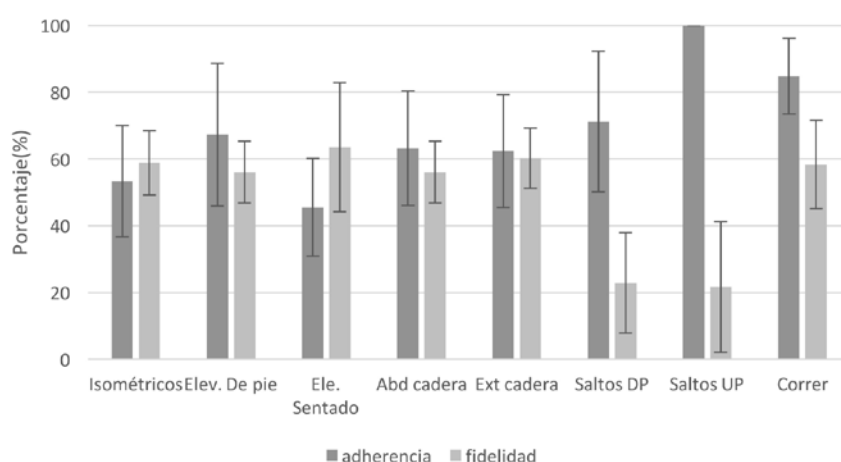
$\pm 8,83$  años, peso:  $87,19 \pm 10,57$ kg, altura:  $178,50 \pm 5,99$  cm) y los datos de seguimiento sólo fueron disponibles para los 13 participantes que completaron el estudio.

### 6.1.2. Adherencia y fidelidad al ejercicio

La adherencia a los ejercicios fue aceptable con el 70% de los ejercicios completados cuando se consideraron todos los ejercicios juntos. Sin embargo, para los componentes específicos de las intervenciones, el cumplimiento fue inferior al 70% (Figura 2). La adherencia fue mayor para el ejercicio de salto a una sola pierna (100%) y menor para la elevación del talón sentado (46%). La fidelidad a las series, repeticiones y carga prescritas fue del 50% en general, pero fue particularmente pobre para ciertos ejercicios como los saltos a dos piernas y a una pierna (23% y 22% respectivamente). La elevación del talón sentado tuvo la mayor fidelidad (64%). Cuatro participantes (30%) comenzaron el tratamiento en el nivel 2, dos (16%) en el nivel 3 y siete (54%) en el nivel 4. Ningún participante estuvo en el nivel 1 durante las 12 semanas del programa. A las 12 semanas, 10 (77%) participantes estaban en el nivel 4 y tres participantes no proporcionaron información sobre la actividad, pero es probable que estuvieran en el nivel 4 según su actividad en la semana anterior. A nivel de grupo, la progresión de ejercicios del programa fue en general correcta. Esto se evidencia por los valores medios de dolor en la prueba de salto (5 saltos de una pierna) que fueron de  $5,3 \pm 1,18$  puntos para los participantes que

comenzaron en el nivel 2 (no se realizan saltos),  $3,04 \pm 1,96$  para los participantes que comenzaron en el nivel 3 (saltos a dos piernas, pero no a una pierna) y  $2,51 \pm 2,08$  para los participantes que comenzaron en el nivel 4 (saltos a una pierna y correr) (Tabla 3). A nivel individual, tres participantes en el nivel 2, un participante en el nivel 3 y tres participantes en el nivel 4 comenzaron con puntuaciones de dolor superiores a las recomendadas (dolor  $>3/10$  por cada criterio de nivel). La mayoría de los participantes siguieron el consejo de aumentar gradualmente el volumen de la carrera para evitar riesgos innecesarios de agudizaciones o lesiones. Sin embargo, cinco participantes jugaron al fútbol (2 participantes), al baloncesto (1 participante), al rugby (1 participante) y al fútbol australiano (1 participante). La progresión del programa de los participantes se muestra en Archivo Adicionales en la Tabla AF2.

FIGURA 2. Adherencia y fidelidad al ejercicio.



### 6.1.3. Eventos adversos

Tres participantes sufrieron un evento adverso de carácter moderado perdiéndose dos semanas del programa. Un participante sufrió un desgarro del gastrocnemio medial de la pierna afectada jugando al baloncesto, otro participante se desgarró el gastrocnemio medial de la pierna no afectada esprintando cuesta arriba y el tercer participante sufrió un desgarro del ligamento lateral de la rodilla de grado 1 jugando al fútbol. Para ambas lesiones de los gastrocnemios, los participantes no deberían haber realizado estas actividades basándose en su nivel de síntomas y en el consejo específico de modificación de la actividad que se les dio. Además, no relacionado directamente con la intervención, tres participantes no proporcionaron información sobre su actividad durante un período total de cuatro semanas. Dos participantes estuvieron enfermos durante una semana y un participante estuvo enfermo durante dos semanas. Un participante se fue de vacaciones durante dos semanas durante el período de intervención.

#### 6.1.4. Aceptabilidad de la intervención

Al final del programa, los participantes informaron que el paquete educativo y el feed-back regular fueron los aspectos más positivos de la intervención. El tiempo de dedicación y el requisito de realizar uno de los ejercicios en un gimnasio diariamente fueron considerados como los aspectos más negativos.

### 6.1. RESULTADOS SECUNDARIOS

#### 6.2.1. Resultados reportados por los pacientes

Los datos reportados por los pacientes se muestran en la **Tabla 2**. Hubo una mejoría clínicamente significativa en el cuestionario VISA-A entre el inicio y las cuatro semanas ( $11.77 \pm 22.84$ ), y entre las cuatro y 12 semanas ( $12.23 \pm 18.59$ ). El ATBQ disminuyó estadísticamente a las cuatro semanas ( $5.15 \pm 12.63$ ), pero no entre las cuatro y 12 semanas. El dolor después de 10 saltos a una sola pierna disminuyó significativamente a las cuatro semanas ( $2.99 \pm 2.38$ ) y entre las cuatro y 12 semanas ( $0.98 \pm 1.22$ ), y el dolor después de la prueba de saltos hasta la fatiga disminuyó significativamente después de cuatro semanas ( $3.25 \pm 2.51$ ) y entre las cuatro y 12 semanas ( $0.98 \pm 1.13$ ). Tres participantes se mostraron satisfechos, ocho muy satisfechos y cuatro eran neutrales a las cuatro semanas, mientras que cinco estaban satisfechos y ocho muy satisfechos a las 12 semanas.

#### 6.2.2. Pruebas físicas

Los datos de las pruebas físicas se muestran en la **Tabla 2**. La prueba de elevación del talón en bipedestación aumentó significativamente a las 4 semanas, y entre las 4 y 12 semanas. La prueba de elevación del talón en sedestación tuvo un cambio significativo después de 4 semanas, pero no entre las 4 y 12 semanas. La extensión de rodilla aumentó significativamente a las 4 semanas, y entre las 4 y 12 semanas. La abducción de cadera aumentó significativamente a las 4 semanas. El rango de movimiento del tobillo hacia la dorsiflexión medida con la rodilla doblada aumentó significativamente entre las 4 y 12 semanas, pero el cambio no fue clínicamente significativo entre las sesiones.

#### 6.2.3. Actividad de saltos

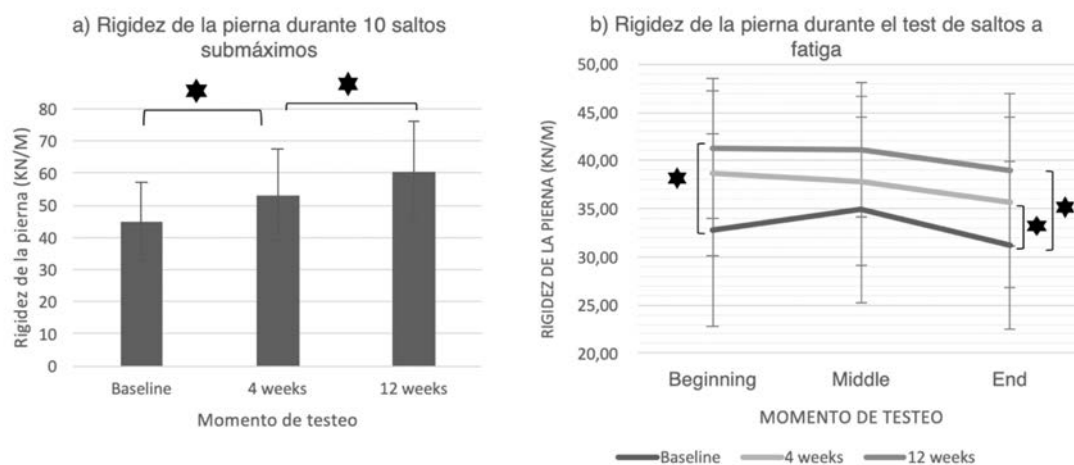
Los datos de la actividad de saltos se presentan en la **Tabla 2** y en la **Figura 3**. La rigidez de la pierna durante el salto submáximo aumentó significativamente entre la cero y cuarta semana, y entre las 4 y 12 semanas (**Figura 3**). En la prueba de saltos hasta la fatiga, la rigidez de la pierna aumentó al principio y al final entre la cero y 12 semanas, y sólo al final entre la cero y 4 semanas (**Figura 3**). La duración de los saltos hasta la fatiga aumentó significativamente hasta las 4 semanas, pero no siguió aumentando entre las 4 y 12 semanas (**Figura 3**).

TABLA 2. Resultados secundarios con estimaciones del efecto (media±DE)

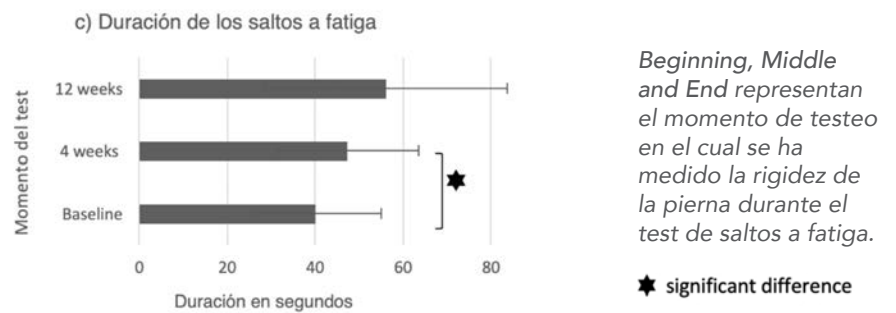
VARIABLE	INICIO	4 SEMANAS	1-4 $\eta^2$	12 SEMANAS	4-12 $\eta^2$	TOTAL $\eta^2$
VISA-A	62.23±17.36	74.00±14.85*	0.452	86.23±11.19* $\Delta$	0.515	0.740
ATBQ	36.61±9.28	31.46±8.57*	0.518	28.54±6.89 $\Delta$	0.231	0.508
PASS20	19.85±12.44	15.69±10.54	0.263	15.31±12.94	0.001	0.206
TAMPA	35.38±5.89	33.54±5.07	0.145	32.15±4.96 $\Delta$	0.068	0.411
Saltos EVA	4.21±2.08	1.22±1.16*	0.761	0.24±0.39* $\Delta$	0.461	0.788
Saltos a fatiga EVA	4.46±2.28	1.21±1.07*	0.660	0.23±0.38* $\Delta$	0.533	0.772
Elevación talón (reps/PC)	0.28±0.12	0.34±0.12*	0.457	0.37±0.13* $\Delta$	0.372	0.554
Elevación talón sentado (kg/PC)	1.20±0.18	1.42±0.22*	0.664	1.45±0.23 $\Delta$	0.104	0.689
Extensión pierna (kg/PC)	0.59±0.10	0.63±0.09*	0.441	0.67±0.11* $\Delta$	0.597	0.638
Flexión pierna (kg/PC)	0.38±0.09	0.40±0.08	0.243	0.40±0.07	0.000	0.177
Extensión cadera (kg/PC)	0.30±0.08	0.30±0.07	0.023	0.31±0.04	0.003	0.031
Abducción cadera (kg/PC)	0.17±0.04	0.19±0.03*	0.322	0.19±0.03 $\Delta$	0.000	0.401
Tobillo DF ROM rodilla flex (°)	41.50±5.26	42.00±5.05	0.051	40.65±5.19*	0.292	0.200
Tobillo DF ROM rodilla recta (°)	44.61±5.87	44.54±4.37	0.000	43.80±4.75	0.040	0.032
RP saltos submáximos (kN/m)	44.99±12.32	53.28±14.30*	0.298	60.46±15.36* $\Delta$	0.482	0.540
RP inicio fatiga (kN/m)	34.01±10.62	39.36±9.22	0.261	41.25±7.31 $\Delta$	0.130	0.464
RP medio fatiga (kN/m)	35.59±9.91	38.82±9.44	0.156	41.13±6.99	0.151	0.303
RP final fatiga (kN/m)	30.88±8.63	36.14±9.64*	0.298	39.00±7.89 $\Delta$	0.209	0.529
Duración hasta fatiga (segundos)	39.23±14.85	47.15±16.67*	0.367	55.38±27.53 $\Delta$	0.181	0.441

Abreviaturas: DE desviación estándar,  $\eta^2$  Partial Eta Squared, VISA-A Victorian Institute of Sports Assessment-Achilles, ATBQ Achilles Tendon Beliefs Questionnaire, PASS20 Pain Anxiety Symptoms Scale, TAMPA Tampa Scale of Kinesiophobia, EVA escala visual analógica, reps/ PC repeticiones por paso corporal, kg/PC kilogramos por peso corporal, DF ROM rango de movimiento en dorsiflexión, ° grados, RP rigidez de la pierna, 1-4  $\eta^2$  tamaño del efecto entre inicio y 4 semanas, 4-12 $\eta^2$  tamaño del efecto entre 4 y 12 semanas, Total  $\eta^2$  tamaño del efecto entre inicio y 12 semanas, \* diferencia significativa con test previo,  $\Delta$  diferencia significativa general

FIGURA 3. Datos de saltos: a) rigidez de la pierna durante 10 saltos submáximos, b) rigidez de la pierna durante la prueba de saltos hasta la fatiga y c) duración de la prueba de saltos hasta la fatiga (valores medios con barras de error).







Parecía haber una relación entre el dolor durante el salto y la fuerza del tríceps sural al comienzo de cada nivel de ejercicio. Estos datos se reportan en la **Tabla 3** y sugieren que la fuerza del tríceps sural puede ser un mecanismo para mejorar los síntomas y la progresión a través de los niveles de ejercicio.

TABLA 3. Relación entre dolor y tests del tríceps surae al inicio de cada nivel del programa (media ± DE)

	DOLOR DURANTE 5UP (N)	ELEVACIÓN TALÓN FATIGA	ELEVACIÓN TALÓN SENTADO 6RM
Nivel 1	NA	NA	NA
Nivel 2	5.3 ± 1.18 (4)	0.21PC ± 0.12	0.97PC ± 0.04
Nivel 3	3.04 ± 1.96 (4)	0.26PC ± 0.09	1.31PC ± 0.05
Nivel 4	2.51 ± 2.08 (13)	0.33PC ± 0.12	1.35PC ± 0.24

Abreviaturas: DE desviación estándar, UP saltos a 1 pierna, n número de participantes, NA no aplicable, PC peso corporal, 6RM seis repetitum maximum. Nivel 1 incluía isométricos de elevación de talón sentado diarios; Nivel 2 incluía 4 ejercicios de tríceps surae y cadena cinética; Nivel 3 introducía una progresión de DP (saltos a 2 piernas); Nivel 4 sustituía DP por una progresión de UP (saltos a 1 pierna) y correr.

## DISCUSIÓN

### 7.1. Resultados primarios

Hemos demostrado que la educación recomendada y el ejercicio complementado con un programa progresivo de saltos es una intervención factible para los corredores amateurs con TA. La seguridad es menos clara y necesita ser vigilada de cerca en ensayos futuros, ya que, aunque no hubo lesiones durante el tratamiento, tres sujetos que no tuvieron en cuenta el consejo sobre la no realización de otra actividad física explosiva, sufrieron lesiones menores durante el período de estudio. Además, es necesario tener en cuenta otras advertencias de viabilidad. Aunque la tasa de reclutamiento, la tasa de retención y la tasa de respuesta a los resultados fueron aceptables, la adherencia y la fidelidad al ejercicio fueron variables y no aceptables para todos los ejercicios. Dentro de este apartado, discutiremos cómo estos temas pueden ser potencialmente abordados en futuros ensayos que adopten esta intervención.

La adherencia al ejercicio fue aceptable cuando se consideraron todos los ejercicios juntos, pero varió sustancialmente dependiendo del tipo de ejercicio. El ejercicio de elevación del talón en sedestación que se pretendía realizar diariamente (isométricamente), y tres veces por semana (isotónicamente) en un gimnasio tuvieron la tasa de adherencia más baja con un 53% y un 46% respectivamente, mientras que la adherencia fue alta para los saltos a una pierna (100 %), saltos a dos piernas (71%) y correr (85 %) que se podían realizar fácilmente en una variedad de ambientes. La aparentemente más baja adherencia en comparación con el estudio de Beyer (92% para el grupo de HSR y 78% para el grupo de trabajo excéntrico) puede explicarse por el ejercicio isométrico diario, y el programa de CEA (ciclo de estiramiento-acortamiento) realizado en días alternos que no formaban parte del programa de ejercicios de Beyer et al. Proporcionamos educación diseñada para reducir las barreras potenciales a la adherencia, tales como la evitación por miedo o la expectativa de resultados deficientes del ejercicio. También se ofreció fomentar el autocontrol y el contacto regular con los investigadores para discutir temas de los ejercicios, en un intento de maximizar la adherencia <sup>(57,58)</sup>. Por consiguiente, parece que la principal barrera para una mejor adherencia fue el tiempo, y esto es consistente con lo que los participantes reportaron en cuanto al tiempo invertido y el requisito de hacer el ejercicio en un gimnasio como un desafío.

Los errores en la fidelidad pueden clasificarse como errores relacionados con una progresión inapropiada (por ejemplo, progresar demasiado rápido hacia el programa de saltos completo o comenzar en un nivel de ejercicios incorrecto) o con errores relacionados con la ejecución de los ejercicios (por ejemplo, realizar los saltos y correr en el mismo día). En este estudio piloto, la prescripción de ejercicios se adaptó personalmente y el *feed-back* sobre la información y la educación proporcionadas fue positiva. Sin embargo, parece que algunos participantes no pudieron aplicar apropiadamente las instrucciones de auto-cuidado. En el futuro, esto puede evitarse mediante la realización de un control de fidelidad en persona o mediante teleconferencia en el plazo de una semana desde el inicio de la intervención. Dada la carga de tiempo que pesa sobre los participantes, también vale la pena considerar si algunos ejercicios (por ejemplo, el ejercicio isométrico diario de elevación de talón sentado) deberían ser omitidos o sustituirse por una opción más conveniente que se pueda realizar en casa.

Tres participantes tuvieron eventos adversos directamente relacionados con el ejercicio físico explosivo. Dos de los eventos adversos fueron las roturas de fibras de gastrocnemios que ocurrieron durante actividades explosivas de CEA, realizadas a pesar de que se les aconsejó moderar este tipo de actividades debido a los síntomas y a la mayor probabilidad de que se produjera una agudización de los síntomas. Es interesante que, el participante con el menor 6RM en el ejercicio de elevación del talón sentado en el nivel 4 (0.95PC) sufriera uno de los desgarros de gastrocnemio. De hecho, fue el único participante en el nivel 4 con una puntuación de 6RM por debajo de su peso corporal. El segundo participante que sufrió

“

*Hemos demostrado que la educación recomendada y el ejercicio complementado con un programa progresivo de saltos es una intervención factible para los corredores amateurs con TA.* ”

“  
*Las puntuaciones de kinesiophobia de los participantes mejoraron en gran medida desde el inicio del estudio hasta la semana 12, por lo que se recomienda la inclusión de la Tampa Scale para un ensayo definitivo.*”

una rotura de gastrocnemio (lado no afecto) fue un árbitro profesional de rugby siete durante la pretemporada. Este participante era uno de los más fuertes de la muestra y estaba realizando carreras de alto volumen e intensidad (por ejemplo, esprintar cuesta arriba) a pesar de no habérselo recomendado, en preparación para su temporada. Es posible que el volumen total de ejercicio de nivel 4 aumente el riesgo de fatiga y lesión de los gastrocnemios, pero la mayoría de los participantes de nuestra muestra no experimentaron eventos adversos. Es probable que estos desgarros de los gastrocnemios se habrían podido evitar si se hubiera seguido el consejo de realizar las actividades sólo cuando el dolor era aceptable y se hubiera seguido una carga gradual de las actividades de CEA.

### 7.2. Resultados secundarios

El cambio en las puntuaciones de VISA-A entre los participantes de nuestro estudio de bajo poder estadístico (estudio a partir de una muestra simple) ( $24 \pm 20.65$ ,  $\mu_2=0.740$ ) es similar a la mejoría media registrada en una reciente revisión sistemática de estudios sobre ejercicio entre las personas con TA de la porción media ( $21.1 \pm 6.61$  puntos)<sup>(20)</sup>. Este estudio no incluyó un grupo de control, por lo tanto, se desconoce la influencia de los efectos no específicos, como la historia natural o el placebo. Ahora sería necesario realizar un ensayo con un poder estadístico adecuado para evaluar si existe un beneficio adicional para los resultados del paciente, como el dolor y la función, al agregar una intervención de saltos a la educación recomendada y al ejercicio para la TA.

Hasta la fecha, aún no está claro si el alto grado de kinesiophobia es una característica de los grupos o subgrupos de los participantes con TA. Los participantes en nuestro estudio fueron capaces de continuar corriendo durante toda la intervención y esto puede explicar por qué las puntuaciones de kinesiophobia fueron bajas, estando por debajo de 37, lo que se considera el límite entre los niveles altos y bajos de kinesiophobia<sup>(59)</sup>. Fue interesante que, las puntuaciones de kinesiophobia de los participantes mejoraron en gran medida desde el inicio del estudio hasta la semana 12, por lo que se recomienda la inclusión de la Tampa Scale para un ensayo definitivo.

Como se esperaba, se encontraron algunas mejoras en las puntuaciones de fuerza después del tratamiento. Por ejemplo, el tríceps sural, los extensores de pierna y la fuerza de los abductores de cadera, así como la flexibilidad del tobillo, mejoraron a las 12 semanas. Hubo un aumento en la rigidez de la pierna durante el salto y saltos hasta la fatiga, así como una mejora en la duración de la prueba de saltos hasta la fatiga entre los corredores con TA después del tratamiento. Estos hallazgos preliminares sugieren que, de acuerdo con los informes de los participantes sanos, las intervenciones de saltos pueden ser útiles para tratar el déficit en el CEA observado entre los corredores amateurs con TA. Advertimos que estos resultados no se deben traducir directamente a recomendaciones clínicas, dado que nuestro estudio tiene poco poder estadístico, carece de un grupo de control y el perfil de seguridad es aún poco claro.

Se observó una relación entre el dolor al saltar y la fuerza del tríceps sural con el paso del tiempo. Aunque no planeamos investigar esta relación, la hemos reportado como un hallazgo *post-hoc*, ya que puede generar futuras hipótesis. Los participantes que comenzaron en el nivel 2 tenían un dolor medio al saltar de 5,3/10 y un 6RM medio de elevación del talón en sedestación de 0,97BW (por debajo del PC), y los participantes que comenzaron en el nivel 4 tenían un dolor medio al saltar de 2,51/10, y su 6RM medio de elevación del talón en sedestación había aumentado a 1,35PC en promedio. Estos datos preliminares sugieren una relación entre la reducción del dolor y el aumento de la fuerza, lo que justifica un estudio adicional para determinar si la reducción del dolor causa un aumento de la fuerza, posiblemente a través de la reducción de la inhibición <sup>(60)</sup>.

### CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio sugieren que es factible añadir un programa progresivo de saltos guiado por el dolor a la educación y ejercicio actualmente recomendados para hombres corredores amateurs con TA. Hubo mejorías significativas en los resultados reportados por los pacientes (p.ej. dolor y función), así como en la rigidez de la pierna durante el salto y la duración de los saltos hasta la fatiga. La carga de tiempo y el requisito de tener que realizar algunos ejercicios en el gimnasio pueden ser una barrera para la adherencia y deben considerarse en futuros estudios. La seguridad aún no está clara. Este estudio de viabilidad proporciona información útil que puede emplearse en un futuro ensayo sustancial que investigue la eficacia y la seguridad de añadir una intervención de saltos a la educación actualmente recomendada y al tratamiento con ejercicios para la TA.

### FINANCIACIÓN

No hay fondos que declarar.

### BIOGRAFÍA

1. Cook, J. L., Khan, K. M., & Purdam, C. (2002). Achilles tendinopathy. *Manual therapy*, 7, 121- 130.
2. Lysholm, J., & Wiklander, J. (1987). Injuries in runners. *The American Journal of Sports Medicine*, 15, 168-171.
3. Van Ginckel, A., Thijs, Y., Hesar, N. G., Mahieu, N., De Clercq, D., Roosen, P., & Witvrouw, E. (2009). Intrinsic gait-related risk factors for Achilles tendinopathy in novice runners: a prospective study. *Gait Posture*, 29, 387-391.
4. Clement DB, T. J., Smart GW. . (1984). Achilles tendinitis and peritendinitis: etiology and treatment. *The American Journal of Sports Medicine*, 12, 179-184.
5. Di Caprio F, B. R., Mosca M, Calabro` A, Giannini S. . (2010). Foot and lower limb diseases in runners: assessment of risk factors. *J Sports Sci Med*, 9, 587-589.
6. Galloway MT, J. P., Dayton OW. . (1992). Achilles tendon overuse injuries. *Clin Sports Med.*, 11 771-782.
7. Knobloch K, U. Y., Vogt PM. A. (2008). Acute and overuse injuries correlated to hours of training in master running athletes. *Foot Ankle Int*, 29, 671-676.
8. Taunton JE, R. M., Clement DB, McKenzie DC, Lloyd-Smith DR, Zumbo BD. . (2002). A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 36, 95-101.

9. Gaida, J., Cook, J., & Bass, S. (2008). Adiposity and tendinopathy. *Disabil Rehabil.*, 30.
10. Scott, A., Zwerver, J., Grewal, N., Sa, A., Alktebi, T., & Granville, D. J. (2015). Lipids, adiposity and tendinopathy: is there a mechanistic link? Critical review. *Br J Sports Med*, 49.
11. Mahieu, N. N., Witvrouw, E., Stevens, V., Van Tiggelen, D., & Roget, P. (2006). Intrinsic risk factors for the development of achilles tendon overuse injury: a prospective study. *Am J Sports Med*, 34, 226-235.
12. O'Neill, S., Watson, P., & Barry, S. (2015). Endurance deficits in patients with Achilles tendinopathy versus healthy controls. *Physiotherapy*, 101.
13. Holmes GB, L. J. (2006). Etiologic factors associated with symptomatic achilles tendinopathy. *Foot Ankle Int.*, 27, 952-959.
14. Saragiotto, B. T., Yamato, T. P., Junior, L. C. H., Rainbow, M. J., Davis, I. S., & Lopes, A. D. . (2014). What are the main risk factors for running-related injuries? *Sports medicine*, 44, 1153-1163.
15. Barge-Caballero, E., Crespo-Leiro, M. G., Paniagua-Martín, M. J., Muñiz, J., Naya, C.,-Bouzas-Mosquera, A., ... & Cuenca-Castillo, J. J. . (2008). Quinolone-related Achilles tendinopathy in heart transplant patients: incidence and risk factors. *The Journal of Heart and Lung Transplantation*, 27, 46-51.
16. Greene, B. L. (2002). Physical therapist management of fluoroquinolone-induced Achilles tendinopathy. *Physical therapy*, 82, 1224-1231.
17. Munteanu, S. E., & Barton, C. J. (2011). Lower limb biomechanics during running in individuals with Achilles tendinopathy: a systematic review. *Journal of foot and ankle research*, 4, 15.
18. Ogbonmwan, I., Kumar, B. D., & Paton, B. (2018). New lower-limb gait biomechanical characteristics in individuals with Achilles tendinopathy: a systematic review update. *Gait & Posture*, 62, 146-156.
19. Malliaras, P., Barton, C. J., Reeves, N. D., & Langberg, H. (2013). Achilles and patellar tendinopathy loading programmes: a systematic review comparing clinical outcomes and identifying potential mechanisms for effectiveness. *Sports Med*, 43, 267-286.
20. Murphy, M., Travers, M., Gibson, W., Chivers, P., Debenham, J., Docking, S., & Rio, E. (2018). Rate of improvement of pain and function in mid-portion Achilles tendinopathy with loading protocols: A systematic review and longitudinal meta-analysis. *Sports Medicine*, 1-17.
21. Martin, R. L., Chimenti, R., Cuddeford, T., Houck, J., Matheson, J., McDonough, C. M., Paulseth, S., Wukich, D. K., & Carcia, C. R. (2018). Achilles Pain, Stiffness, and Muscle Power Deficits: Midportion Achilles Tendinopathy Revision 2018: Clinical Practice Guidelines Linked to the International Classification of Functioning, Disability and Health From the Orthopaedic Section of the American Physical Therapy Association. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 48, A1-A38.
22. Rowe, V., Hemmings, S., Barton, C., Malliaras, P., Maffulli, N., & Morrissey, D. (2012). Conservative management of midportion achilles tendinopathy. *Sports medicine*, 42, 941-967.
23. 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, 360-366.
24. Beyer, R., Kongsgaard, M., Hougs Kjær, B., Øhlenschlæger, T., Kjær, M., & Magnusson, S. P. (2015). Heavy slow resistance versus eccentric training as treatment for Achilles tendinopathy: a randomized controlled trial. *The American journal of sports medicine*, 43, 1704-1711.
25. Bird, S. P., Tarpenning, K. M., & Marino, F. E. (2005). Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness. *Sports medicine*, 35, 841-851.
26. Malliaras, P., Palomino, J. R., & Barton, C. J. (2018). Infographic. Achilles and patellar tendinopathy rehabilitation: strive to implement loading principles not recipes. *Br J Sports Med*, 52, 1232-1233.
27. Hof, A., Van Zandwijk, J., & Bobbert, M. (2002). Mechanics of human triceps surae muscle in walking, running and jumping. *Acta Physiologica Scandinavica*, 174, 17-30.
28. Wang, H. K., Lin, K. H., Su, S. C., Shih, T. T., & Huang, Y. C. (2012). Effects of tendon viscoelasticity in Achilles tendinosis on explosive performance and clinical severity in athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 22, e147-155.

29. Maquirriain, J. (2012). Leg stiffness changes in athletes with Achilles tendinopathy. *Int J Sports Med*, 33, 567-571.
30. Silbernagel, K. G., Thomee, R., Eriksson, B. I., & Karlsson, J. (2007). Full symptomatic recovery does not ensure full recovery of muscle-tendon function in patients with Achilles tendinopathy. *Br J Sports Med*, 41, 276-280; discussion 280.
31. Foure, A., Nordez, A., & Cornu, C. (2010). Plyometric training effects on Achilles tendon stiffness and dissipative properties. *Journal of Applied Physiology*, 109, 849-854.
32. Kubo, K., Morimoto, M., Komuro, T., Yata, H., Tsunoda, N., Kanehisa, H., & Fukunaga, T. (2007). Effects of plyometric and weight training on muscle-tendon complex and jump performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39, 1801-1810.
33. Spurr, R. W., Murphy, A. J., & Watsford, M. L. (2003). The effect of plyometric training on distance running performance. *European Journal of Applied Physiology*, 89, 1-7.
34. Chmielewski, T. L., Myer, G. D., Kauffman, D., & Tillman, S. M. (2006). Plyometric exercise in the rehabilitation of athletes: physiological responses and clinical application. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36, 308-319.
35. Kountouris, A., & Cook, J. (2007). Rehabilitation of Achilles and patellar tendinopathies. *Best practice & research clinical rheumatology*, 21, 295-316.
36. Silbernagel, K. G., Thomeé, R., Eriksson, B. I., & Karlsson, J. (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, 897-906.
37. Eldridge, S. M., Chan, C. L., Campbell, M. J., Bond, C. M., Hopewell, S., Thabane, L., & Lancaster, G. A. . (2016). CONSORT 2010 statement: extension to randomised pilot and feasibility trials. *Pilot and feasibility studies*. 2, 1, 64.
38. Lee, P. H., Macfarlane, D. J., Lam, T., & Stewart, S. M. (2011). Validity of the international physical activity questionnaire short form (IPAQ-SF): A systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8, 115.
39. Archambault, J. M., Wiley, J. P., Bray, R. C., Verhoef, M., Wiseman, D. A., & Elliott, P. D. (1998). Can sonography predict the outcome in patients with achillodynia? *Journal of clinical ultrasound*, 26, 335-339.
40. Richards, P., Dheer, A., & McCall, I. (2001). Achilles tendon (TA) size and power Doppler ultrasound (PD) changes compared to MRI: a preliminary observational study. *Clinical radiology*, 56, 843-850.
41. Pearson, S. J., Stadler, S., Menz, H., Morrissey, D., Scott, I., Munteanu, S., & Malliaras, P. (2018). Immediate and Short-Term Effects of Short-and Long-Duration Isometric Contractions in Patellar Tendinopathy. *Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*.
42. 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. *British Journal of Sports Medicine*, bjsports-2014.
43. Malliaras, P., Cook, J., Purdam, C., & Rio, E. (2015). Patellar tendinopathy: clinical diagnosis, load management, and advice for challenging case presentations. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 45, 887-898.
44. Mascaró, A., Cos, M. À., Morral, A., Roig, A., Purdam, C., & Cook, J. (2018). Load management in tendinopathy: Clinical progression for Achilles and patellar tendinopathy. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 53, 19-27.
45. Robinson, J. M., Cook, J. L., Purdam, C., Visentini, P. J., Ross, J., Maffulli, N., ... & Khan, K. M. (2001). The VISA-A questionnaire: a valid and reliable index of the clinical severity of Achilles tendinopathy. *British journal of sports medicine*, 35(5), 335-341.
46. Houben, R. M., Leeuw, M., Vlaeyen, J. W., Goubert, L., & Picavet, H. S. J. (2005). Fear of movement/injury in the general population: factor structure and psychometric properties of an adapted version of the Tampa Scale for Kinesiophobia. *Journal of behavioral medicine*, 28(5), 415-424.
47. Waddell, G., Newton, M., Henderson, I., Somerville, D., & Main, C. J. (1993). A Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire (FABQ) and the role of fear-avoidance beliefs in chronic low back pain and disability. *Pain*, 52(2), 157-168.



48. McCracken, L. M., & Dhingra, L. . (2002). A short version of the Pain Anxiety Symptoms Scale (PASS-20): preliminary development and validity. *Pain Research and Management*, 7, 45-50.
49. Roelofs, J., McCracken, L., Peters, M. L., Crombez, G., van Breukelen, G., & Vlaeyen, J. W. (2004). Psychometric evaluation of the Pain Anxiety Symptoms Scale (PASS) in chronic pain patients. *Journal of behavioral medicine*, 27, 167-183.
50. Murphy, M., Rio, E., Debenham, J., Docking, S., Travers, M., & Gibson, W. (2018). Evaluating the progress of mid-portion Achilles tendinopathy during rehabilitation: a review of outcome measures for self-reported pain and function. *International journal of sports physical therapy*, 13, 283.
51. Silbernagel, K. G., Nilsson-Helander, K., Thomeé, R., Eriksson, B. I., & Karlsson, J. (2010). A new measurement of heel-rise endurance with the ability to detect functional deficits in patients with Achilles tendon rupture. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 18, 258-264.
52. Thorborg, K., Petersen, J., Magnusson, S. P., & Holmich, P. (2010). Clinical assessment of hip strength using a hand-held dynamometer is reliable. *Scand J Med Sci Sports*, 20, 493-501.
53. Bennell, K., Talbot, R., Wajswelner, H., Techovanich, W., Kelly, D., & Hall, A. (1998). Intrarater and inter-rater reliability of a weight-bearing lunge measure of ankle dorsiflexion. *Australian Journal of physiotherapy*, 44, 175-180.
54. Munteanu, S. E., Strawhorn, A. B., Landorf, K. B., Bird, A. R., & Murley, G. S. (2009). A weightbearing technique for the measurement of ankle joint dorsiflexion with the knee extended is reliable. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12, 54-59.
55. Dalleau, G., Belli, A., Viale, F., Lacour, J.-R., & Bourdin, M. (2004). A simple method for field measurements of leg stiffness in hopping. *International journal of sports medicine*, 25, 170- 176.
56. Willy, R. (2017). Field Measure to Estimate Vertical and Leg Stiffness. Proceedings of Biomedical Engineering Society Annual Meeting, Phoenix, AZ, USA. 12th October 2017.
57. de Silva, D. (2011). Helping people help themselves: A review of the evidence considering; whether it is worthwhile to support self-management: Health Foundation.
58. Jones, F. (2006). Strategies to enhance chronic disease self-management: how can we apply this to stroke? *Disability and rehabilitation*, 28, 841-847.
59. Corrigan, P., Cortes, D. H., Pontiggia, L., & Silbernagel, K. G. (2018). The degree of tendinosis is related to symptom severity and physical activity levels in patients with midportion Achilles tendinopathy. *International journal of sports physical therapy*, 13, 196.
60. Hodges, P. W., & Smeets, R. J. (2015). Interaction between pain, movement, and physical activity: short-term benefits, long-term consequences, and targets for treatment. *The Clinical journal of pain*, 31, 97-107.