

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Máster Universitario en Fisioterapia para el Abordaje del Dolor Neuro-Músculo-Esquelético



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA DE BAJA CARGA CON RESTRICCIÓN PARCIAL DE FLUJO SANGUÍNEO EN VARIABLES CLÍNICAS DE SUJETOS CON TENDINOPATÍA AQUÍLEA NO INSERCIONAL: PROTOCOLO DE ENSAYO CONTROLADO ALEATORIZADO.

AUTOR: Llorca Ivorra, Jaime

Nº Expediente: 34

TUTOR: Hernández Sánchez, Sergio

Departamento: Patología y cirugía

Curso académico 2021-2022

Convocatoria de septiembre

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
Justificación del estudio	6
2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	7
Objetivo principal.....	7
Objetivos secundarios.....	7
Hipótesis del estudio.....	7
3. MATERIAL Y MÉTODOS	8
3.1 Diseño de estudio	8
3.2 Participantes	8
3.3 Criterios de inclusión y exclusión	9
3.4 Cálculo del tamaño muestral	10
3.5 Aleatorización y cegamiento	11
3.6 Intervención.....	12
3.7 Medidas de resultado.....	14
3.8 Análisis estadístico	17
3.9 Cronograma y estimación presupuestaria.....	18
4. EXPECTATIVAS DE FUTURO DEL ESTUDIO	19
5. BIBLIOGRAFÍA	21
6. ANEXOS	26

RESUMEN

Introducción: El tendón de Aquiles es el más grueso y fuerte del cuerpo humano encargado de permitir el caminar, correr o saltar. La tendinopatía aquílea (TA) se presenta con dolor, hinchazón y deterioro de la función siendo más prevalente en mujeres y en edades avanzadas. El entrenamiento de restricción de flujo sanguíneo (BFR) utiliza cargas más bajas e intensidades en torno al 20-40% de 1RM para generar resultados clínicos superiores o similares al entrenamiento de alta carga sin BFR.

Objetivos: Evaluar los efectos del entrenamiento de baja carga con BFR y de alta carga sin BFR aplicados durante 12 semanas en pacientes con TA no insercional.

Metodología: La intervención constará de 15 ejercicios divididos en 5 niveles con 3 ejercicios por nivel ordenados por dificultad. El LL-BFR realizará 30 x 15 x 15 x 15 repeticiones al 20-40 % 1RM con BFR al 30 % AOP, mientras que el HL-RT realizará 3 series a 6-12 repeticiones al 70-85 % 1RM con BFR placebo. Las medidas de resultado serán evaluadas periódicamente y serán el dolor, función, severidad de los síntomas, fuerza y propiedades morfológicas del tendón.

Discusión: Este protocolo quiere ser de los primeros en comparar el LL-BFR con el HL-RT aplicados sobre la tendinopatía Aquilea. Efectos beneficiosos demostrados en otras patologías, pero todavía falta investigación en el apartado tendinoso.

Palabras clave: Restricción de flujo sanguíneo, Fisioterapia, Tendinopatía, Entrenamiento de fuerza, Ejercicio.

ABSTRACT

Introduction: The Achilles tendon is the thickest and strongest in the human body in charge of allowing walking, running or jumping. Achilles tendinopathy (AT) presents with pain, swelling and impaired function, being more prevalent in women and in advanced ages. Blood flow restriction (BFR) training uses lower loads and intensities around 20-40% of 1RM to generate clinical results superior to or similar to high-load training without BFR.

Objectives: To evaluate the effects of low-load training with BFR and high-load training without BFR applied for 12 weeks in patients with non-insertional AT.

Methodology: The intervention will consist of 15 exercises divided into 5 levels with 3 exercises per level ordered by difficulty. The LL-BFR will perform 30 x 15 x 15 x 15 x 15 repetitions at 20-40 % 1RM with BFR at 30 % AOP, while the HL-RT will perform 3 sets at 6-12 repetitions at 70-85 % 1RM with BFR placebo. Outcome measures will be assessed periodically and will be pain, function, symptom severity, strength and tendon morphological properties.

Discussion: This protocol aims to be one of the first to compare LL-BFR with HL-RT applied to Achilles tendinopathy. Beneficial effects demonstrated in other pathologies, but research in the tendon section is still lacking.

Keywords: Blood flow restriction, Physiotherapy, Tendinopathy, Resistance training, Exercise.

1. INTRODUCCIÓN

El tendón es un tejido conectivo constituido por fibras de colágeno organizadas con tenocitos, alineadas a lo largo de las fibras de colágeno (1). Dicha estructura tiene la capacidad de soportar, almacenar y ofrecer una fuerza esencial para realizar las actividades cotidianas y deportivas. Durante el deporte, la repetición y la velocidad de la carga aumentan y eso conlleva una mayor exigencia al tendón (2).

El tendón de Aquiles es el tendón más grueso y fuerte del cuerpo humano y cuenta con una alta resistencia a la tracción, lo que le permite soportar grandes fuerzas y es el encargado de permitir realizar actividades como caminar, correr o saltar (3).

La tendinopatía se trata de una patología que se caracteriza por una anomalía en la microestructura, composición y celularidad del tendón (1) y puede cursar con dolor significativo y limitaciones funcionales para las personas, suponiendo una gran carga para la sociedad debido a los altos costes sanitarios (4). Cook y Purdam han propuesto un nuevo modelo de patología de tendón continuo que consta de tres etapas: tendinopatía reactiva, reparación del tendón y tendinopatía degenerativa. Esta última es el resultado de una degeneración o curación fallida debido a una sobrecarga continua sin una recuperación adecuada (5).

Estas alteraciones estructurales iniciales suelen ser asintomáticas. La acumulación progresiva del daño de la matriz y las citoquinas, quimioquinas, mediadores inflamatorios y nociceptores activados secretados, conducen eventualmente a la manifestación de los síntomas (6).

La tendinopatía de Aquiles (TA) es una lesión que suele darse por uso excesivo tanto en atletas como en personas no activas, especialmente de edades más avanzadas (7). La presentación clínica más habitual incluye dolor, hinchazón y deterioro de la función, especialmente al caminar y al hacer ejercicios de impacto (8). Los atletas a menudo describen un inicio gradual de los síntomas que incluyen rigidez por la mañana o después de estar sentados durante mucho tiempo, dolor a la palpación, dolor al correr o saltar y deficiencias en la fuerza o el rendimiento. Un síntoma primario es el dolor al comienzo de la actividad que desaparece rápido en un solo entrenamiento. Puede ocurrir que un atleta anote un

tiempo de carrera más lento o un peor rendimiento en un salto antes de sentir dolor durante el entrenamiento **(9)**. Si los síntomas iniciales de dolor y rigidez se reconocen y abordan de forma precoz, en lugar de ignorarlos, se puede reducir la severidad de la lesión, afectando menos al rendimiento deportivo y logrando una remisión de la lesión más temprana **(10)**.

En cuanto a la prevalencia de la enfermedad, el 65% de las lesiones diagnosticadas en un entorno de práctica general no están relacionadas con el deporte, y es que los aumentos en el trabajo o la actividad diaria pueden suponer por si mismos una carga excesiva **(11)**. Puede ocurrir a una edad temprana, pero es más probable entre los 18 y 65 años **(4,12)**. La prevalencia aumenta con la edad, y las mujeres son más propensas a padecerla que los hombres **(12)**. En la población deportista, son los corredores los más propensos a presentar esta patología tendinosa **(13)**.

Se han descrito en la literatura diferentes factores de riesgo (intrínsecos y extrínsecos) que pueden contribuir a una menor tolerancia a la carga del tendón o patrones de movimiento que lo sobrecarguen. Algunos de ellos son: debilidad de los flexores plantares, limitación de la flexión dorsal de tobillo y del rango de movimiento de la articulación subastragalina, aumento del peso corporal, enfermedades sistémicas, superficie de contacto del pie, o errores en la planificación y carga de entrenamiento **(14,15)**.

Se puede dividir la tendinopatía aquílea en dos categorías distintas según su ubicación: tendinopatía insercional y tendinopatía de la porción media (no insercional), que tienen características únicas y diferencias en las estrategias de tratamiento **(16,17)**. La tendinopatía insercional se localiza en el lugar de la inserción del tendón al calcáneo **(16,18)**. Por el contrario, la tendinopatía de la porción media se ubica entre 2-6 cm proximal a la inserción del tendón, siendo más común, representando hasta el 66% de los casos **(18)**. Normalmente el tratamiento de elección es conservador, con reposo relativo, modificación de la actividad y fisioterapia, teniendo así un buen pronóstico para la mayoría de los pacientes **(17)**.

El entrenamiento de fuerza está considerado como el tratamiento de elección en la rehabilitación de las tendinopatías crónicas, y tanto el entrenamiento de fuerza lento y alta carga (HSR) como el

entrenamiento excéntrico, han demostrado tener efectos clínicos positivos en la mejora de síntomas y de la estructura tendinosa (19).

El entrenamiento de restricción de flujo sanguíneo (BFR) es un tipo de entrenamiento de fuerza que utiliza manguitos neumáticos o correas que se colocan en una extremidad para restringir parcialmente el flujo sanguíneo arterial, mientras que simultáneamente ocluye el flujo venoso hasta que cesa la presión del manguito (20).

Mientras que el HSR o los excéntricos utilizan cargas de entrenamiento altas (hasta el 70% de una repetición máxima o 1RM), el BFR de baja carga (LL-BFR) utiliza intensidades más bajas y cargas entorno al 20-40% del 1RM, lo que puede ser más tolerable para aquellos pacientes con dolor que no pueden soportar altas cargas de entrenamiento (21).

Se ha demostrado que el entrenamiento con BFR puede generar hipoalgesia inducida por el ejercicio a través de mecanismos endocannabinoides y opioides endógenos, por lo que podría ser interesante para el manejo del dolor en la rehabilitación musculoesquelética temprana (22). Ferlito et al. (2020), reporta resultados clínicos superiores o similares con LL-BFR en comparación con el entrenamiento de fuerza de alta carga (HL-RT) en la rehabilitación de la artrosis de rodilla (23).

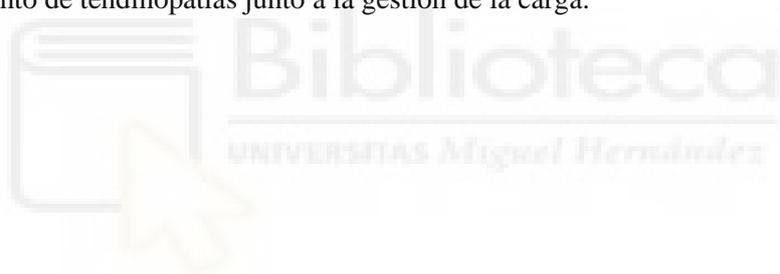
La literatura reciente sugiere que LL-BFR puede ser un método para aumentar las adaptaciones musculares en la rehabilitación musculoesquelética temprana. Se ha informado que su efecto para inducir hipertrofia muscular es comparable con el HL-RT y mínimamente inferior para aumentar la fuerza muscular (24). Debido a la escasez de investigaciones, no están claros los efectos que puede tener el BFR en los tendones sanos y con patología. Sin embargo, el entorno muscular isquémico inducido podría favorecer adaptaciones en las propiedades morfológicas y mecánicas tendinosas a través de un mayor metabolismo del colágeno y remodelación tisular (25).

Cabe destacar los efectos secundarios comunes del BFR entre los que se incluyen dolor o malestar durante el ejercicio, dolor muscular de aparición tardía y estrés cardíaco, mientras que los efectos secundarios más graves y menos comunes incluyen entumecimiento o lesión nerviosa,

hematomas o lesiones isquémicas, mareos, desmayos, formación de trombos, daño muscular y rabdomiólisis (26). Está contraindicado para pacientes con antecedentes o posibilidad de trombosis venosa profunda, trastornos de la coagulación sanguínea, mala circulación, cáncer, embarazo, etc. (27).

Justificación del estudio

El BFR como método de entrenamiento ha recibido poca atención para el abordaje de la patología tendinosa, a pesar de que los efectos clínicos obtenidos para otras lesiones musculoesqueléticas son positivos. Actualmente no existe ningún ensayo clínico que exponga el efecto del entrenamiento con BFR en TA. Por tanto, se plantea este protocolo de ensayo clínico, para comenzar a obtener respuestas a las preguntas sobre si este método puede aportar resultados clínicos relevantes en pacientes que sufren la tendinopatía aquílea no insercional, en comparación con el entrenamiento de fuerza de alta carga, ya que en algunas ocasiones resulta poco tolerable y que actualmente es la primera opción de tratamiento de tendinopatías junto a la gestión de la carga.



2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Objetivo principal

- Evaluar los efectos del entrenamiento de baja carga con BFR y de alta carga sin BFR aplicados durante 12 semanas en pacientes con TA no insercional.

Objetivos secundarios

- Analizar si existe reducción en la intensidad del dolor medido con la escala visual analógica (EVA).
- Verificar si se produce una mejora en la severidad de los síntomas monitorizada mediante el cuestionario “Victorian Institute of Sport Assessment-Achilles” (VISA-A) y cuantificar la magnitud del cambio.
- Comprobar los cambios en la función del tendón medido con el test “counter movement jump” (CMJ).
- Valorar los cambios producidos en las propiedades morfológicas de grosor y longitud del tendón de Aquiles por ecografía.
- Medir los cambios en la fuerza de la musculatura flexora de la pierna mediante el “heel raise test”.

Hipótesis del estudio

El entrenamiento de la musculatura sural con BFR de baja carga durante 12 semanas logrará resultados comparables en los parámetros de dolor, mejora de síntomas, función, propiedades morfológicas tendinosas y fuerza en comparación con el entrenamiento sin BFR de alta carga en personas con TA no insercional.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Diseño de estudio

Este protocolo, que ha sido aprobado por la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández de Elche (COIR: TFM.NA.SHS.JLI.220608), describe un ensayo clínico controlado y aleatorizado (ECA), de grupos paralelos, con análisis por intención de tratar, que se llevará a cabo en el Centro de Investigación Traslacional de Fisioterapia (CEIT) de la Universidad Miguel Hernández.

Los participantes firmarán un consentimiento informado por escrito que se les facilitará antes de comenzar el estudio, dejando constancia de su intención de participar en el mismo, pudiendo revocar su participación en cualquier momento y aceptando las condiciones que en el documento figurarán (*Anexo 1*). Serán asignados aleatoriamente a un programa de ejercicios de fuerza de baja carga con BFR o un programa de ejercicios de fuerza de alta carga sin BFR durante 12 semanas, con un seguimiento semanal de las medidas de resultado desde el inicio del estudio hasta la semana 12 (donde acaba la intervención) y una última evaluación a las 26 semanas.

3.2 Participantes

Los sujetos con tendinopatía aquilea no insercional deberán pasar dos filtros para ser reclutados. Primero, serán reclutados a través de publicidad en folletos informativos del estudio donde estarán redactadas las condiciones necesarias para poder ser seleccionado junto a un enlace que llevará a un cuestionario donde se recogerán datos demográficos, nombre, apellidos, fecha de nacimiento (*Anexo 2*). Estos folletos serán repartidos en la universidad Miguel Hernández de Elche y en la universidad de Murcia. Además, también se utilizarán medios como clínicas de fisioterapia, clubes deportivos de tenis, atletismo y fútbol, donde también figurará este enlace para formar parte del estudio. Segundo, las personas que hayan rellenado el cuestionario serán citadas dos semanas antes del comienzo del estudio para someterse al cribado final que consistirá en confirmar el diagnóstico de TA no insercional, valorar los criterios de inclusión y exclusión, la obtención del consentimiento informado y la recopilación de

datos. Además del consentimiento informado, los participantes recibirán instrucciones orales y escritas sobre los beneficios y riesgos de la intervención.

3.3 Criterios de inclusión y exclusión

Los pacientes hombres y mujeres con un diagnóstico médico clínico de tendinopatía aquílea serán susceptibles de ser seleccionados para el estudio. En caso de no contar con un diagnóstico médico, este será confirmado por un médico especialista en patología deportiva.

Dos semanas antes del inicio de la intervención, los sujetos se someterán al cribado final por el médico que consistirá en una anamnesis para confirmar los criterios de inclusión y exclusión y una exploración física para confirmar que la patología que padecen los participantes se trata de una TA no insercional, cuyas pruebas serán las siguientes: inicio gradual del dolor, dolor entre 2-6 cm proximal a la inserción del tendón, dolor a la palpación del tendón, signo de arco positivo y prueba positiva del Royal London Hospital (14).

TABLA 1. Criterios de inclusión y exclusión.

18-60 años de edad	Diagnóstico de TA insercional
Ser deportista federado	Patología sistémica
Practicar deportes que impliquen carrera, caminar o saltar	Antecedentes de angina de pecho o infarto
Síntomas unilaterales de TA con una duración de al menos 3 meses	Antecedentes de trombosis venosa profunda (TVP)
No antecedentes de rotura del tendón de Aquiles del miembro afectado	Diabetes
	Fumadores

Presencia de otra patología de tobillo
Hipercolesterolemia
IMC > 30
Cáncer
Infecciones
Embarazo
Tratamiento con anticoagulantes
Radiculopatía de miembros inferiores

3.4 Cálculo del tamaño muestral

Basándonos en dos ensayos clínicos previos que utilizan el protocolo de Alfredson y el de Silbernagel con el cuestionario VISA-A como medida principal de resultado (10,28), se utilizan los valores de media y desviación estándar de ambos grupos en las puntuaciones de VISA-A (34 ± 17) (10) y (22.4 ± 19) (28).

Mediante el programa estadístico G*Power 3.1.9.7 se realiza un test estadístico t independiente con un tipo de análisis de poder de a priori y se introducen los valores de media de los dos grupos y los valores de desviación estándar de los dos grupos lo que da un resultado del tamaño del efecto de 0.64. Para finalizar el proceso, se insertan dos colas con un $\alpha = 0,05$, una potencia de 0,80 y un ratio $N2 / N1 = 1$, lo que determina un tamaño muestral total de 78 sujetos, 39 en cada grupo.

Es necesario considerar una tasa de abandono, así que aplicamos la más alta de los dos ensayos clínicos anteriores que es del 9% (28). Por tanto, el total de la muestra es de 86 sujetos, es decir, 43 sujetos en cada grupo de estudio.

3.5 Aleatorización y cegamiento

Los participantes serán asignados aleatoriamente de forma simple a uno de los dos grupos de tratamiento y esta asignación se producirá una vez se haya realizado el reclutamiento de los sujetos. La asignación será oculta y será realizada por una persona independiente del estudio mediante la web www.randomizer.org, el cual asignará un número al nombre de cada sujeto y un grupo de intervención (en función del tamaño muestral) y este número le será comunicado a cada sujeto a través de la persona que realizará la asignación de los grupos, vía whatsapp, la cual después de haber realizado la aleatorización, se encargará de entregarle a los fisioterapeutas deportivos sobres opacos con los números indicados en el dorso del sobre, mientras que en el interior del sobre aparecerá indicado el nombre del sujeto y el grupo al que pertenece. El primer día de la intervención, el sujeto le comunicará al fisioterapeuta su número y su nombre, y este abrirá el sobre que lleve ese número y podrá comprobar si el nombre coincide y el grupo al que pertenece para aplicarle un tratamiento u otro.

Por otra parte, se llevará a cabo un enmascaramiento doble ciego, donde los fisioterapeutas evaluadores y sujetos estarán cegados. Además, los fisioterapeutas deportivos encargados de explicar los ejercicios y monitorizarlos serán los únicos que no estarán cegados, pues deben saber a qué grupo pertenece cada sujeto para saber qué tratamiento se les deberá aplicar. Se les pedirá a los sujetos que no compartan su experiencia en la intervención con otros sujetos. Además, las intervenciones y mediciones se realizarán en salas diferentes, lo que facilitará la consecución del cegamiento de los sujetos y evaluadores.

De esta manera, las personas implicadas en el ensayo clínico serán 86 pacientes cegados, 1 médico con experiencia de al menos diez años, especialista en patología deportiva que se encargará de confirmar el diagnóstico de TA no insercional y los criterios de inclusión y exclusión mediante la anamnesis y exploración física, 3 fisioterapeutas evaluadores con experiencia de al menos cinco años en clínica y ecografía, que estarán cegados y se encargarán del reclutamiento y toma de datos, evaluaciones, análisis de datos y evaluación de los resultados finales, 2 fisioterapeutas deportivos con experiencia de al menos cinco años en el ámbito deportivo y conocedores de la técnica BFR (los únicos

que no están cegados y que saben la asignación de los sujetos) y 1 persona ajena al estudio que se encargará de realizar la aleatorización y asignación de los sujetos a los grupos de intervención.

3.6 Intervención

Una semana antes del inicio del ensayo clínico, todos los sujetos deberán someterse a las mediciones iniciales por parte de los fisioterapeutas evaluadores. Dichas medidas serán: la puntuación de la escala VISA-A, la cantidad de elevaciones de talón realizadas en el “heel raise test”, la medición del salto en el test CMJ, la toma de imágenes de la longitud y grosor del tendón de Aquiles, el cálculo de la repetición máxima (1RM) y la determinación de la presión de oclusión arterial (AOP) (*Anexo 3*).

Durante las 12 semanas que va a durar la intervención, se realizarán mediciones periódicas. La última medición se realizará en la semana 26. Además, se pedirá a los sujetos que se abstengan de consumir estimulantes de rendimiento, tabaco o alcohol, antiinflamatorios no esteroideos (AINEs) o analgésicos 24h antes de cada sesión, así como realizar ejercicio extenuante. A modo de recordatorio, se les enviará un whatsapp a cada sujeto el día antes de cada sesión, indicándoles la hora a la que se les citará para el entrenamiento del día siguiente. Se permitirá un máximo de dolor de 5/10 en la escala EVA y si fuese en algún momento superado ese valor, se detendría el entrenamiento del sujeto inmediatamente y en el posterior análisis se tendría en cuenta.

El entrenamiento consistirá en tres sesiones semanales durante 12 semanas para un total de 36 sesiones. Los días de entrenamiento serán los lunes, miércoles y viernes, dejando un día de descanso entre sesiones para asegurar una recuperación adecuada. Antes de cada sesión, los sujetos realizarán un calentamiento de 10 minutos en una bicicleta estática a ~50 W (**29**).

Grupo de entrenamiento de restricción de flujo sanguíneo a baja carga (LL-BFR)

Consistirá en una serie de 15 ejercicios, divididos en 5 niveles de progresión y 3 ejercicios por cada nivel, que irán avanzando en dificultad conforme avance el ensayo clínico, desde la semana 1 hasta la semana 12 (*Anexo 4*) (**30**). Cada nivel tendrá una duración de 2 semanas, a excepción del nivel 4 y el nivel 5 que tendrán una duración de 3 semanas.

Los ejercicios se realizarán inicialmente con una carga de entrenamiento del 20% de 1RM y se irá incrementando esa intensidad en un 5% con cada nivel hasta acabar con un 40% de 1RM en el último nivel. La secuencia de ejercicios serán cuatro series de 30 repeticiones en la primera serie y 15 repeticiones en las tres series siguientes (30 x 15 x 15 x 15), con intervalos de descanso de 60 segundos entre series (31,32).

Se le colocará al sujeto un manguito compresor de nailon de 12 cm de ancho (A.T.S. 3000; Zimmer Biomet) en la zona proximal del muslo del lado afecto y se le fijará una presión del 30 % de la presión de oclusión total (AOP) (29,31,32). El manguito se desinflará durante los intervalos entre series (32) y entre ejercicios durante 3 minutos (29).

Grupo de entrenamiento de alta carga (HL-RT)

Se realizarán exactamente la misma secuencia de ejercicios que en el grupo LL-BFR, con la diferencia de que este entrenamiento constará de tres series de 6 a 12 repeticiones por cada ejercicio con la carga aumentando progresivamente cada 4 semanas un 5 %, del 70 % al 85 % del 1RM, con un período de descanso de 60 segundos entre series y un descanso de 3 minutos entre ejercicios (29).

A este grupo se le aplicará un BFR placebo, que consistirá en un manguito de 5 cm de ancho colocado igualmente en la parte proximal del muslo, con suficiente espacio para dos dedos entre la piel y el manguito y con una presión mínima (33).

Evaluación de una repetición máxima (1RM):

Los sujetos calentarán antes del cálculo del 1RM pedaleando en una bicicleta estacionaria durante 5 minutos. Descansarán 1 minuto y los sujetos se familiarizarán con el ejercicio de elevación de talón realizando 8 – 10 repeticiones con una carga ligera de ~50 % 1RM prevista por el sujeto. Después de 5 minutos de descanso, los sujetos aumentarán la carga a ~80 % 1RM prevista. Si lo superan con éxito, el peso aumentará hasta que lleguen al fallo. Cada sujeto tiene 5 intentos y 5 minutos de descanso entre cada prueba (34). Este cálculo se realizará al inicio y se irá haciendo revisiones los viernes de las semanas 4, 8 y 12.

Determinación de la presión de oclusión arterial (AOP):

El sujeto se colocará tumbado en decúbito prono sobre una camilla con flexión de rodilla 30°. Se colocará en la parte más proximal de su pierna dominante un manguito compresor. Seguidamente, con ecografía se localizará en el hueco poplíteo el pulso de la arteria poplíteo. Luego, se colocará la sonda realizando un corte transversal del vaso utilizando el Doppler vascular. Se identificará la sección transversal del vaso arterial (se comprobará que tiene pulso y no se ocluye a la presión de la sonda) y se monitorizarán los pulsos arteriales. Se procederá a inflar progresivamente el manguito compresor hasta la oclusión total de la arteria poplíteo. Se considerará que se ha llegado a la oclusión total cuando se dejen de registrar pulsos arteriales en el monitor, tanto en la fase negativa de la onda, como en la positiva. En ese momento se registrará el valor en milímetros de mercurio (mmHg) del manguito compresor. Este valor será el utilizado individualmente como AOP (35).

3.7 Medidas de resultado

Dolor

Para evaluar el dolor se utilizará una escala EVA horizontal de 100 mm (*Anexo 5*), que cuenta con una pobre fiabilidad de la prueba en reposo ($r = 0,45$), sin embargo, esta aumenta para valorar el dolor durante tareas funcionales ($r = 0,61 - 0,69$). Por tanto, se medirá el dolor en todas las sesiones antes de comenzar cada entrenamiento, durante la ejecución del ejercicio y a los 5 minutos después de acabar el entrenamiento (36).

Severidad de los síntomas

Se empleará el cuestionario VISA-A (*Anexo 6*) para monitorizar la severidad de los síntomas de la TA desde el inicio del ensayo clínico. Se trata de un cuestionario específico para TA validado al español que consta de 8 ítems con una puntuación final de 0 a 100 (siendo 0 alta discapacidad y 100 normalidad). El mínimo cambio detectable es de 7 puntos, es decir, ha de haber un cambio de al menos 7 puntos para que la mejora sea significativa clínicamente (37). Por tanto, este cuestionario se les pasará

a los sujetos al inicio, los lunes de las semanas 4, 8 y 12 y en la semana 26, antes del entrenamiento, para que la carga del entrenamiento sobre el tendón no interfiera en la puntuación obtenida.

Función

Para comprobar los cambios en la función del tendón se solicitará al sujeto un salto con contramovimiento CMJ y será monitorizado por una aplicación móvil denominada “My Jump 2” (*Fig.1*). Se trata de una app para smartphones Android y iOS capaz de medir la altura del salto CMJ ($31,9 \pm 6,6$), ya que cuenta con una alta confiabilidad test-retest (coeficiente de correlación intraclase $> 0,93$). La app pedirá ciertos datos del sujeto como peso, altura o longitud del miembro inferior.

La posición inicial será una posición de pie con el torso recto y las rodillas totalmente extendidas con los pies separados a la anchura de los hombros. Se les dirá a los sujetos que lleven sus manos a la cintura (posición de brazos en jarra) durante todo el salto. Se les indicará que realicen un rápido movimiento hacia abajo, flexionando 90 grados las rodillas y a continuación, un rápido movimiento ascendente para saltar lo más alto posible. Se le hará hincapié al sujeto de que cuando salte, se extienda por completo, y al aterrizar, mantenga la extensión y luego amortigüe, es decir, que no recoja los pies al caer, y que tampoco haga aspavientos con los brazos, aunque estén en la cintura, pues podrían alterar la medición (**38**).

Por tanto, se grabará el vídeo realizando el salto y se cogerá el fotograma en el que los pies despegan del suelo y luego otro fotograma en el que los pies entran en contacto con el suelo, de forma que la app nos dará unos datos. Antes de realizar el salto, se realizarán hasta 3 saltos para que el sujeto se familiarice con el proceso. Esta medición se realizará al inicio y los lunes de las semanas 4, 8 y 12 y

en la semana 26, antes del entrenamiento, para que el sujeto no acuse fatiga muscular a la hora de realizar el salto, pues podría producir un sesgo en la medición.

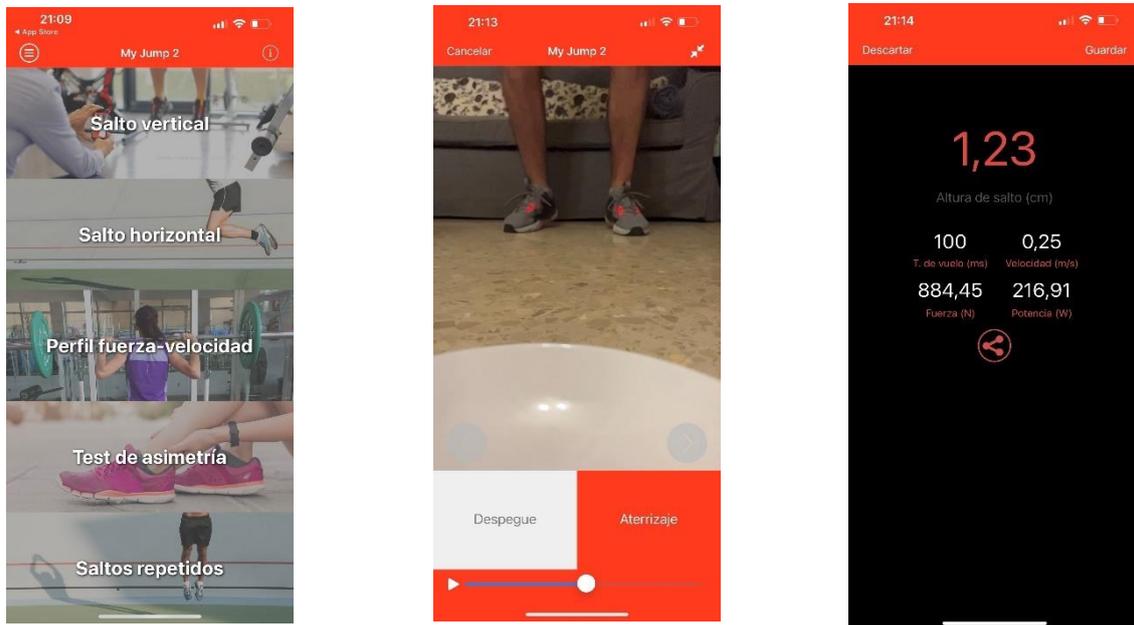


Fig. 1. App “My Jump 2”

Propiedades morfológicas

Mediante un ecógrafo “LOGIQ GE Healthcare”, utilizando una sonda de matriz lineal (5,0 – 13 MHz) y seleccionando el modo B a 10 MHz de frecuencia, se medirán la longitud y el grosor del tendón.

La posición del sujeto será en decúbito prono con la cadera y rodillas extendidas y el tobillo colgando por fuera de la camilla. La posición de la sonda será en longitudinal y se cogerán dos imágenes de cada proyección. Para la longitud, el evaluador moverá lentamente el transductor desde el talón hasta la parte media de la pantorrilla y tomará una imagen panorámica y para el grosor, se medirá 2 cm proximal a la inserción en el calcáneo.

La ecografía es un método confiable y válido para realizar la medición del tendón de Aquiles (39), y se realizarán evaluaciones al inicio, los lunes de las semanas 2, 4, 6, 8, 10 y 12 y en la semana 26, antes del entrenamiento.

Fuerza de la musculatura flexora de la pantorrilla

Se valorarán los cambios en la fuerza mediante el “heel raise test” (*Fig. 2*). Consistirá en pedirle a los sujetos que se coloquen delante de una pared apoyando la pierna afectada en el suelo y pudiendo apoyarse con la yema de los dedos en la pared se le pedirá que realice tantas elevaciones de talón como sea posible con la rodilla extendida y una frecuencia de elevación de talón cada 2 segundos (monitorizado con un metrónomo) evitando el balanceo del cuerpo hacia delante. El test finalizará cuando el sujeto se detenga, no pueda mantener la frecuencia o cuando la técnica sea incorrecta durante dos repeticiones consecutivas (**40**).



Fig. 2. Heel raise test

Las evaluaciones de este test se realizarán al inicio, los lunes de las semanas 4, 8 y 12 y en la semana 26, antes del entrenamiento.

3.8 Análisis estadístico

En primer lugar, se expresarán las variables cuantitativas mediante la media y desviación estándar. Se deberá verificar que los datos siguen una distribución normal y para ello se realizará un test de Shapiro-Wilk para comprobar esa hipótesis. Si no se cumpliera esa hipótesis, se realizaría una prueba no paramétrica que proceda. En caso de que se cumpla la hipótesis de normalidad, se llevará a cabo una prueba ANOVA con el objetivo de contrastar las diferencias entre las medias y descubrir si los resultados del ensayo clínico han sido significativos o no, es decir, permitirán rechazar o aceptar la hipótesis

alternativa. El nivel de significación (límite para juzgar un resultado como estadísticamente significativo) para los contrastes de todas las hipótesis será $\alpha = 0,05$ y el programa estadístico que se utilizará será el SPSS.

3.9 Cronograma y estimación presupuestaria

TABLA 2. Cronograma.

ACTIVIDAD	SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
APROBACION COMITE DE ETICA	■	■																																														
RECLUTAMIENTO DE LA MUESTRA	■	■	■	■	■	■	■	■																																								
RECOGIDA DE DATOS									■																																							
MEDICIONES INICIALES										■																																						
DESARROLLO DE LA INTERVENCION													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																								
EVALUACION FINAL																																																
EVALUACION DE RESULTADOS Y ANALISIS																																																
INFORME FINAL																																																



TABLA 3. Estipulación presupuestaria

SALARIOS	
Médico	300 euros
Fisioterapeuta evaluador	1500 x 3 = 4500 euros
Fisioterapeuta deportivo	1000 x 2 = 2000 euros
Persona ajena al estudio	100 euros
APARATOS BFR	
A.T.S 3000 Zimmer Biomet	1300 x 2 = 2600 euros
MATERIAL DE ENTRENAMIENTO	
Kettlebells	120 euros
Barra de musculación 1,20 metros	30 euros
Step	40 euros
Discos	150 euros
GASTOS PARA MEDICIONES	
Ecógrafo LOGIQ GE	18.000 euros
App "My Jump 2"	15 euros
Total: 27.855 euros	

4. EXPECTATIVAS DE FUTURO DEL ESTUDIO

Este protocolo de ensayo clínico busca ser la puerta de entrada a la introducción del BFR en la patología tendinosa, debido a sus potenciales beneficios ya demostrados en otras patologías, pero todavía desconocidos experimentalmente en una patología como la TA. En 2019, un estudio comparó LL-BFR con HL-RT y las conclusiones fueron que el uso del BFR podía inducir adaptaciones musculares y tendinosas similares a las del grupo HL-RT (30). Esto se trata de una buena noticia, pues hay notificados resultados beneficiosos, pudiendo evitar la vía de los entrenamientos a altas cargas en fases tempranas de la rehabilitación, que pueden llegar a resultar incómodos o directamente estar contraindicados en ciertas poblaciones.

El campo de resultados se extiende más allá de los logrados hasta ahora en tendón, como por ejemplo los efectos positivos que mostró en la rehabilitación post cirugía de ligamento cruzado anterior, donde se informó de una mejora en la fuerza y la función en comparación con HL-RT, pudiendo ser así muy ventajoso en las primeras fases de dicha rehabilitación (25).

En este protocolo se pretende comparar dos grupos con diferentes vías de abordar un entrenamiento de fuerza, diferentes principios fisiológicos y es por ello que el programa de ejercicios es igual en ambos grupos, para pretender crear una respuesta diferente entre un grupo y otro.

Limitaciones

- Calcular el 1RM individual de cada sujeto puede llegar a ser complicado, ya que el nivel de fuerza de una persona no es constante y fluctúa por muchos factores intrínsecos y extrínsecos.
- Se ha fijado un alto coste presupuestario para este protocolo, ya que el ecógrafo y los BFR no son utensilios baratos.
- Son muchas sesiones durante 3 meses, que puede llegar a producir abandonos de algunos sujetos, sabiendo que tienen que acudir 3 días a la semana.
- Al no estar claros los efectos del BFR en tendón, todavía no se puede realizar ninguna afirmación y necesita de seguir investigando.

Esta técnica tiene mucho potencial y con más investigación puede llegar a lograr resultados que hagan que llegue a la población general de manera fácil, abaratando costes y haciendo ver de su potencial.



5. BIBLIOGRAFÍA

1. Riley G. Tendinopathy--from basic science to treatment. *Nat Clin Pract Rheumatol.* 2008;4(2):82-9.
2. Lin TW, Cardenas L, Soslowky LJ. Biomechanics of tendon injury and repair. *J Biomech.* 2004;37(6):865-77.
3. Doral MN, Alam M, Bozkurt M, Turhan E, Atay OA, Dönmez G, et al. Functional anatomy of the Achilles tendon. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010;18(5):638-43.
4. Hopkins C, Fu SC, Chua E, Hu X, Rolf C, Mattila VM, et al. Critical review on the socio-economic impact of tendinopathy. *Asia Pac J Sports Med Arthrosc Rehabil Technol.* 2016;4:9-20.
5. Cook JL, Purdam CR. Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy. *Br J Sports Med.* 2009;43(6):409-16.
6. Millar NL, Hueber AJ, Reilly JH, Xu Y, Fazzi UG, Murrell GA, et al. Inflammation is present in early human tendinopathy. *Am J Sports Med.* 2010;38(10):2085-91.
7. Longo UG, Ronga M, Maffulli N. Achilles Tendinopathy. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2018;26(1):16-30.
8. Maffulli N, Longo UG, Kadakia A, Spiezia F. Achilles tendinopathy. *Foot Ankle Surg.* 2020;26(3):240-249.
9. Janssen I, van der Worp H, Hensing S, Zwerver J. Investigating Achilles and patellar tendinopathy prevalence in elite athletics. *Res Sports Med.* 2018;26(1):1-12.
10. Silbernagel KG, Thomeé R, Eriksson BI, Karlsson J. Continued sports activity, using a pain-monitoring model, during rehabilitation in patients with Achilles tendinopathy: a randomized controlled study. *Am J Sports Med.* 2007;35(6):897-906.

11. de Jonge S, van den Berg C, de Vos RJ, van der Heide HJ, Weir A, Verhaar JA, et al. Incidence of midportion Achilles tendinopathy in the general population. *Br J Sports Med.* 2011;45(13):1026-8.
12. Riel H, Lindstrøm CF, Rathleff MS, Jensen MB, Olesen JL. Prevalence and incidence rate of lower-extremity tendinopathies in a Danish general practice: a registry-based study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2019;20(1):239.
13. Francis P, Whatman C, Sheerin K, Hume P, Johnson MI. The Proportion of Lower Limb Running Injuries by Gender, Anatomical Location and Specific Pathology: A Systematic Review. *J Sports Sci Med.* 2019;18(1):21-31.
14. Martin RL, Chimenti R, Cuddeford T, Houck J, Matheson JW, McDonough CM, et al. Achilles Pain, Stiffness, and Muscle Power Deficits: Midportion Achilles Tendinopathy Revision 2018. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2018;48(5):A1-A38.
15. van der Vlist AC, Breda SJ, Oei EHG, Verhaar JAN, de Vos RJ. Clinical risk factors for Achilles tendinopathy: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2019;53(21):1352-1361.
16. Chimenti RL, Cychosz CC, Hall MM, Phisitkul P. Current Concepts Review Update: Insertional Achilles Tendinopathy. *Foot Ankle Int.* 2017;38(10):1160-1169.
17. Paavola M, Kannus P, Paakkala T, Pasanen M, Järvinen M. Long-term prognosis of patients with achilles tendinopathy. An observational 8-year follow-up study. *Am J Sports Med.* 2000;28(5):634-42.
18. van Dijk CN, van Sterkenburg MN, Wiegelerck JI, Karlsson J, Maffulli N. Terminology for Achilles tendon related disorders. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19(5):835-41.
19. Beyer R, Kongsgaard M, Hougs Kjær B, Øhlenschläger T, Kjær M, Magnusson SP. Heavy Slow Resistance Versus Eccentric Training as Treatment for Achilles Tendinopathy: A Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med.* 2015;43(7):1704-11.

20. Lorenz DS, Bailey L, Wilk KE, Mangine RE, Head P, Grindstaff TL, et al. Blood Flow Restriction Training. *J Athl Train.* 2021;56(9):937-944.
21. Kataoka R, Vasenina E, Hammert WB, Ibrahim AH, Dankel SJ, Buckner SL. Muscle growth adaptations to high-load training and low-load training with blood flow restriction in calf muscles. *Eur J Appl Physiol.* 2022;122(3):623-634.
22. Hughes L, Patterson SD. Low intensity blood flow restriction exercise: Rationale for a hypoalgesia effect. *Med Hypotheses.* 2019;132:109370.
23. Ferlito JV, Pecce SAP, Oselame L, De Marchi T. The blood flow restriction training effect in knee osteoarthritis people: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil.* 2020;34(11):1378-1390.
24. Hughes L, Patterson SD, Haddad F, Rosenblatt B, Gissane C, McCarthy D, et al. Examination of the comfort and pain experienced with blood flow restriction training during post-surgery rehabilitation of anterior cruciate ligament reconstruction patients: A UK National Health Service trial. *Phys Ther Sport.* 2019;39:90-98.
25. Boesen AP, Dideriksen K, Couppe C, Magnusson SP, Schjerling P, Boesen M, et al. Tendon and skeletal muscle matrix gene expression and functional responses to immobilisation and rehabilitation in young males: effect of growth hormone administration. *J Physiol.* 2013;591(23):6039-52.
26. Patterson SD, Hughes L, Warmington S, Burr J, Scott BR, Owens J, et al. Blood Flow Restriction Exercise: Considerations of Methodology, Application, and Safety. *Front Physiol.* 2019;10:533.
27. Tennent DJ, Hylden CM, Johnson AE, Burns TC, Wilken JM, Owens JG. Blood Flow Restriction Training After Knee Arthroscopy: A Randomized Controlled Pilot Study. *Clin J Sport Med.* 2017;27(3):245-252.

28. Rompe JD, Furia J, Maffulli N. Eccentric loading versus eccentric loading plus shock-wave treatment for midportion achilles tendinopathy: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* 2009;37(3):463-70.
29. Centner C, Lauber B, Seynnes OR, Jerger S, Sohnius T, Gollhofer A, et al. Low-load blood flow restriction training induces similar morphological and mechanical Achilles tendon adaptations compared with high-load resistance training. *J Appl Physiol (1985).* 2019;127(6):1660-1667.
30. Baxter JR, Corrigan P, Hullfish TJ, O'Rourke P, Silbernagel KG. Exercise Progression to Incrementally Load the Achilles Tendon. *Med Sci Sports Exerc.* 2021;53(1):124-130.
31. Libardi CA, Chacon-Mikahil MP, Cavaglieri CR, Tricoli V, Roschel H, Vechin FC, et al. Effect of concurrent training with blood flow restriction in the elderly. *Int J Sports Med.* 2015;36(5):395-9.
32. Picón-Martínez M, Chulvi-Medrano I, Cortell-Tormo JM, Alonso-Aubin DA, Alakhdar Y, Laurentino G. Acute Effects of Resistance Training with Blood Flow Restriction on Achilles Tendon Thickness. *J Hum Kinet.* 2021;78:101-109.
33. Giles L, Webster KE, McClelland J, Cook JL. Quadriceps strengthening with and without blood flow restriction in the treatment of patellofemoral pain: a double-blind randomised trial. *Br J Sports Med.* Dec;(23):1688-1694.
34. Seo DI, Kim E, Fahs CA, Rossow L, Young K, Ferguson SL, et al. Reliability of the one-repetition maximum test based on muscle group and gender. *J Sports Sci Med.* 2012;11(2):221-5.
35. Gualano B, Ugrinowitsch C, Neves M Jr, Lima FR, Pinto AL, Laurentino G, Tricoli VA, Lancha AH Jr, Roschel H. Vascular occlusion training for inclusion body myositis: a novel therapeutic approach. *J Vis Exp.* 2010;(40):1894.
36. Murphy M, Rio E, Debenham J, Docking S, Travers M, Gibson W. EVALUATING THE PROGRESS OF MID-PORION ACHILLES TENDINOPATHY DURING REHABILITATION: A

REVIEW OF OUTCOME MEASURES FOR SELF- REPORTED PAIN AND FUNCTION. *Int J Sports Phys Ther.* 2018;13(2):283-292.

37. Hernández-Sánchez S, Poveda-Pagán EJ, Alakhdar-Mohmara Y, Hidalgo MD, Fernández-de-Las-Peñas C, Arias-Burúa JL. Cross-cultural Adaptation of the Victorian Institute of Sport Assessment-Achilles (VISA-A) Questionnaire for Spanish Athletes With Achilles Tendinopathy. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2018;48(2):111-120.

38. Bogataj Š, Pajek M, Andrašić S, Trajković N. Concurrent validity and reliability of My Jump 2 app for measuring vertical jump height in recreationally active adults. *Appl Sci.* 2020;10(11):3805.

39. Silbernagel KG, Shelley K, Powell S, Varrecchia S. Extended field of view ultrasound imaging to evaluate Achilles tendon length and thickness: a reliability and validity study. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2016;6(1):104-10.

40. Silbernagel KG, Gustavsson A, Thomeé R, Karlsson J. Evaluation of lower leg function in patients with Achilles tendinopathy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;14(11):1207-17.

6. ANEXOS

Anexo I: Consentimiento informado

 GENERALITAT VALENCIANA Conselleria de Sanitat Universal i Salut Pública		ESPECIALIDAD NOMBRE DEL PROCEDIMIENTO		
DECLARACION DE INFORMACION Y CONSENTIMIENTO				
DATOS PACIENTE				
APELLIDOS		NOMBRE	DNI	FECHA DE NACIMIENTO
Nº SIP	DOMICILIO (CALLE/PLAZA, NUMERO Y PUERTA)		CP	
LOCALIDAD	PROVINCIA	TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	
DATOS REPRESENTANTE LEGAL				
APELLIDOS		NOMBRE	DNI	FECHA NACIMIENTO
				EN CALIDAD DE
DATOS PROFESIONAL				
APELLIDOS		NOMBRE	CATEGORÍA PROFESIONAL	NUM. COLEGIACIÓN
DECLARO que: - Se me ha explicado que es conveniente/necesario la realización de este procedimiento - He comprendido la información recibida - He podido formular todas las preguntas que he creído oportunas - Se me ha informado de que en cualquier momento puedo revocar mi consentimiento Por lo tanto:				
<input type="checkbox"/> Autorizo la realización de este procedimiento		<input type="checkbox"/> No autorizo la realización de este procedimiento		
Paciente / su representante.		Profesional sanitario/a		
Firma: _____		Firma: _____		
REVOCACIÓN DE LA DECLARACIÓN DE INFORMACIÓN Y CONSENTIMIENTO				
Revoco el consentimiento prestado en la fecha indicada				
Paciente / su representante.		Profesional sanitario/a		
Firma: _____		Firma: _____		
RENUNCIA AL DERECHO DE INFORMACIÓN				
Manifiesto que por razones personales, renuncio al derecho a la información que me corresponde como paciente y expreso mi deseo de no recibir información, en el momento actual, sobre el proceso de mi enfermedad sin que ello implique que no pueda dar mi consentimiento para someterme a la realización de esta intervención, tal como he prestado y firmado en el apartado anterior.				
Paciente / su representante.		Profesional sanitario/a		
Firma: _____		Firma: _____		
UTILIZACIÓN DE IMÁGENES Y VÍDEOS CON FINES CIENTÍFICOS				
He sido informado/a de que el procedimiento puede ser grabado y los datos utilizados con fines científicos y/o didácticos, asegurando siempre mi intimidad y mi anonimato. Por ello:				
AUTORIZO: <input type="checkbox"/> Paciente / su representante: Firma: _____		NO AUTORIZO: <input type="checkbox"/> Profesional sanitario/a: Firma: _____		
REVOCACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE IMÁGENES Y VÍDEOS CON FINES CIENTÍFICOS				
Revoco el Consentimiento prestado en la fecha indicada:				
Paciente / su representante.		Profesional Sanitario/a:		
Firma: _____		Firma: _____		

Anexo 2: Ficha del sujeto

<i>NOMBRE</i>	
<i>EDAD</i>	
<i>SEXO</i>	
<i>RESIDENCIA</i>	
<i>TELÉFONO DE CONTACTO</i>	
<i>DEPORTE PRACTICADO</i>	
<i>PESO</i>	
<i>ALTURA</i>	
<i>LONGITUD DEL MIEMBRO INFERIOR</i>	
<i>IMC</i>	
<i>ANTECEDENTES</i>	
<i>IRM</i>	
<i>AOP</i>	
<i>OBSERVACIONES</i>	

Anexo 3: Diagrama mediciones

MEDIDA	SEMANA 1			SEMANA 2			SEMANA 3			SEMANA 4			SEMANA 5			SEMANA 6			SEMANA 7			SEMANA 8			SEMANA 9			SEMANA 10			SEMANA 11			SEMANA 12			SEMANA 26		
	L	X	V	L	X	V	L	X	V	L	X	V	L	X	V	L	X	V	L	X	V	L	X	V	L	X	V	L	X	V	L	X	V	L	X	V	L	X	V
DOLOR (EVA)	[Color brown]																																						
GRAVEDAD SÍNTOMAS (VISA-A)	[Color blue]																																						
FUNCIÓN (CMJ)	[Color green]																																						
FUERZA (HEEL RAISE TEST)	[Color red]																																						
LONGITUD Y GROSOR TENDÓN (ECO)	[Color grey]																																						
PESO MÁXIMO EN 1 REP (IRM)	[Color yellow]																																						
PRESIÓN DE OCLUSIÓN TOTAL (AOP)	[Color white]																																						

Anexo 4: Ejercicios

NIVEL 1

EJERCICIO	EXPLICACIÓN	IMAGEN
<p>Elevaciones de talón bilateral sentado</p>	<p>En posición de sedestación, con una barra con discos, con rodillas flexionadas a 90 grados y debajo de los pies una cuña o un elevador, realizamos elevaciones de talón con los dos pies llegando a rango de movilidad completo.</p> <p><i>Grupo LL-BFR: 4 series (30 x 15 x 15 x 15) 20-40 % 1RM BFR al 30% AOP</i></p> <p><i>Grupo HL-RT: 3 series 6-12 repeticiones 70-85 % 1RM BFR presión mínima</i></p>	

<p>Elevaciones de talón bilateral de pie</p>	<p>En bipedestación, sobre un step, realizamos elevaciones de talón con los dos pies en rango completo y con la barra sobre nuestra espalda.</p> <p><i>Grupo LL-BFR:</i> 4 series (30 x 15 x 15 x 15) 20-40 % 1RM BFR al 30% AOP</p> <p><i>Grupo HL-RT:</i> 3 series 6-12 repeticiones 70-85 % 1RM BFR presión mínima</p>	
<p>Sentadilla bilateral</p>	<p>De pie, realizamos la sentadilla con los dos pies hasta la posición de 90 grados de flexión de rodilla y barra en la espalda.</p> <p><i>Grupo LL-BFR:</i> 4 series (30 x 15 x 15 x 15) 20-40 % 1RM BFR al 30% AOP</p> <p><i>Grupo HL-RT:</i> 3 series 6-12 repeticiones 70-85 % 1RM BFR presión mínima</p>	

NIVEL 2

EJERCICIO	EXPLICACIÓN	IMAGEN
<p>High step up unilateral</p>	<p>De pie, con una kettlebell en el lado sintomático, realizamos subidas al step seguidas de una elevación de talón unilateral.</p> <p><i>Grupo LL-BFR:</i> 4 series (30 x 15 x 15 x 15) 20-40 % 1RM BFR al 30% AOP</p> <p><i>Grupo HL-RT:</i> 3 series 6-12 repeticiones 70-85 % 1RM BFR presión mínima</p>	
<p>Elevación de talón bilateral con rebote</p>	<p>De pie, con kettlebell realizamos elevaciones de talón con los dos pies rebotando al tocar el suelo, no dejando reposar al apoyar en el suelo.</p> <p><i>Grupo LL-BFR:</i> 4 series (30 x 15 x 15 x 15) 20-40 % 1RM BFR al 30% AOP</p> <p><i>Grupo HL-RT:</i> 3 series 6-12 repeticiones 70-85 % 1RM BFR presión mínima</p>	

Zancada

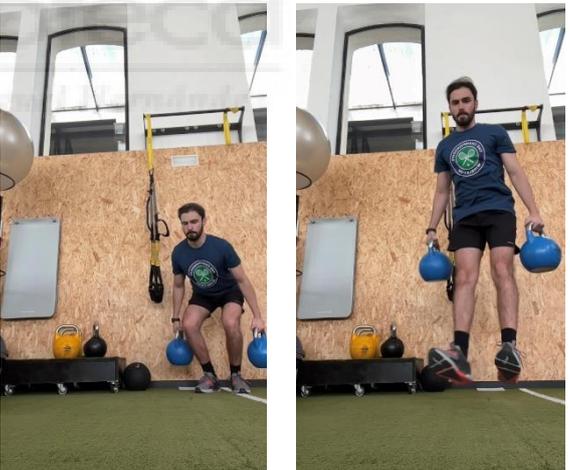
De pie, con kettlebell realizamos un lunge hacia delante adelantando el lado sintomático, provocando una flexión de rodilla de 90 grados, intentamos no sobrepasar la punta del pie con la rodilla y con la rodilla de atrás rozamos el suelo.

Grupo LL-BFR: 4 series (30 x 15 x 15 x 15) 20-40 % 1RM BFR al 30% AOP

Grupo HL-RT: 3 series 6-12 repeticiones
70-85 % 1RM BFR presión mínima



NIVEL 3

EJERCICIO	EXPLICACIÓN	IMAGEN
<p>Salto bilateral con contramovimiento</p>	<p>De pie, con kettlebell flexionamos las dos rodillas y enseguida realizamos un salto extendiendo las rodillas y cayendo en esa posición.</p> <p><i>Grupo LL-BFR:</i> 4 series (30 x 15 x 15 x 15) 20-40 % 1RM BFR al 30% AOP</p> <p><i>Grupo HL-RT:</i> 3 series 6-12 repeticiones 70-85 % 1RM BFR presión mínima</p>	
<p>Salto bilateral hacia delante</p>	<p>De pie, con kettlebell realizamos un salto hacia delante, partiendo de la posición de flexión de rodillas y llevándolas a extensión en la fase concéntrica del salto.</p> <p><i>Grupo LL-BFR:</i> 4 series (30 x 15 x 15 x 15) 20-40 % 1RM BFR al 30% AOP</p> <p><i>Grupo HL-RT:</i> 3 series 6-12 repeticiones 70-85 % 1RM BFR presión mínima</p>	

<p>Elevación de talón unilateral</p>	<p>De pie, con barra en la espalda realizamos elevación de talón con un solo pie apoyado en el step mientras el otro cuelga.</p> <p><i>Grupo LL-BFR:</i> 4 series (30 x 15 x 15 x 15) 20-40 % 1RM BFR al 30% AOP</p> <p><i>Grupo HL-RT:</i> 3 series 6-12 repeticiones 70-85 % 1RM BFR presión mínima</p>	
---	---	--

NIVEL 4

EJERCICIO	EXPLICACIÓN	IMAGEN
<p>Salto unilateral con contramovimiento</p>	<p>De pie, con kettlebell apoyando solo el lado sintomático, realizamos flexión de rodilla y enseguida efectuamos un salto hacia arriba extendiendo la rodilla y cayendo en el suelo en esa posición.</p> <p><i>Grupo LL-BFR:</i> 4 series (30 x 15 x 15 x 15) 20-40 % 1RM BFR al 30% AOP</p> <p><i>Grupo HL-RT:</i> 3 series 6-12 repeticiones 70-85 % 1RM BFR presión mínima</p>	

<p>Salto unilateral hacia delante</p>	<p>De pie, con kettlebell en el lado sintomático, realizamos saltos con el pie sintomático apoyado solo hacia delante.</p> <p><i>Grupo LL-BFR:</i> 4 series (30 x 15 x 15 x 15) 20-40 % 1RM BFR al 30% AOP</p> <p><i>Grupo HL-RT:</i> 3 series 6-12 repeticiones 70-85 % 1RM BFR presión mínima</p>	
<p>Salto bilateral con caída</p>	<p>De pie, con kettlebell, partiendo desde un step, nos dejamos caer hacia delante y al entrar en contacto con el suelo, realizamos un salto rápido extendiendo las rodillas y cayendo en esa posición.</p> <p><i>Grupo LL-BFR:</i> 4 series (30 x 15 x 15 x 15) 20-40 % 1RM BFR al 30% AOP</p> <p><i>Grupo HL-RT:</i> 3 series 6-12 repeticiones 70-85 % 1RM BFR presión mínima</p>	

NIVEL 5

EJERCICIO	EXPLICACIÓN	IMAGEN
<p>Saltos unilaterales hacia delante</p>	<p>De pie, con kettlebell, realizamos saltos hacia delante con solo el pie sintomático apoyado en el suelo, flexionando la rodilla para coger impulso.</p> <p><i>Grupo LL-BFR:</i> 4 series (30 x 15 x 15 x 15) 20-40 % 1RM BFR al 30% AOP</p> <p><i>Grupo HL-RT:</i> 3 series 6-12 repeticiones 70-85 % 1RM BFR presión mínima</p>	
<p>Salto unilateral hacia lateral</p>	<p>De pie, con kettlebell, realizamos saltos partiendo de flexión de rodilla hacia los lados apoyando solo el pie sintomático.</p> <p><i>Grupo LL-BFR:</i> 4 series (30 x 15 x 15 x 15) 20-40 % 1RM BFR al 30% AOP</p> <p><i>Grupo HL-RT:</i> 3 series 6-12 repeticiones 70-85 % 1RM BFR presión mínima</p>	

<p>Salto unilateral con caída</p>	<p>De pie, con kettlebell, estando en un step, nos dejamos caer hacia delante con el pie asintomático apoyado en el step y al entrar en contacto con el suelo con el lado sintomático, enseguida realizamos un salto extendiendo las rodillas y cayendo en el suelo en esa posición.</p> <p><i>Grupo LL-BFR:</i> 4 series (30 x 15 x 15 x 15) 20-40 % 1RM BFR al 30% AOP</p> <p><i>Grupo HL-RT:</i> 3 series 6-12 repeticiones 70-85 % 1RM BFR presión mínima</p>	
--	---	--

Anexo 5: Escala EVA



Anexo 6: Cuestionario VISA-A

Cuestionario VISA-A para la valoración de la severidad clínica de la tendinopatía Aquilea

NOMBRE Y APELLIDOS: FECHA: .../.../.....

En este cuestionario, el término dolor se refiere específicamente a la región del tendón de Aquiles. Para indicar su intensidad de dolor, por favor, marque de 0 a 10 en la escala de respuesta teniendo en cuenta que 0 = ausencia de dolor y 10 = máximo dolor que imagina.

1. ¿Durante cuántos minutos siente rigidez en la zona del tendón al levantarse por la mañana?

0 minutos	0 min	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	70 min	80 min	90 min	100 min	100 minutos	PUNTOS
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		<input type="text"/>

2. Una vez que ha entrado en calor, ¿siente dolor al estirar completamente el tendón de Aquiles en el borde de un escalón (sobre las puntas de los pies y con la rodilla extendida, como en la imagen)?



Sin dolor	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Dolor muy intenso	PUNTOS
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		<input type="text"/>

3.- Después de caminar 30 minutos en llano, ¿siente dolor en el tendón en las dos horas siguientes?
Si no es capaz de andar durante 30 minutos en terreno llano, puntúe 0 en esta pregunta.

Sin dolor	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Dolor muy intenso	PUNTOS
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		<input type="text"/>

4.- ¿Le duele al bajar escaleras a un paso normal?

Sin dolor	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Dolor muy intenso	PUNTOS
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		<input type="text"/>

5.- ¿Le duele el tendón cuando se pone de puntillas 10 veces sobre la misma pierna en una superficie plana o inmediatamente después de hacerlo?

Sin dolor	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Dolor muy intenso	PUNTOS
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		<input type="text"/>

6.- ¿Cuántos saltos puede hacer sobre una sola pierna sin dolor en la zona del tendón?

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PUNTOS
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="text"/>

CONTINÚA DETRÁS ➡

Cuestionario VISA-A para la valoración de la severidad clínica de la tendinopatía Aquilea

7.- ¿Practica actualmente algún deporte u otra actividad física?

- 0 No, en absoluto
 - 4 Entrenamiento y/o competición modificada
 - 7 Entrenamiento y/o competición completa, pero no al mismo nivel que cuando empezaron los síntomas
 - 10 Competición al mismo nivel o superior al que tenía cuando empezaron los síntomas
- PUNTOS:

8.- Por favor, lea los siguientes apartados y conteste A, B o C en esta pregunta según el estado actual de su lesión:

- Si no tiene dolor al realizar deportes que carguen (soliciten) el tendón de Aquiles, por favor, complete solamente la pregunta 8a
- Si tiene dolor mientras practica deportes de carga sobre el tendón de Aquiles pero éste no le impide finalizar la actividad, por favor, conteste solamente la cuestión 8b.
- Si tiene un dolor que le impide completar deportes que solicitan el tendón de Aquiles, por favor, complete únicamente la pregunta 8c.

8a. Si no tiene dolor al realizar deportes que carguen el tendón de Aquiles ¿durante cuanto tiempo puede entrenar/practicar esos deportes?

- 0 7 14 21 30
- Nada 1-10 minutos 11-20 minutos 21-30 minutos > 30 minutos
- PUNTOS:

8b. Si tiene algo de dolor mientras practica deportes que carguen el tendón de Aquiles, pero no le impide completar su entrenamiento/práctica deportiva, ¿durante cuanto tiempo puede entrenar/practicar esos deportes?

- 0 4 10 14 20
- Nada 1-10 minutos 11-20 minutos 21-30 minutos > 30 minutos
- PUNTOS:

8c. Si tiene un dolor que le impide completar entrenamientos o deportes que carguen el tendón de Aquiles, ¿durante cuánto tiempo puede entrenar o practicar esos deportes?

- 0 2 5 7 10
- Nada 1-10 minutos 11-20 minutos 21-30 minutos > 30 minutos
- PUNTOS:

PUNTUACIÓN TOTAL: (/100)
