EFECTIVIDAD DEL EJERCICIO TERAPÉUTICO FRENTE A UN PROGRAMA COMBINADO DE EJERCICIO TERAPÉUTICO Y TERAPIA MANUAL EN LA REDUCCIÓN DEL DOLOR Y LA MEJORA FUNCIONAL EN CORREDORES CON TENDINOPATÍA AQUÍLEA NO INSERCIONAL

DOBLE GRADO DE FISIOTERAPIA Y CAFYD

FACULTAD DE MEDICINA, SALUD Y DEPORTES.

Realizado por: Luis Miguel Cantón Matamoros y Rodrigo Taus Berdejo

Año Académico: 2025-2026

Tutor/a: José Fierro Marrero

Área: Estudio experimental

RESUMEN

Introducción: la tendinopatía aquílea no insercional constituye una de las lesiones por sobreuso más frecuentes en corredores recreativos, generando dolor, rigidez y limitación funcional que pueden afectar a la práctica deportiva y a la calidad de vida. Aunque el ejercicio terapéutico (ET) representa actualmente la base del tratamiento conservador, la terapia manual (TM) suele emplearse como complemento en fisioterapia con el objetivo de mejorar la tolerancia a la carga y favorecer la recuperación funcional. Sin embargo, la evidencia sobre el beneficio adicional de combinar ambas intervenciones continúa siendo limitada.

Objetivo: Comparar la eficacia del ejercicio terapéutico frente a un programa combinado de ejercicio terapéutico y terapia manual en la reducción del dolor y la mejora funcional en corredores recreativos con tendinopatía aquílea no insercional.

Metodología: se propone un ensayo clínico aleatorizado, paralelo y simple ciego, con una muestra estimada de 70 participantes distribuidos en dos grupos de intervención: un grupo tratado mediante ejercicio terapéutico aislado y otro mediante ejercicio terapéutico combinado con terapia manual. La intervención tendrá una duración de 8 semanas y se basará en una progresión de carga del tríceps sural. Las variables principales serán el dolor y la funcionalidad, mientras que como variables secundarias se analizarán la movilidad de tobillo, fuerza muscular, fuerza-resistencia del tríceps sural, rigidez percibida y calidad de vida. La evaluación se realizará mediante instrumentos validados como la escala EVA, el cuestionario VISA-A y el Weight-Bearing Lunge test.

Palabras clave: Tendinopatía aquílea no insercional, ejercicio terapéutico, terapia manual, corredores recreativos, fisioterapia, tendón de Aquiles.

ABSTRACT

Introduction: Non-insertional Achilles tendinopathy is one of the most common overuse injuries among recreational runners, causing pain, stiffness, and functional limitations that may affect sports practice and quality of life. Although therapeutic exercise is currently considered the basis of conservative treatment, manual therapy is frequently used as a complementary intervention in physiotherapy to improve load tolerance and promote functional recovery. However, evidence regarding the additional benefit of combining both interventions remains limited.

Objetive: To compare the effectiveness of therapeutic exercise versus a combined program of therapeutic exercise and manual therapy in reducing pain and improving function in recreational runners with non-insertional Achilles tendinopathy.

Methodology: A randomized, controlled, parallel, single-blind clinical trial is proposed, with an estimated sample of 70 participants allocated into two intervention groups: one treated with therapeutic exercise alone and the other with therapeutic exercise combined with manual therapy. The intervention will last 8 weeks and will be based on a progressive loading program for the triceps surae. The primary outcomes will be pain and function, while secondary outcomes will include ankle mobility, muscle strength, triceps surae endurance, perceived stiffness, and quality of life. Assessment will be performed using validated instruments such as the Visual Analogue Scale (VAS), the Victorian Institute of Sport Assessment-Achilles questionnaire (VISA-A), and the Weight-Bearing Lunge Test.

Keywords: Non-insertional Achilles tendinopathy; therapeutic exercise; manual therapy; recreational runners; physiotherapy; Achilles tendon.

Índice

1 INTRODUCCIÓN 6
1.1 Definición y función del tendón de Aquiles 6
1.2 Epidemiología 7
1.3 Etiología y factores biomecánicos 7
1.4 Diagnóstico y evaluación funcional 8
1.5 Intervenciones fisioterapéuticas: terapia manual y ejercicio terapéutico 9
2 JUSTIFICACIÓN 10
3 OBJETIVOS E HIPÓTESIS 11
3.1 Objetivo general (primario) 11
3.2 Objetivos específicos (secundarios) 11
3.3 Hipótesis 11
4 METODOLOGÍA 12
4.1 Diseño del estudio 12
4.2 Consideraciones éticas 12
4.3 Sujetos 13
4.4 Grupos 14
4.5 Variables 15
4.6 Descripción de la intervención 17
4.7 Recogida de datos y plan de análisis estadístico 20
4.8 Limitaciones del estudio 22
5 PLAN DE TRABAJO 23
5.1 Etapas de desarrollo del estudio 23
5.2 Equipo investigador 23
5.3 Distribución de las tareas 24
6 SOSTENIBILIDAD 25
7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 26
8 ANEXOS 31

Índice de Figuras

Figura 1. Mecanismo de sobrecarga del tríceps sural en corredores.....8

Índice de Tablas

Tabla 1. Prevalencia de la tendinopatía aquílea en corredores.....7
Tabla 2. Principales intervenciones fisioterapeúticas para tendinopatía aquílea 9

Tabla 3. Progresión del programa de ejercicio terapéutico……18

1 INTRODUCCIÓN

La carrera a pie constituye una de las actividades físicas más practicadas a nivel mundial debido a sus beneficios para la salud y su accesibilidad. Sin embargo, las demandas mecánicas repetitivas sobre el miembro inferior (MMII) favorecen la aparición de lesiones por sobreuso, siendo la tendinopatía aquílea una de las más frecuentes en corredores recreativos (Moonot & Dakhode, 2024).

La tendinopatía aquílea no insercional afecta principalmente a la porción media del tendón de Aquiles y se relaciona con dolor, rigidez y limitación funcional durante actividades que implican carga mecánica, como la carrera o el salto. Además, esta patología puede comprometer la capacidad funcional y la práctica deportiva del paciente, afectando a su calidad de vida (Chen et al., 2024; Kakouris et al., 2021).

Actualmente, el ejercicio terapéutico (ET) constituye la base del tratamiento conservador de esta patología, mientras que la terapia manual (TM) suele emplearse como complemento fisioterapéutico en la práctica clínica.

1.1 Definición y función del tendón de Aquiles

El tendón de Aquiles es el tendón más grueso y resistente del cuerpo humano, formado por la convergencia de los músculos gastrocnemio medial, lateral y sóleo, que constituyen el tríceps sural. Se inserta distalmente en el calcáneo y desempeña un papel fundamental en la transmisión de fuerzas durante actividades funcionales como la marcha, la carrera y el salto (Maffulli et al., 2004).

Durante la carrera, el tendón de Aquiles participa en el almacenamiento y liberación de energía elástica, contribuyendo a la eficiencia mecánica y a la propulsión. Debido a las elevadas cargas mecánicas a las que se encuentra sometido, especialmente en la carrera, esta estructura presenta una alta susceptibilidad a desarrollar procesos de sobreuso y tendinopatía (Kakouris et al., 2021).

1.2 Epidemiología

La tendinopatía aquílea constituye una de las lesiones por sobreuso asociadas a la práctica de carrera a pie. En un estudio prospectivo realizado en corredores recreativos, Chen et al. (2024) observaron una incidencia del 4,2% de tendinopatía aquílea durante un seguimiento de 20 semanas. Asimismo, diferentes estudios señalan que las lesiones por sobreuso, entre ellas esta patología, ocupan un lugar destacado dentro de los problemas musculoesqueléticos asociados a la carrera (Kakouris et al., 2021). Los datos de prevalencia descritos en diferentes investigaciones se presentan en la Tabla 1.

TABLA 1. Prevalencia de tendinopatía aquílea en corredores según diferentes estudios

Estudio	Población	Deporte	Prevalencia
Hein et al., 2014	269 corredores recreativos	Corredores	7–18%
Ackermann et al., 2018	Atletas y población activa	Corredores y deportes de impacto	6–18%

Nota. Elaboración propia a partir de (Ackermann et al., 2018; Hein et al., 2014).

1.3 Etiología y factores biomecánicos

La etiología de la tendinopatía aquílea es multifactorial y se relaciona principalmente con una exposición excesiva o mal tolerada a cargas mecánicas repetidas sobre el tendón de Aquiles. Entre los factores intrínsecos descritos en la literatura destacan alteraciones metabólicas o sistémicas, como obesidad y diabetes, así como déficits de fuerza y capacidad de carga del sistema musculotendinoso. Por otro lado, los factores extrínsecos incluyen, errores en la planificación del entrenamiento, aumentos bruscos de volumen o intensidad y características biomecánicas relacionadas con la carrera (Maffulli et al., 2004).

Desde el punto de vista biomecánico, determinados patrones de pisada y alteraciones en la distribución de cargas podrían influir en las cargas transmitidas al tendón de Aquiles durante actividades dinámicas. Asimismo, factores como la rigidez del complejo musculotendinoso o limitaciones en la dorsiflexión de tobillo podrían influir en la distribución de cargas durante estas actividades (Silbernagel et al., 2020). El mecanismo relacionado con la sobrecarga del tríceps sural y el desarrollo de tendinopatía aquílea se representa en la Figura 1.

FIGURA 1. Mecanismo de sobrecarga del tríceps sural en corredores

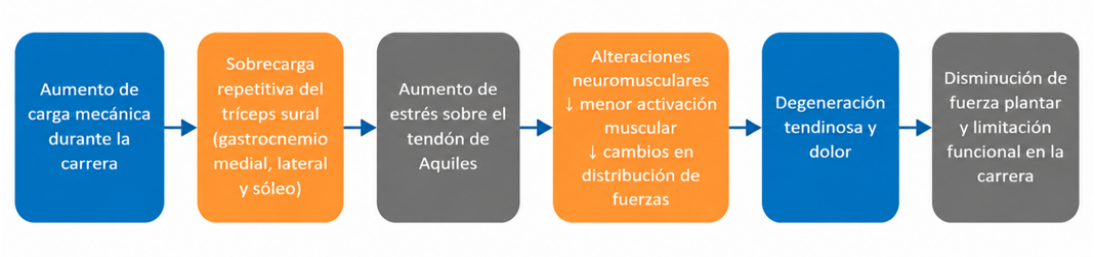


Figura 1. Modelo conceptual del desarrollo de dolor y disfunción del tríceps sural en corredores debido a sobrecarga mecánica repetitiva. Adaptado de estudios sobre la tendinopatía aquílea (Ackermann et al., 2018; Azevedo et al., 2009; Fernandes et al., 2022).

1.4 Diagnóstico y evaluación funcional

El diagnóstico de la tendinopatía aquílea no insercional se basa principalmente en la valoración clínica, caracterizada por dolor localizado en la porción media del tendón de Aquiles, rigidez y limitación funcional durante actividades que impliquen carga del tríceps sural. Actualmente, las guías clínicas recomiendan un diagnóstico fundamentado en la anamnesis y exploración física, incluyendo dolor relacionado con carga mecánica y sensibilidad a la palpación del tendón (Chimenti et al., 2024; Matthews et al., 2021).

Además de la exploración clínica, herramientas de evaluación funcional como el Victorian Institute of Sport Assessment-Achilles (VISA-A) (ver Anexo 1) permiten

cuantificar el dolor y limitación funcional en estos pacientes, siendo ampliamente utilizadas en investigación y práctica clínica (Murphy et al., 2018).

1.5 Intervenciones fisioterapéuticas: terapia manual y ejercicio terapéutico

El tratamiento conservador constituye la primera línea de intervención en la tendinopatía aquílea, siendo el ET la estrategia con mayor respaldo científico. Los programas basados en carga progresiva tienen como objetivo mejorar la capacidad del tendón para tolerar estrés mecánico, favoreciendo la reducción del dolor y a la mejora funcional del paciente (Maetz et al., 2023; Silbernagel et al., 2020).

Por otro lado, la terapia manual engloba técnicas aplicadas sobre los tejidos musculosesqueléticos, como las movilizaciones articulares, técnicas de liberación miofascial o masaje de tejido profundo, utilizadas con el objetivo de disminuir el dolor, mejorar la movilidad de los tejidos y complementar el ET durante el proceso de recuperación funcional (Jayaseelan et al., 2017).

En este sentido, resulta relevante analizar si la combinación de ambas intervenciones puede aportar beneficios adicionales en la reducción del dolor y la mejora de la funcionalidad en corredores con tendinopatía aquílea no insercional. Las principales intervenciones fisioterapéuticas empleadas en la tendinopatía aquílea se resumen en la Tabla 2.

TABLA 2. Principales intervenciones fisioterapéuticas para la tendinopatía aquílea

Intervención	Objetivo terapéutico	Evidencia científica	Aplicación en el estudio
Ejercicio isométrico	Disminución del dolor y activación muscular inicial	Efecto analgésico en tendinopatía (Rio et al., 2015)	Elevaciones de talón mantenidas en fases iniciales
Ejercicio excéntrico	Mejorar fuerza del tríceps sural y capacidad del tendón	Mejora dolor y función (Contreras-Hernandez et al., 2025)	Elevaciones de talón, con énfasis en fase excéntrica

Programas de carga progresiva	Adaptación del tendón y retorno al deporte	Reducción significativa del dolor (Alfredson et al., 1998)	Progresión de bilateral a unilateral y aumento de carga según dolor
Ejercicio pliométrico	Mejora de la capacidad funcional y preparación para retorno del deporte	Mejora del rendimiento y adaptación tendinosa	Saltos bipodales, skipping y saltos a cajón en fases finales
Terapia manual (masaje transversal, liberación miofascial)	Mejorar movilidad tisular y reducir dolor	Mejora clínica en pacientes con tendinopatía (Qureshi et al., 2024)	Aplicación sobre tríceps sural y articulación del tobillo

Nota. Elaboración propia a partir de (Alfredson et al., 1998; Contreras-Hernandez et al., 2025; Qureshi et al., 2024; Rio et al., 2015).

2 JUSTIFICACIÓN

El ET constituye actualmente la base del tratamiento conservador en la tendinopatía aquílea, ya que permite mejorar la función y la tolerancia a la carga del tendón. No obstante, en determinados pacientes, la evolución clínica puede no ser completamente satisfactoria, lo que ha impulsado el interés por analizar estrategias complementarias que puedan optimizar los resultados del tratamiento (Maetz et al., 2023; Silbernagel et al., 2020).

La elección de corredores recreativos con tendinopatía aquílea no insercional se justifica por la relación existente entre las demandas mecánicas asociadas a la carrera y el desarrollo de esta patología. Además, se trata de una población especialmente relevante desde el punto de vista funcional, debido al impacto que la tendinopatía puede generar sobre la capacidad para correr y realizar actividad física (Kakouris et al., 2021).

Desde la perspectiva clínica, la terapia manual se utiliza frecuentemente como complemento del ejercicio terapéutico con el objetivo de reducir el dolor y facilitar la progresión de la carga durante el tratamiento. Sin embargo, la evidencia disponible sobre el beneficio adicional de combinar ambos tratamientos frente al

ejercicio aplicado de forma aislada sigue siendo limitada, especialmente en corredores con tendinopatía aquílea no insercional (Qureshi et al., 2024).

Por ello, el presente estudio se plantea como un ensayo clínico piloto y exploratorio cuyo objetivo es analizar si la combinación de la TM y ET puede ofrecer beneficios adicionales frente al ET aislado sobre variables clínicamente relevantes.

3 OBJETIVOS E HIPÓTESIS

3.1 Objetivo general (primario)

Comparar la efectividad del ejercicio terapéutico frente a un programa combinado de ejercicio terapéutico y terapia manual en la reducción del dolor y la mejora funcional en corredores recreativos con tendinopatía aquílea no insercional.

3.2 Objetivos específicos (secundarios)

Comparar la efectividad del ejercicio terapéutico frente a un programa combinado de ejercicio terapéutico y terapia manual en la mejora de la movilidad del tobillo, especialmente en el rango de dorsiflexión, la fuerza isométrica máxima del tríceps sural, la fuerza-resistencia del tríceps sural, la calidad de vida y la disminución de la rigidez percibida en corredores recreativos con tendinopatía aquílea no insercional.

3.3 Hipótesis

Hipótesis conceptual: la combinación de ET y TM podría generar mayores beneficios clínicos sobre el dolor, movilidad, fuerza muscular, fuerza-resistencia, rigidez percibida y calidad de vida en comparación con el ejercicio terapéutico aislado en corredores con tendinopatía aquílea no insercional.

Hipótesis nula: No existirán diferencias estadísticamente significativas y/o no existen diferencias clínicamente relevantes entre el grupo de ET y el grupo combinado de ET y TM tras la intervención.

Hipótesis alternativa: existirán diferencias estadísticamente significativas y clínicamente relevantes a favor del grupo combinado de ET y TM respecto al grupo de ET aislado tras la intervención.

4 METODOLOGÍA

4.1 Diseño del estudio

Se propone un ensayo clínico aleatorizado (ECA), controlado, paralelo y simple ciego, con dos grupos de intervención, cuyo objetivo es analizar la efectividad del ET frente a un programa combinado de ET + TM en corredores con tendinopatía aquílea no insercional. Los participantes serán distribuidos en dos grupos de intervención con un ratio de asignación 1:1.

El estudio se diseñará como simple ciego, de manera que el evaluador encargado de la recogida de datos no conocerá la asignación de los participantes, lo que contribuye a reducir el sesgo de medición y aumentar la validez de los resultados (Griffin et al., 2021). Este diseño se considera adecuado para comparar ambas intervenciones en condiciones controladas y minimizar factores de confusión.

Además, el estudio seguirá las recomendaciones de la guía CONSORT para ensayos clínicos aleatorizados (Schulz et al., 2010). Finalmente, los resultados se analizarán mediante análisis por intención de tratar y análisis por protocolo.

4.2 Consideraciones éticas

El presente estudio se llevará a cabo de acuerdo con los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki para la investigación con seres humanos (World Medical Association, 2013).

Antes de su inclusión, todos los participantes recibirán una hoja de información al paciente donde se explicarán los objetivos del estudio, los procedimientos a realizar, posibles riesgos y beneficios, así como su derecho a abandonar el estudio

en cualquier momento sin repercusión alguna. Posteriormente, deberán firmar un consentimiento informado (ver Anexo 2) antes del estudio (Nijhawan et al., 2013).

El protocolo será evaluado y aprobado previamente al inicio del estudio por un Comité de Ética de la Investigación con medicamentos (CEIm) acreditado de la Comunidad de Madrid, concretamente el CEIm del Hospital Universitario La Paz.

Asimismo, se garantizará el cumplimiento del Reglamento General de Protección de Datos (RGPD), asegurando la confidencialidad, anonimización y uso adecuado de la información recogida durante el estudio (European Parliament, 2016).

4.3 Sujetos

La muestra estará compuesta por corredores con diagnóstico clínico de tendinopatía aquílea no insercional, establecido siguiendo las recomendaciones actuales para tendinopatía aquílea de porción media (Chimenti et al., 2024).

Los participantes serán reclutados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia en la Universidad Europea de Madrid (UEM), centros de fisioterapia y clubes deportivos, colaboradores de la comunidad de Madrid, así como a través de medios digitales relacionados con la práctica de carrera a pie. La captación inicial será realizada por los investigadores de estudio, quienes identificarán posibles participantes compatibles con la patología. Posteriormente, antes de su inclusión definitiva, un médico especialista confirmará el diagnóstico clínico mediante entrevista clínica y exploración física inicial.

4.3.1 Criterios de inclusión

- Edad entre 18-64 años.
- Práctica regular de carrera a pie y presente dolor, molestia o limitación funcional relacionada a la carrera.
- Dolor localizado en la porción media del tendón de Aquiles (2-7cm proximal a la inserción calcánea) de al menos 3 meses de evolución,

asociado a la carga mecánica y dolor a la palpación, compatible con tendinopatía aquílea no insercional según las recomendaciones de la guía clínica (Chimenti et al., 2024).

4.3.2 Criterios de exclusión

- Rotura previa del tendón de Aquiles o cirugía previa en el MMII afectado.
- Tendinopatía aquílea insercional.
- Enfermedad neurológica o sistémica que pueda influir en la función musculotendinosa.
- Infiltraciones o tratamiento fisioterapéutico específico sobre el tendón de Aquiles en las últimas 12 semanas.

Dado al carácter piloto y exploratorio del estudio, el tamaño muestral no se establecerá a partir de un cálculo confirmatorio de potencia estadística, ya que la comparación específica entre el ET aislado y ET + TM en esta población, todavía presenta evidencia limitada. En su lugar, se propone una muestra de 70 participantes distribuidos en dos grupos de 35 sujetos, con el objetivo de obtener estimaciones preliminares de viabilidad, variabilidad y respuestas clínica de las variables principales. Esta decisión se basa en recomendaciones metodológicas para ensayos pilotos con variables continuas (Fernández Matías, 2023).

4.4 Grupos y asignación

Los participantes se asignarán aleatoriamente a dos grupos:

- GRUPO 1: Ejercicio terapéutico
- GRUPO 2: Ejercicio terapéutico + terapia manual

La asignación de los participantes a los grupos de intervención se realizará mediante un proceso de aleatorización simple generado por ordenador, utilizando

un software de generación aleatoria de grupos (ver Anexo 3). La secuencia de la aleatorización será elaborada por un fisioterapeuta externo, no implicado en la evaluación ni en la aplicación de la intervención, con el objetivo de reducir sesgos.

4.5 Variables

La variable independiente del estudio será el tipo de intervención fisioterapéutica aplicada, diferenciándose dos grupos: ET y ET + TM. Se trata de una variable cualitativa nominal dicotómica.

4.5.1 Variables descriptivas

Al inicio del estudio se recogerán variables descriptivas de la muestra con el objetivo de caracterizar a los participantes y analizar la homogeneidad basal entre grupos. Entre estas variables se incluirán la edad (años), peso (kg), talla (cm), índice de masa corporal (IMC, kg/m²), nivel de actividad física y tiempo de evolución de los síntomas, consideradas variables cuantitativas continuas, así como el sexo, miembro afectado y dominancia, consideradas variables cualitativas nominales.

La edad, el tiempo de evolución de los síntomas, el nivel de actividad física, el sexo, el miembro afectado y los antecedentes clínicos se obtendrán mediante entrevista y autorreporte del participante, mientras que la dominancia se evaluará mediante el Waterloo Footedness Questionnaire-Revised (WFQ-R) (ver Anexo 4). Por otro lado, el peso y la talla se registrarán mediante medición directa utilizando una báscula y tallímetro, calculándose posteriormente el IMC. Estas variables se recogerán en la evaluación inicial (basal).

4.5.2 Variables dependientes

INTENSIDAD DEL DOLOR: definida como la intensidad de dolor percibida por el paciente en la región aquílea. Se medirá mediante la Escala Visual Analógica (EVA) de 10 cm (ver Anexo 5), registrándose en reposo durante el día a día. La puntuación se obtendrá marcando un punto entre “ausencia de dolor” y “el peor dolor

imaginable". La EVA presenta adecuada validez y fiabilidad para la valoración del dolor (Delgado et al., 2018). Se trata de una variable cuantitativa continua.

FUNCIONALIDAD: definida como el grado de limitación en las actividades derivados de la tendinopatía aquílea. Se evaluará mediante el cuestionario VISA-A (ver Anexo 1) compuesto por 8 ítems con una puntuación total de 0-100, donde los valores más altos indican mejor función. Este cuestionario presenta adecuada validez, fiabilidad y capacidad de respuesta en pacientes con tendinopatía aquílea, tratándose de una variable cuantitativa continua (Korakakis et al., 2021).

MOVILIDAD DE TOBILLO: Rango de dorsiflexión en carga del MMII afectado. Se medirá mediante el Weight-Bearing Lunge Test (WBLT) (ver Anexo 6), en el que el sujeto realiza una flexión anterior de la rodilla manteniendo el talón en contacto con el suelo, registrándose la distancia máxima desde el dedo del pie hasta la pared o el ángulo de dorsiflexión en grados mediante un goniómetro. Este test ha demostrado una adecuada fiabilidad intra e interveluador, considerándose una variable cuantitativa continua (Zunko & Vauhnik, 2021).

FUERZA ISOMÉTRICA MÁXIMA DEL TRÍCEPS SURAL: Capacidad de generar fuerza máxima en flexión plantar de tobillo. Se evaluará mediante dinamometría isométrica (tipo celda de carga Ivolution Valkyria Trainer Push Pull), registrándose la fuerza máxima en Newtons (N). Los participantes realizarán tres contracciones isométricas máximas mantenidas durante aproximadamente 3 segundos, con un periodo de descanso de 40 segundos entre intentos, siguiendo las recomendaciones de Maffiuletti et al. (2016). Se registrará el valor máximo de fuerza pico obtenido entre las tres repeticiones. Durante la prueba (ver Anexo 7), los sujetos recibirán estímulos verbales por parte del evaluador. Para la evaluación del gastrocnemio, el sujeto se posicionará con la rodilla en extensión y el tobillo a 90°, mientras que para el sóleo se valorará en decúbito supino con la rodilla flexionada a 90° y el tobillo en posición neutra. Se trata de una variable cuantitativa continua.

FUERZA-RESISTENCIA TRÍCEPS SURAL: capacidad para realizar repeticiones sucesivas de elevación monopodal del talón hasta la fatiga. Se evaluará mediante el Single-Leg Heel Rise Test (ver Anexo 8), registrándose el número total de repeticiones realizadas. El participante realizará un único intento a ritmo controlado hasta no poder continuar. Presenta buena fiabilidad y es utilizado en la evaluación funcional del tríceps sural, considerándose una variable cuantitativa continua (Hébert-Losier et al., 2017).

CALIDAD DE VIDA: Percepción global del estado de salud del paciente y el impacto de la patología sobre su bienestar. Se evaluará mediante la escala visual numérica de salud del cuestionario EQ-5D-5L (ver Anexo 9), en la que el participante valorará su estado de salud general en una escala de 0-100. Este instrumento ha sido validado, tratándose de una variable cuantitativa continua (Hernández et al., 2018).

RIGIDEZ PERCIBIDA: sensación subjetiva de rigidez en la región aquílea, especialmente durante los primeros pasos al levantarse por la mañana. Se registrará mediante una escala numérica de 0 al 10, donde 0 corresponde a ausencia de rigidez y 10 a la máxima rigidez percibida. Se trata de una variable cuantitativa continua y se utilizará como criterio complementario para valorar la tolerancia a la carga durante la progresión del programa (Silbernagel et al., 2020).

Todas las variables de resultado se recogerán en la evaluación basal (semana 0) y tras la intervención (semana 9).

4.6 Descripción de la intervención

La duración del programa de intervención se ha establecido en 8 semanas (ver anexo 10), con una frecuencia de 3 sesiones semanales, siguiendo las recomendaciones actuales para el tratamiento conservador de la tendinopatía aquílea. Diversos estudios han mostrado mejoras clínicas en variables como dolor y funcionalidad tras programas de carga progresiva en 6-12 semanas,

considerándose las 8 semanas un período adecuado para observar cambios clínicos iniciales en un estudio piloto (Maetz et al., 2023; Silbernagel et al., 2020).

Todos los participantes recibirán una sesión inicial de educación terapéutica, en la que se les explicará la naturaleza de la patología, la importancia del control de cargas y las pautas para la correcta ejecución de los ejercicios, con el objetivo de mejorar la adherencia al tratamiento.

El programa de ET se estructurará en cuatro fases progresivas, basadas en el incremento gradual de la carga sobre el tríceps sural, orientadas a favorecer la adaptación del tendón y mejorar la capacidad funcional. Las sesiones se desarrollarán en las instalaciones de la Universidad Europea de Madrid (UEM), incluyendo el gimnasio y las salas de valoración funcional. La progresión del programa de ejercicio terapéutico se refleja en la Tabla 3.

TABLA 3. Progresión del programa de ejercicio terapéutico

Semana	Tipo de ejercicio	Descripción	Intensidad / Progresión	Criterios de tolerancia
1–2	Flexión plantar bilateral (en base al dolor) + isométricos	Elevaciones en ambos pies + mantenimiento arriba (6 s)	Baja carga, control del dolor	Dolor ≤5 en EVA RPE 3-4 Sin rigidez
3–4	Flexión plantar unilateral asistida (en base al dolor) + excéntrico	Subida con ayuda, bajada lenta (3–4 s)	Aumento progresivo de carga	Dolor ≤5 en EVA RPE 4-5 Buena tolerancia
5–6	Flexión plantar unilateral + excéntrico	Ejecución completa sin asistencia (3–4 s)	Carga moderada-alta	Dolor ≤5 en EVA RPE 5-6 Sin empeoramiento
7–8	Flexión plantar unilateral con carga + pliometría básica	Mancuernas + pequeños saltos a cajón + aterrizaje baja altura	Alta carga, retorno funcional	Dolor ≤5 en EVA RPE 6-7 Sin rigidez

Nota. Elaboración propia

En una primera fase, se emplearán ejercicios isométricos y en carga bilateral orientados a la modulación del dolor y la adaptación inicial del tejido. Posteriormente, se introducirán ejercicios excéntricos y unilateral asistido con el objetivo de favorecer la adaptación progresiva del tendón. En fases más

avanzadas, el programa evolucionará hacia ejercicios unilaterales con incremento de la carga, dirigidos a la mejora de la fuerza y la funcionalidad. Finalmente, se incorporarán tareas de mayor exigencia, ejercicios pliométricos de baja intensidad con el objetivo de preparar al paciente para el retorno de la actividad deportiva.

Los ejercicios incluirán elevaciones de talones en sus diferentes variantes, trabajo excéntrico, tareas de control motor y ejercicios complementarios del MMII. La intensidad del programa se ajustará individualmente según la tolerancia clínica del paciente, considerando tanto el dolor durante la ejecución como la rigidez percibida al día siguiente. Se permitirán niveles de dolor leves-moderados (≤5 en EVA), siempre que no exista un aumento mantenido de la rigidez ni un empeoramiento de los síntomas (Silbernagel et al., 2020). Los parámetros de entrenamiento están detallados en el Anexo 11 y la progresión detallada del programa con sesiones específicas está reflejado en el Anexo 12.

4.6.1 GRUPO 1: ET

Los participantes asignados a este grupo realizarán el programa descrito, basado en la progresión de carga del tríceps sural, mediante ejercicios de elevación de talón, evolucionando desde apoyo bilateral a unilateral.

La estructura detallada de cada sesión se presenta en el Anexo 13.

4.6.2 GRUPO 2: ET +TM

Los participantes de este grupo realizarán el mismo programa de ET descrito anteriormente, añadiéndose intervención de TM aplicada por un fisioterapeuta. Las técnicas utilizadas serán movilización pasiva de la articulación del tobillo, liberación miofascial del tríceps sural y masaje profundo longitudinal sobre el tendón de Aquiles, técnicas empleadas habitualmente en el abordaje conservador de la tendinopatía aquílea (Qureshi et al., 2024). El protocolo detallado de la terapia manual se presenta en el Anexo 14.

La TM se realizará los mismos días que el ET, con una frecuencia de 2 sesiones semanales y una duración aproximada de 15-20 minutos por sesión. La movilización pasiva se aplicará antes del ET, con el objetivo de favorecer la movilidad articular y preparar al paciente para la carga. Tras finalizar la sesión de ejercicio, se aplicarán las técnicas de liberación miofascial y masaje profundo, orientada a modular el dolor, disminuir la tensión y favorecer la recuperación post-ejercicio.

En relación con los criterios de aplicación e intensidad de las técnicas se ajustará en función de la tolerancia del paciente, aplicándose una presión moderada y progresiva, evitando en todo momento la aparición del dolor intenso. Se permitirá una molestia leve durante la intervención, estableciendo como límite un máximo de ≤5 en la escala EVA, en concordancia con recomendaciones actuales para el manejo de la tendinopatía Aquílea (Silbernagel et al., 2020).

Para garantizar la reproducibilidad del estudio, todos los ejercicios serán explicados y supervisados inicialmente por un fisioterapeuta, se entregará a los participantes un protocolo escrito detallado, se realizará un seguimiento semanal de adherencia y además se registrará el cumplimiento mediante un diario de entrenamiento (ver Anexo 15).

El control de intervención y la cronología completa del programa se detallan en el Anexo 16.

4.7 Recogida de datos y plan de análisis estadístico

La recogida de datos será realizada por un evaluador cegado a la asignación de los participantes en aquellas que requieren medición objetiva, como la fuerza muscular, la movilidad de tobillo (WBLT) y los test funcionales (ver Anexos 6, 7 y 8), con el fin de reducir el sesgo de medición. Sin embargo, en las variables de autorreporte, como el dolor (EVA) y la funcionalidad (VISA-A) (ver Anexos 1 y 5), el evaluador será el propio participante por lo que no es posible el cegamiento completo. Los

datos se registrarán en un cuaderno de recogida (ver Anexo 17) y se analizarán en dos momentos: pre-intervención (semana 0) y postintervención (semana 9).

El análisis estadístico se llevará a cabo mediante el software IBM SPSS v.31.0.1 (IBM Corp., Armonk, NY, USA). Se llevará a cabo un análisis descriptivo, expresando las variables cuantitativas mediante la media, desviación estándar (SD), mediana, rango intercuartílico (Q1-Q3) y valores mínimo y máximo, y las cualitativas mediante frecuencias y porcentajes. Los resultados se presentarán en tablas y, cuando sea necesario, mediante gráficos como diagrama de cajas (v. cuantitativas) o gráficos de barras (v. categóricas).

La normalidad de las variables se evaluará mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Se analizará al inicio un análisis comparativo basal entre grupos utilizando la Prueba T de Student (normalidad) o U Mann-Whitney (no normalidad)

Para el análisis de la efectividad, se utilizará un modelo de análisis de la covarianza (ANCOVA) para las variables principales y secundarias, incluyendo como covariable el valor basal y como factor el grupo de intervención, tal y como se recomiendan en los ensayos clínicos con variables continuas (Zhang et al., 2014). En los resultados, el resultado principal tanto para la prueba T de Student y modelo ANCOVA se extraerá entre grupos mediante diferencias de medias ajustadas, intervalo de confianza al 95% y valor p.

En caso de no cumplirse los supuestos de normalidad, se empleará la prueba U de Mann-Whitney para comparaciones entre grupos. El resultado principal se extraerá mediante diferencias de medianas y valor p. El nivel de significación estadística se establecerá en $p< 0,05$

Dado al carácter piloto y exploratorio del estudio, la interpretación se centrará especialmente la estimación de la respuesta clínica y en la precisión de los intervalos de confianza. Además, se establecerán previamente los valores considerados como cambios clínicamente relevantes para cada variable, con el fin

de interpretar la relevancia clínica de los resultados. En este sentido, se considera una diferencia mínima clínicamente importante de aproximadamente:

- 2 puntos en la escala EVA para el dolor
- 10-12 puntos en el cuestionario VISA-A
- 2-3cm en el WBLT
- Cambios relevantes en el índice global
- Cambios en la fuerza muscular del tríceps sural de ≥146N (O'Neill et al., 2023) y 5-10 repeticiones en la resistencia

4.8 Limitaciones del estudio

El presente estudio presenta una serie de limitaciones metodológicas inherentes a su diseño que deben ser consideradas en la interpretación de los datos.

En primer lugar, la imposibilidad de realizar un doble cegamiento completo constituye una limitación propia de los estudios de intervención en fisioterapia, ya que tanto el terapeuta como el participante conocen el tratamiento aplicado, pudiendo influir en variables subjetivas como el dolor o la percepción funcional.

Asimismo, la naturaleza multifactorial de la tendinopatía aquílea dificulta el control absoluto de todos los factores que pueden influir en su evolución clínica, como las características biomecánicas individuales o patrones de carga durante la carrera.

Por otro lado, en caso de observarse mayores beneficios en el grupo combinado, no sería posible determinar con exactitud si dichos efectos se deben específicamente a la TM, al efecto placebo o simplemente a la adición de una segunda intervención terapéutica.

Finalmente, debido al carácter piloto y exploratorio del estudio, los resultados obtenidos deberán interpretarse con cautela, ya que el estudio está orientado principalmente a obtener estimaciones preliminares de respuesta clínica y viabilidad metodológica.

5 PLAN DE TRABAJO

El presente estudio se desarrollará a lo largo de un periodo estimado de 16 meses de duración, considerado adecuado para garantizar la correcta ejecución de todas las fases de un ECA. Esta temporalización se justifica por la necesidad de incluir de forma secuencial la aprobación ética, el reclutamiento progresivo de participantes, la aplicación de la intervención durante 8 semanas, así como el análisis e interpretación de los datos y la redacción final del estudio.

5.1 Etapas de desarrollo del estudio

El desarrollo del estudio se estructurará en diferentes fases parcialmente solapadas. En primer lugar, se llevará a cabo la elaboración final del protocolo y la obtención de la aprobación ética. Posteriormente, se realizará el reclutamiento de los participantes y la evaluación inicial de las variables clínicas y funcionales.

Tras la evaluación basal, los participantes serán asignados aleatoriamente a los grupos de intervención e iniciarán el tratamiento correspondiente durante un periodo de 8 semanas, desarrollándose de forma simultánea las fases de reclutamiento, evaluación e intervención. Finalizada la intervención, se realizará la evaluación postintervención y la recogida final de datos.

Finalmente, se procederá al análisis estadístico, interpretación de resultados y redacción final del estudio. La planificación temporal detallada y la cronología completa se presentan en el anexo 18.

5.2 Equipo investigador

Estará formado por profesionales del ámbito de las ciencias de la salud, configurándose como un equipo multidisciplinar (ver Anexo 19). Ese tipo de equipos se caracteriza por la integración de diferentes perfiles profesionales, lo que permite abordar el estudio desde una perspectiva clínica, funcional y metodológica.

- Investigador principal (Luis Miguel Cantón): graduado en el doble grado de fisioterapia y ciencias de la actividad física y del deporte (CAFYD). Su formación integra el abordaje clínico y el ejercicio terapéutico, aspectos claves en el desarrollo del estudio.
- Investigador secundario (Rodrigo Taus): graduado en el doble grado de fisioterapia y CAFYD. Su perfil combina conocimientos clínicos y funcionales, contribuyendo al desarrollo del estudio.
- Médico especialista: especialista, medicina deportiva o traumatología, responsable de la confirmación diagnóstica.
- Fisioterapeuta evaluador cegado: graduado en fisioterapia, con formación en valoración funcional y experiencia medición de variables clínicas.
- Fisioterapeutas de intervención (n=2): graduados en fisioterapia, con formación en ejercicio terapéutico, musculoesquelético, responsables de la aplicación del programa en ambos grupos.
- Fisioterapeuta especialista en terapia manual: profesional con formación específica en terapia manual, musculoesquelética, encargado del grupo combinado.
- Analista estadístico externo: profesional con formación en análisis de datos en ciencias de la salud, con conocimientos en análisis de datos mediante IBM SPSS Statistics.
- Estudiantes en prácticas de Fisioterapia (n=4): estudiantes del grado en fisioterapia de la UEM, que participarán como personal de apoyo en el desarrollo del estudio

5.3 Distribución de las tareas

Se organizará de forma coordinada entre los distintos miembros del equipo multidisciplinar del estudio según las diferentes fases de éste.

El investigador principal supervisará el desarrollo general del estudio, la coordinación metodológica y la redacción final del trabajo, mientras que el

investigador secundario colaborará en la organización del estudio, el reclutamiento de los participantes y el seguimiento del protocolo.

El médico especialista será responsable de la confirmación diagnóstica de los participantes incluidos en el estudio. Por otra parte, el fisioterapeuta evaluador cegado realizará la valoración inicial y final de las variables clínicas y funcionales, siguiendo un protocolo estandarizado.

Los fisioterapeutas de intervención aplicarán el programa de ejercicios terapéutico en ambos grupos, mientras que el fisioterapeuta especializado en TM será responsable de la aplicación de las técnicas manuales en el grupo combinado.

Además, los estudiantes en prácticas colaborarán en tareas de apoyo y supervisión básica de las sesiones, siempre bajo la supervisión de los profesionales responsables. Finalmente, el analista estadístico externo llevará a cabo el procesamiento y análisis de los datos obtenidos mediante el software IBM SPSS.

6 SOSTENIBILIDAD

El presente estudio se relaciona con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), especialmente con el ODS 3: Salud y bienestar, al promover estrategias de intervención fisioterapéutica orientadas a mejorar la salud musculoesquelética, reducir el dolor y favorecer la funcionalidad y calidad de vida en la población diana.

Además, el estudio también se vincula con el ODS 4: Educación de calidad, ya que fomenta la formación práctica y el aprendizaje basado en la evidencia científica, mediante la participación de estudiantes de fisioterapia en el desarrollo y aplicación de intervenciones clínicas supervisadas en un contexto de investigación clínica.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ackermann, P. W., Phisitkul, P., & Pearce, C. J. (2018). Treatment of Achilles tendinopathy: state of the art. *Journal of ISAKOS*, *3*(6), 367–376. https://doi.org/10.1136/jisakos-2018-000202

Alfredson, H., Pietilä, T., Jonsson, P., & Lorentzon, R. (1998). Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis. *The American Journal of Sports Medicine*, *26*(3), 360–366. https://doi.org/10.1177/03635465980260030301

Azevedo, L. B., Lambert, M. I., Vaughan, C. L., O'Connor, C. M., & Schwellnus, M. P. (2009). Biomechanical variables associated with Achilles tendinopathy in runners. *British Journal of Sports Medicine, 43*(4), 288–292. https://doi.org/10.1136/bjsm.2008.053421

Chen, W., Cloosterman, K. L. A., Bierma-Zeinstra, S.M.A., van Middelkoop, M., & de Vos, R.-J. (2024). Epidemiology of insertional and midportion Achilles tendinopathy in runners: A prospective cohort study. *Journal of Sport and Health Science, 13*(2), 256–263. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2023.03.007

Chimenti, R. L., Neville, C., Houck, J., Cuddeford, T., Carreira, D., & Martin, R. L. (2024). *Achilles pain, stiffness, and muscle power deficits: Midportion Achilles tendinopathy revision 2024*. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 54*(12), CPG1–CPG32. https://doi.org/10.2519/jospt.2024.0302

Contreras-Hernandez, I., Falla, D., Arvanitidis, M., Negro, F., Jimenez-Grande, D., & Martinez-Valdes, E. (2025). Eccentric and concentric torque feedback training induce similar clinical improvements but distinct triceps surae motor unit adaptations in non-insertional Achilles tendinopathy: A randomized controlled trial. En *medRxiv*. https://doi.org/10.1101/2025.06.20.25330016

Delgado, D. A., Lambert, B. S., Boutris, N., McCulloch, P. C., Robbins, A. B., Moreno, M. R., & Harris, J. D. (2018). Validation of digital visual analog scale pain scoring with a traditional paper-based visual analog scale in adults. *JAAOS Global Research & Reviews, 2*(3), e088. https://doi.org/10.5435/JAAOSGlobal-D-17-00088

European Parliament and Council of the European Union. (2016). *Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data (General Data Protection Regulation). Official Journal of the European Union, L119*, 1–88. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj

Fernandes, G. L., Orssatto, L. B. R., Sakugawa, R. L., & Trajano, G. S. (2023). Lower motor unit discharge rates in gastrocnemius lateralis, but not in gastrocnemius medialis or soleus, in runners with Achilles tendinopathy: a pilot study. *European Journal of Applied Physiology*, *123*(3), 633–643. https://doi.org/10.1007/s00421-022-05089-w

Fernández Matías, R. (2023). El cálculo del tamaño muestral en ciencias de la salud: Recomendaciones y guía práctica. *Journal of Move & Therapeutic Science, 5*(1), m41. https://doi.org/10.37382/jomts.v5i1.915

Griffin, C., Daniels, K., Hill, C., Franklyn-Miller, A., & Morin, J.-B. (2021). A criteria-based rehabilitation program for chronic mid-portion Achilles tendinopathy: study protocol for a randomised controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, *22*(1), 695. https://doi.org/10.1186/s12891-021-04553-6

Hébert-Losier, K., Wessman, C., Alricsson, M., & Svantesson, U. (2017). Updated reliability and normative values for the standing heel-rise test in healthy adults. *Physiotherapy, 103*(4), 446–452. https://doi.org/10.1016/j.physio.2017.03.002

Hein, T., Janssen, P., Wagner-Fritz, U., Haupt, G., & Grau, S. (2013). Prospective analysis of intrinsic and extrinsic risk factors on the development of Achilles tendon pain in runners: Risk factors for Achilles tendon pain. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *24*(3), e201–e212. https://doi.org/10.1111/sms.12137

Hernández, G., Dima, A. L., Pont, A., Garin, O., Marti-Pastor, M., Alonso, J., Ferrer, M., & Rajmil, L. (2018). Validity of the EQ-5D-5L and reference norms for the Spanish population. *Quality of Life Research, 27*(9), 2337–2348. https://doi.org/10.1007/s11136-018-1877-5

D. Jayaseelan J., Kecman, M., Alcorn, D. y Sault, J. D. (2016). Terapia manual y ejercicio excéntrico en el manejo de la tendinopatía de Aquiles. *The Journal of manual & manipulative therapy*, *25*(2), 106-114. https://doi.org/10.1080/10669817.2016.1183289

Kakouris, N., Yener, N., & Fong, D. T. P. (2021). A systematic review of running-related musculoskeletal injuries in runners. *Journal of Sport and Health Science, 10*(5), 513–522. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.04.001

Korakakis, V., Whiteley, R., Kotsifaki, A., Stefanakis, M., Sotiralis, Y., Thorborg, K., & Malliaras, P. (2021). A systematic review evaluating the clinimetric properties of the Victorian Institute of Sport Assessment questionnaires for lower limb tendinopathy shows moderate to high-quality evidence for sufficient reliability, validity, and responsiveness. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy* *29*(9), 2765–2788. https://doi.org/10.1007/s00167-021-06557-0

Maetz, R., Chimenti, R. L., Cychosz, C. C., & Hall, M. M. (2023). Systematic review and meta-analyses of randomized controlled trials comparing exercise loading protocols with passive treatment modalities or other loading protocols for the management of midportion Achilles tendinopathy. *Orthopaedic*

Journal of Sports Medicine, 11(6), 23259671231171178. https://doi.org/10.1177/23259671231171178

Maffiuletti, N. A., Aagaard, P., Blazevich, A. J., Folland, J., Tillin, N., & Duchateau, J. (2016). Rate of force development: Physiological and methodological considerations. *European Journal of Applied Physiology, 116*(6), 1091–1116. https://doi.org/10.1007/s00421-016-3346-6

Maffulli, N., Sharma, P., & Luscombe, K. L. (2004). Achilles tendinopathy: Aetiology and management. *Journal of the Royal Society of Medicine, 97*(10), 472–476. https://doi.org/10.1258/jrsm.97.10.472

Moonot, P., & Dakhode, S. (2024). Current concept review of Achilles tendinopathy. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma, 50*, 102374. https://doi.org/10.1016/j.jcot.2024.102374

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*(2), 283–292. https://doi.org/10.26603/ijspt20180283

Matthews, W., Ellis, R., Furness, J., & Hing, W. A. (2021). The clinical diagnosis of Achilles tendinopathy: A scoping review. *PeerJ, 9*, Article e12166. https://doi.org/10.7717/peerj.12166

Nijhawan, L. P., Janodia, M. D., Muddukrishna, B. S., Bhat, K. M., Bairy, K. L., Udupa, N., & Musmade, P. B. (2013). Informed consent: Issues and challenges. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research, 4*(3), 134–140. https://doi.org/10.4103/2231-4040.116779

O'Neill, S., et al. (2023). Validity and intrarater reliability of a novel device for assessing plantar flexor strength. *PLOS ONE, 18*(3), e0282395. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0282395

Qureshi, A. U., Hameed, M., Umar, M., Yasir, U., Abbas, Z., Jamil, S., Masroor, L., Arshad, A., Tahir, S., & Ibrahim Raza, M. (2024). A comparative study of the Graston technique and Alfredson protocol in the management of Achilles tendinopathy. *Cureus*, *16*(6), e62249. https://doi.org/10.7759/cureus.62249

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, 49*(19), 1277–1283. https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094386

Schulz, K. F., Altman, D. G., Moher, D., & CONSORT Group. (2010). CONSORT 2010 statement: Updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMJ, 340*, c332. https://doi.org/10.1136/bmj.c332

Silbernagel, K. G., Hanlon, S., & Sprague, A. (2020). Current clinical concepts: Conservative management of Achilles tendinopathy. *Journal of Athletic Training, 55*(5), 438–447. https://doi.org/10.4085/1062-6050-356-19

World Medical Association. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA, 310*(20), 2191–2194. https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053

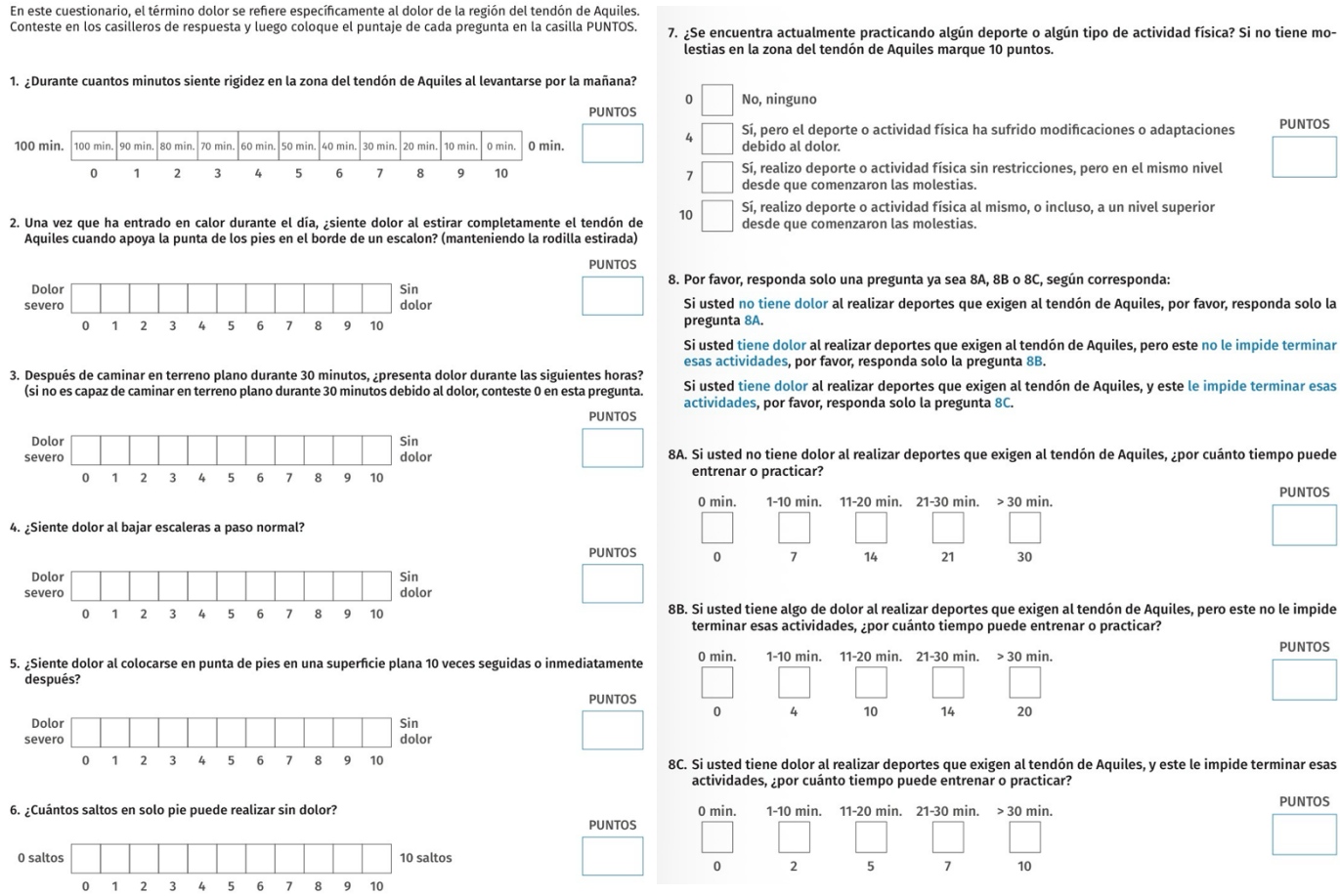
Zhang, S., Cao, J., & Ahn, C. (2014). Empirical comparison of baseline covariate adjustment methods in randomized clinical trials. *Clinical Epidemiology, 6*, 227–235. https://doi.org/10.2147/CLEP.S56554

Zunko, H., & Vauhnik, R. (2021). Reliability of the weight-bearing ankle dorsiflexion range of motion measurement using a smartphone goniometer application. *PeerJ, 9,* e11977. https://doi.org/10.7717/peerj.11977

8 ANEXOS

Anexo 1

Cuestionario VISA-A



En este cuestionario, el término dolor se refiere específicamente al dolor de la región del tendón de Aquiles. Conteste en los casilleros de respuesta y luego coloque el puntaje de cada pregunta en la casilla PUNTOS.

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

PUNTOS

100 min. | 100 min. | 90 min. | 80 min. | 70 min. | 60 min. | 50 min. | 40 min. | 30 min. | 20 min. | 10 min. | 0 min. | 0 min.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

2. Una vez que ha entrado en calor durante el día, ¿siente dolor al estirar completamente el tendón de Aquiles cuando apoya la punta de los pies en el borde de un escalon? (manteniendo la rodilla estirada)

PUNTOS

Dolor severo | Sin dolor

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

3. Después de caminar en terreno plano durante 30 minutos, ¿presenta dolor durante las siguientes horas? (si no es capaz de caminar en terreno plano durante 30 minutos debido al dolor, conteste 0 en esta pregunta.

PUNTOS

Dolor severo | Sin dolor

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

4. ¿Siente dolor al bajar escaleras a paso normal?

PUNTOS

Dolor severo | Sin dolor

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

5. ¿Siente dolor al colocarse en punta de pies en una superficie plana 10 veces seguidas o inmediatamente después?

PUNTOS

Dolor severo | Sin dolor

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

6. ¿Cuántos saltos en solo pie puede realizar sin dolor?

PUNTOS

0 saltos | 10 saltos

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

7. ¿Se encuentra actualmente practicando algún deporte o algún tipo de actividad física? Si no tiene molestias en la zona del tendón de Aquiles marque 10 puntos.

PUNTOS

0 ☐ No, ninguno

4 ☐ Sí, pero el deporte o actividad física ha sufrido modificaciones o adaptaciones debido al dolor.

7 ☐ Sí, realizo deporte o actividad física sin restricciones, pero en el mismo nivel desde que comenzaron las molestias.

10 ☐ Sí, realizo deporte o actividad física al mismo, o incluso, a un nivel superior desde que comenzaron las molestias.

8. Por favor, responda solo una pregunta ya sea 8A, 8B o 8C, según corresponda:

Si usted no tiene dolor al realizar deportes que exigen al tendón de Aquiles, por favor, responda solo la pregunta 8A.

Si usted tiene dolor al realizar deportes que exigen al tendón de Aquiles, pero este no le impide terminar esas actividades, por favor, responda solo la pregunta 8B.

Si usted tiene dolor al realizar deportes que exigen al tendón de Aquiles, y este le impide terminar esas actividades, por favor, responda solo la pregunta 8C.

8A. Si usted no tiene dolor al realizar deportes que exigen al tendón de Aquiles, ¿por cuánto tiempo puede entrenar o practicar?

PUNTOS

0 min. | 1-10 min. | 11-20 min. | 21-30 min. | > 30 min.

0 7 14 21 30

8B. Si usted tiene algo de dolor al realizar deportes que exigen al tendón de Aquiles, pero este no le impide terminar esas actividades, ¿por cuánto tiempo puede entrenar o practicar?

PUNTOS

0 min. | 1-10 min. | 11-20 min. | 21-30 min. | > 30 min.

0 4 10 14 20

8C. Si usted tiene dolor al realizar deportes que exigen al tendón de Aquiles, y este le impide terminar esas actividades, ¿por cuánto tiempo puede entrenar o practicar?

PUNTOS

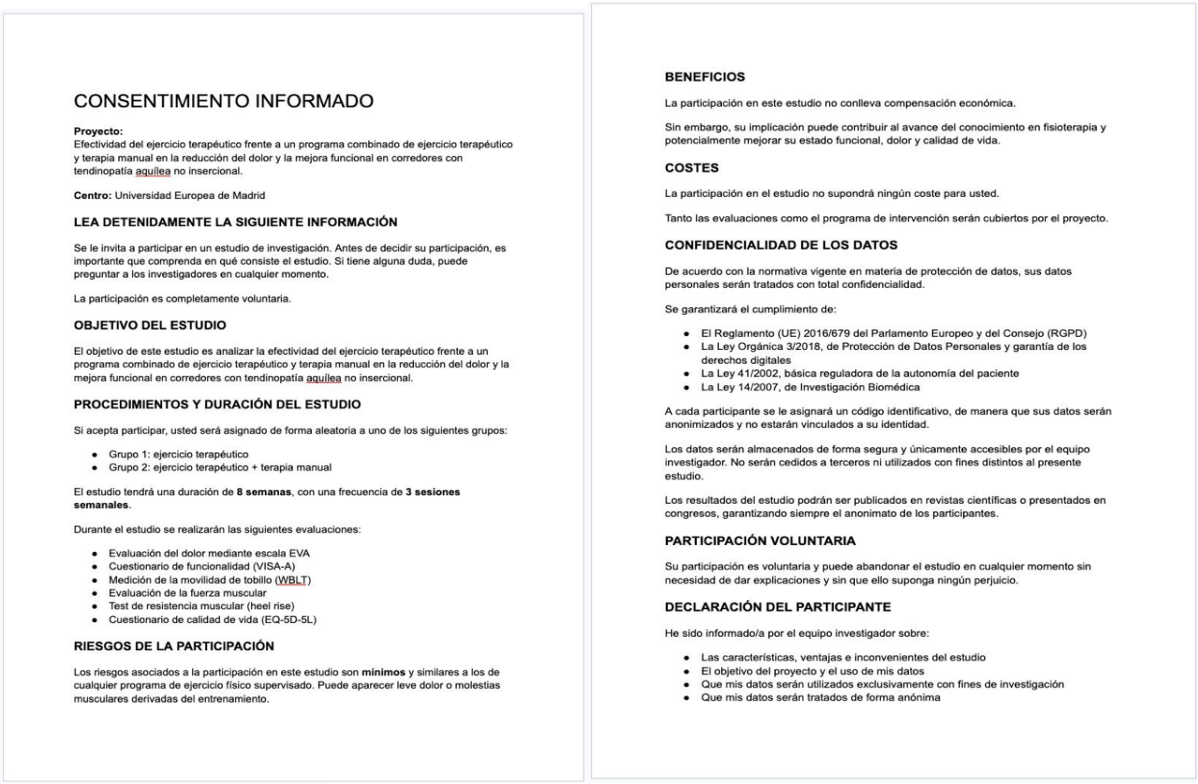
0 min. | 1-10 min. | 11-20 min. | 21-30 min. | > 30 min.

0 2 5 7 10

Nota. Recuperado de la Sociedad Española de Medicina y cirugía del Pie y Tobillo (SEMCPT), 2018. https://semcpt.es/wp-content/uploads/investigacion/escalas-valoracion/pdf/Visa-A-Ch.pdf

Anexo 2

Consentimiento informado



CONSENTIMIENTO INFORMADO

Proyecto:
Efectividad del ejercicio terapéutico frente a un programa combinado de ejercicio terapéutico y terapia manual en la reducción del dolor y la mejora funcional en corredores con tendinopatía aquílea no insercional.

Centro: Universidad Europea de Madrid

LEA DETENIDAMENTE LA SIGUIENTE INFORMACIÓN

Se le invita a participar en un estudio de investigación. Antes de decidir su participación, es importante que comprenda en qué consiste el estudio. Si tiene alguna duda, puede preguntar a los investigadores en cualquier momento.

La participación es completamente voluntaria.

OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo de este estudio es analizar la efectividad del ejercicio terapéutico frente a un programa combinado de ejercicio terapéutico y terapia manual en la reducción del dolor y la mejora funcional en corredores con tendinopatía aquílea no insercional.

PROCEDIMIENTOS Y DURACIÓN DEL ESTUDIO

Si acepta participar, usted será asignado de forma aleatoria a uno de los siguientes grupos:

- Grupo 1: ejercicio terapéutico
- Grupo 2: ejercicio terapéutico + terapia manual

El estudio tendrá una duración de **8 semanas**, con una frecuencia de **3 sesiones semanales**.

Durante el estudio se realizarán las siguientes evaluaciones:

- Evaluación del dolor mediante escala EVA
- Cuestionario de funcionalidad (VISA-A)
- Medición de la movilidad de tobillo (WBLT)
- Evaluación de la fuerza muscular
- Test de resistencia muscular (heel rise)
- Cuestionario de calidad de vida (EQ-5D-5L)

RIESGOS DE LA PARTICIPACIÓN

Los riesgos asociados a la participación en este estudio son **mínimos** y similares a los de cualquier programa de ejercicio físico supervisado. Puede aparecer leve dolor o molestias musculares derivadas del entrenamiento.

BENEFICIOS

La participación en este estudio no conlleva compensación económica.

Sin embargo, su implicación puede contribuir al avance del conocimiento en fisioterapia y potencialmente mejorar su estado funcional, dolor y calidad de vida.

COSTES

La participación en el estudio no supondrá ningún coste para usted.

Tanto las evaluaciones como el programa de intervención serán cubiertos por el proyecto.

CONFIDENCIALIDAD DE LOS DATOS

De acuerdo con la normativa vigente en materia de protección de datos, sus datos personales serán tratados con total confidencialidad.

Se garantizará el cumplimiento de:

- El Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo (RGPD)
- La Ley Orgánica 3/2018, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales
- La Ley 41/2002, básica reguladora de la autonomía del paciente
- La Ley 14/2007, de Investigación Biomédica

A cada participante se le asignará un código identificativo, de manera que sus datos serán anonimizados y no estarán vinculados a su identidad.

Los datos serán almacenados de forma segura y únicamente accesibles por el equipo investigador. No serán cedidos a terceros ni utilizados con fines distintos al presente estudio.

Los resultados del estudio podrán ser publicados en revistas científicas o presentados en congresos, garantizando siempre el anonimato de los participantes.

PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA

Su participación es voluntaria y puede abandonar el estudio en cualquier momento sin necesidad de dar explicaciones y sin que ello suponga ningún perjuicio.

DECLARACIÓN DEL PARTICIPANTE

He sido informado/a por el equipo investigador sobre:

- Las características, ventajas e inconvenientes del estudio
- El objetivo del proyecto y el uso de mis datos
- Que mis datos serán utilizados exclusivamente con fines de investigación
- Que mis datos serán tratados de forma anónima
- Que puedo solicitar información general sobre los resultados del estudio
- Que puedo retirar mi consentimiento en cualquier momento sin necesidad de justificar mi decisión

He comprendido la información recibida y he tenido la oportunidad de realizar todas las preguntas que he considerado necesarias.

Se me ha informado de que tengo derecho a participar o no en el estudio y a retirarme en cualquier momento sin consecuencias.

Se me ha proporcionado una copia de este documento.

ACEPTO PARTICIPAR VOLUNTARIAMENTE EN ESTE ESTUDIO.

Nombre del participante: _____

Firma: _____

DECLARACIÓN DEL INVESTIGADOR

Declaro que ha sido informado adecuadamente al participante sobre la naturaleza y objetivos del estudio.

Nombre del investigador: _____

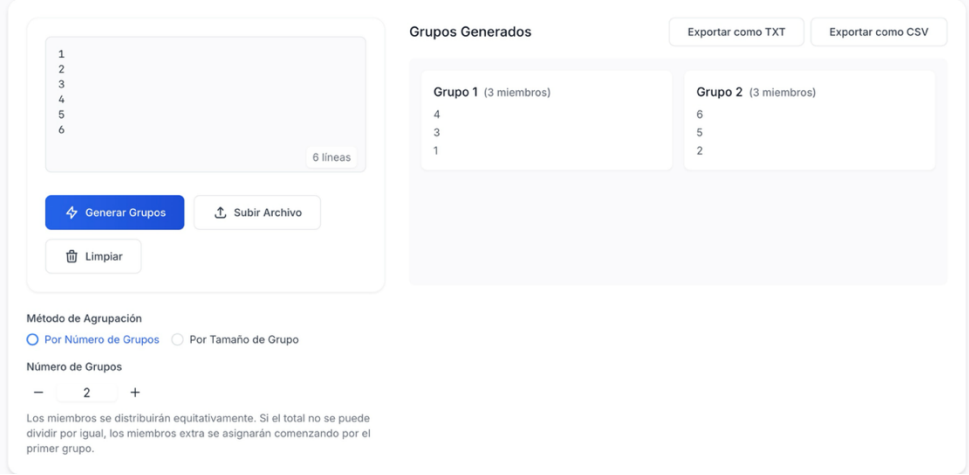
Firma: _____

En _____, **a** ____ **de** _____ **de 20**

Nota. Elaboración propia.

Anexo 3

Software de aleatorización de grupos mediante números (ejemplo del 1-6)



Nota. Recuperado de "Generador de grupos aleatorios: Random".

Anexo 4

Waterloo Footedness Questionnaire-Revised (WFQ-R)

Preguntas para determinar la dominancia de la pierna	**Izquierda**	**Derecha**
Si te pidieran que dispararas una pelota a un objetivo, ¿qué pierna usarías para disparar?*		
Si tuvieras que recoger canicas del suelo mientras estás de pie y ponerlas en una caja, ¿qué pie usarías para recogerlas?*		
Cuando tuviste que trazar una figura dibujada en el suelo, ¿qué pie utilizaste?		
¿Qué pie usarías si tuvieras que apagar un pequeño fuego mientras estás de pie?		
Si te pidieran que te pusieras de pie sobre una pierna, ¿sobre qué pierna te pondrías?*		
¿Qué pie usarías para alisar la arena mientras estás de pie?*		
Si tuvieras que subir a una silla, ¿qué pie colocarías primero en la silla?*		
¿Qué pie usarías para aplastar un insecto mientras estás de pie?*		
Si tuvieras que mantener el equilibrio sobre una pierna en una vía de tren, ¿qué pie usarías?*		
Si tuvieras que saltar sobre una pierna, ¿qué pie usarías?*		
¿Qué pie usarías para ayudar a empujar una pala en el suelo mientras excavas?*		
Durante una postura relajada de pie, la gente suele apoyar la mayor parte del peso en un pie, dejando la otra pierna ligeramente flexionada. ¿En qué pie apoyas primero la mayor parte de tu peso?*		
¿Eres diestro/a o zurdo/a?		

Nota. Adaptado y traducido de la figura original publicada por Van Melick et al. (2017) en PLOS ONE. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189876.g001

Anexo 5

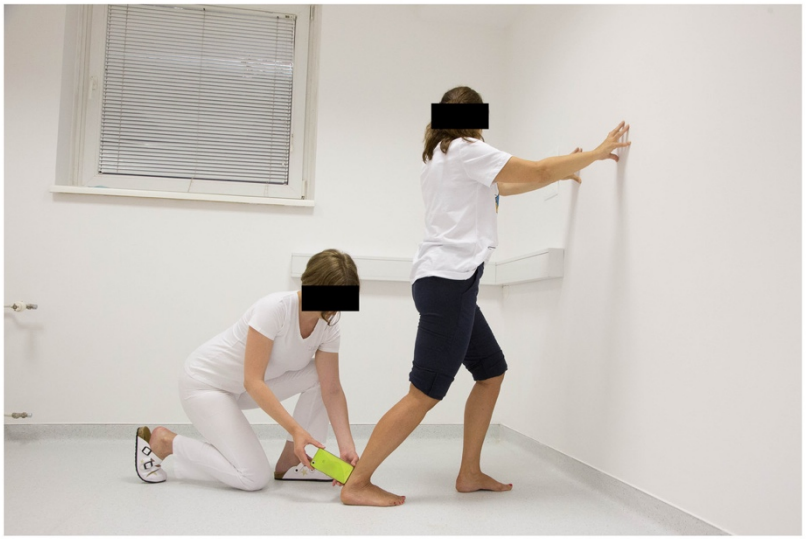
Escala Visual Analógica (EVA)



Nota. Adaptado de la Escala Visual Analógica del dolor (EVA) de la Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología (SECOT).

Anexo 6

Weight-Bearing Lunge Test (WBLT)



Nota. Prueba utilizada para la valoración de la dorsiflexión de tobillo en carga. Adaptado de Zunko & Vauhnik (2021).

Anexo 7

Tests de fuerza muscular del tríceps sural



Nota. Valoración de la fuerza isométrica del músculo gastrocnemio (izquierda) y del músculo sóleo (derecha). Adaptado de Orsini (2024).

Anexo 8

Single-Leg Heel Rise Test



Nota. Prueba utilizada para la valoración de la fuerza-resistencia del tríceps sural: (A) posición inicial y (B) posición final. Adaptado de Ruggiero (2024).

Anexo 9

Cuestionario EQ-5D-5L

Debajo de cada enunciado, marque UNA casilla, la que mejor describe su salud HOY.

MOVILIDAD
- No tengo problemas para caminar ❑
- Tengo problemas leves para caminar ❑
- Tengo problemas moderados para caminar ❑
- Tengo problemas graves para caminar ❑
- No puedo caminar ❑

AUTO-CUIDADO
- No tengo problemas para lavarme o vestirme ❑
- Tengo problemas leves para lavarme o vestirme ❑
- Tengo problemas moderados para lavarme o vestirme ❑
- Tengo problemas graves para lavarme o vestirme ❑
- No puedo lavarme o vestirme ❑

ACTIVIDADES COTIDIANAS *(Ej.: trabajar, estudiar, hacer las tareas domésticas, actividades familiares o actividades durante el tiempo libre)*
- No tengo problemas para realizar mis actividades cotidianas ❑
- Tengo problemas leves para realizar mis actividades cotidianas ❑
- Tengo problemas moderados para realizar mis actividades cotidianas ❑
- Tengo problemas graves para realizar mis actividades cotidianas ❑
- No puedo realizar mis actividades cotidianas ❑

DOLOR / MALESTAR
- No tengo dolor ni malestar ❑
- Tengo dolor o malestar leve ❑
- Tengo dolor o malestar moderado ❑
- Tengo dolor o malestar fuerte ❑
- Tengo dolor o malestar extremo ❑

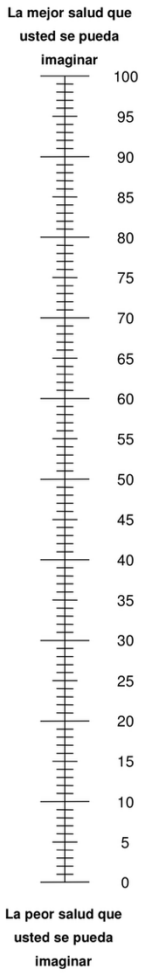
ANSIEDAD / DEPRESIÓN
- No estoy ansioso ni deprimido ❑
- Estoy levemente ansioso o deprimido ❑
- Estoy moderadamente ansioso o deprimido ❑
- Estoy muy ansioso o deprimido ❑
- Estoy extremadamente ansioso o deprimido ❑

2
Spanish (Spain) v.2 © 2009 EuroQol Group. EQ-5D™ is a trade mark of the EuroQol Group

- Nos gustaría conocer lo buena o mala que es su salud HOY.
- La escala está numerada del 0 al 100.
- 100 representa la mejor salud que usted se pueda imaginar.

  0 representa la peor salud que usted se pueda imaginar.
- Marque con una X en la escala para indicar cuál es su estado de salud HOY.
- Ahora, en la casilla que encontrará a continuación escriba el número que ha marcado en la escala.

SU SALUD HOY = ☐

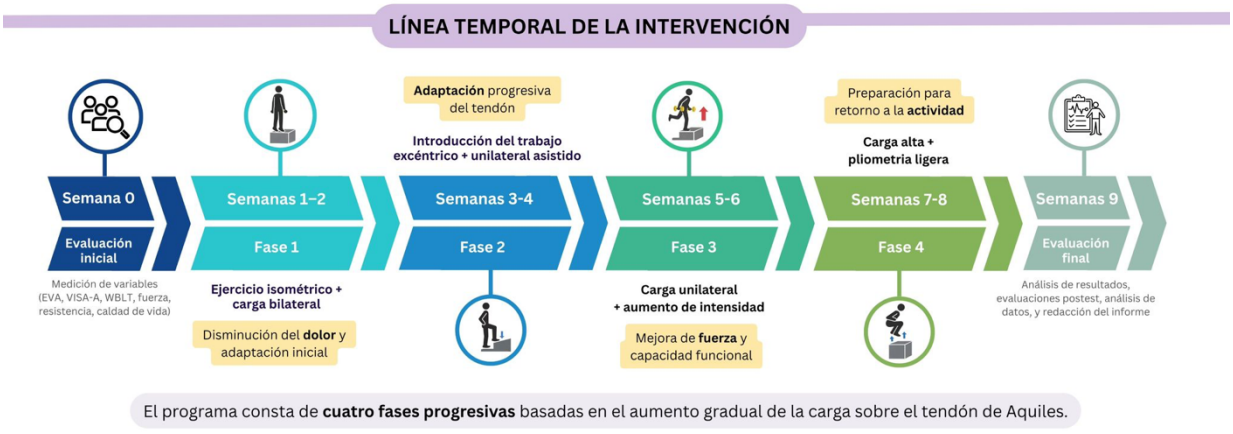


3
Spanish (Spain) v.2 © 2009 EuroQol Group. EQ-5D™ is a trade mark of the EuroQol Group

Nota. Recuperado de la Sociedad Española de Reumatología. https://eiser.ser.es/uploads/20210003120007643081.pdf

Anexo 10

Línea temporal de la intervención



Nota. Elaboración propia

Anexo 11

Parámetros de dosificación del entrenamiento

PARÁMETROS	VALOR
SERIES	3
REPETICIONES	10-15
ISOMÉTRICOS	30-45 seg
DESCANSOS	1-2 minutos
DOLOR PERMITIDO	<5 EVA
RIGIDEZ MATUTINA	Sin aumento mantenido >24h

Nota. Elaboración propia

Anexo 12

Sesiones tipo del protocolo

EJEMPLO DE SESIÓN TIPO – FASE INICIAL (SEMANAS 1–2)

Objetivo de ejercicio	Ejercicio	Dosificación	Indicaciones
Analgésico	Isométricos en flexión plantar bilateral	3 x 30–45 s	Dolor permitido ≤5 EVA
Principal	Elevación de talón bilateral (si se tolera bien)	3 x 12–15 reps	Movimiento controlado
Movilidad	Estiramiento tríceps sural	3 x 30 s	Sin dolor
Control motor	Equilibrio bipodal → monopodal	3 x 30 s	Progresión según tolerancia
Funcional	Step-up bajo	3 x 10 reps	Control del movimiento
Complementario	Abducción de cadera	3 x 12–15 reps	Activación glúteo medio

EJEMPLO DE SESIÓN TIPO – FASE INTERMEDIA (SEMANAS 3–4)

Objetivo de ejercicio	Ejercicio	Dosificación	Indicaciones
Analgésico	Isométricos en flexión plantar	3 x 30–45 s	Dolor permitido ≤5 EVA
Principal	Elevación de talón unilateral asistida (si se tolera bien)	3 x 10–12 reps	Descenso excéntrico (3–4 s)
Movilidad	Estiramiento tríceps sural	3 x 30 s	Sin dolor
Control motor	Equilibrio monopodal	3 x 30 s	Superficie estable → inestable
Funcional	Step-down controlado	3 x 8–10 reps	Alineación de rodilla
Complementario	Abducción de cadera con banda	3 x 12–15 reps	Control dinámico

EJEMPLO DE SESIÓN TIPO – FASE AVANZADA (SEMANAS 5–6)

Objetivo de ejercicio	Ejercicio	Dosificación	Indicaciones
Analgésico	Isométricos (según necesidad)	2–3 x 30 s	Uso opcional según dolor
Principal	Elevación de talón unilateral	3 x 10–12 reps	Excéntrico lento (3–4 s)
Movilidad	Estiramientos tríceps sural	3 x 30 s	Mantener rango
Control motor	Equilibrio monopodal con perturbaciones	3 x 30 s	Mayor dificultad
Funcional	Step-down + carga	3 x 10 reps	Control excéntrico
Complementario	Trabajo de glúteo medio con carga	3 x 12–15 reps	Estabilidad pélvica

EJEMPLO DE SESIÓN TIPO – FASE FINAL (SEMANAS 7–8)

Objetivo de ejercicio	Ejercicio	Dosificación	Indicaciones
Analgésico	Isométricos (si hay molestias)	2 x 30 s	Opcional
Principal	Elevación de talón unilateral con carga	3 x 8–10 reps	Alta intensidad
Funcional	Saltos bipodales / skipping	3 x 8–10 reps	Introducción progresiva
Pliometría	Saltos a cajón bajos	3 x 6–8 reps	Control de la caída
Control motor	Equilibrio dinámico	3 x 30 s	Transferencia a carrera
Complementario	Abducción de cadera con resistencia	3 x 12–15 reps	Control del gesto deportivo

Nota. Elaboración propia

Anexo 13

Estructura de cada sesión

Tipo	Ejercicio	Objetivo
Analgésico	Isométricos tríceps sural	Disminución del dolor
Principal	Elevaciones de talón + trabajo excéntrico	Carga específica del tendón
Movilidad	Estiramientos tríceps sural	Mejora del rango de dorsiflexión
Control motor	Estabilidad monopodal	Control neuromuscular
Funcional	Step-ups / descenso controlado	Transferencia a la marcha/carrera
Complementario	Trabajo de glúteo medio (abducciones)	Mejora del control dinámico del miembro inferior

Nota. Elaboración propia

Anexo 14

Tratamientos de terapia manual

TÉCNICAS	LUGAR	OBJETIVO	APLICACIÓN	DURACIÓN
Liberación miofascial	Tríceps sural	Disminuir dolor	Presión sostenida y deslizamiento lento	5-7 MIN
Masaje profundo	Tendón de Aquiles	Mejora tisular	Fricción longitudinal controlada	5MIN
Movilización de tobillo pasiva	Articulación tibioperoneoastragalina	Aumentar ROM	Movilizaciones pasivas con ritmo lento	5-8MIN

Nota. Elaboración propia

Anexo 15

Diario de entrenamiento

HOJA DE SEGUIMIENTO SEMANAL

Código del participante: _____
Grupo: □ ET □ ET + TM

SEGUIMIENTO SEMANAL DE LA INTERVENCIÓN (8 SEMANAS)

Semana	Sesiones realizadas (0-3)	Dolor medio (EVA 0–10)	Cumplimiento (%)	Incidencias / Observaciones
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

INSTRUCCIONES

- **Sesiones realizadas:** número de sesiones completadas cada semana (máximo 3).
- **Dolor medio:** valor medio semanal percibido por el participante (EVA 0–10).
- **Cumplimiento:** porcentaje de cumplimiento del programa (0–100%).
- **Incidencias:** anotar molestias, abandono de sesiones, cambios o cualquier evento relevante.

Nota: Esta hoja permitirá evaluar la adherencia al tratamiento y la evolución del dolor durante la intervención.

Nota. Elaboración propia

Anexo 16

Cronología del estudio completo

Fase	Semana	Intervención principal	Objetivo
Evaluación inicial	Semana 0	Medición de variables (EVA, VISA-A, WBLT, fuerza, resistencia, calidad de vida)	Establecer valores basales
Fase 1	Semanas 1–2	Ejercicio isométrico + carga bilateral	Disminución del dolor y adaptación inicial
Fase 2	Semanas 3–4	Introducción del trabajo excéntrico + unilateral asistido	Adaptación progresiva del tendón
Fase 3	Semanas 5–6	Carga unilateral + aumento de intensidad	Mejora de fuerza y capacidad funcional
Fase 4	Semanas 7–8	Carga alta + pliometría ligera	Preparación para retorno a la actividad
Evaluación final	Semana 9	Reevaluación de variables	Análisis de resultados

Nota. Elaboración propia

Anexo 17

Hoja de registro de datos

HOJA DE RECOGIDA DE DATOS: PRE - POST

Código del participante: _____
Grupo: □ ET □ ET + TM
Edad: _____ **Sexo:** _____
Tiempo de evolución (meses): _____

EVALUACIÓN PRE-INTERVENCIÓN

VARIABLE	VALOR
EVA (dolor 0–10)	
VISA-A (0–100)	
WBLT (cm o grados)	
Fuerza tríceps sural (N)	
Heel Rise Test (repeticiones)	
EQ-5D-5L (índice)	

EVALUACIÓN POST-INTERVENCIÓN (8 semanas)

VARIABLE	VALOR
EVA (dolor 0–10)	
VISA-A (0–100)	
WBLT (cm o grados)	
Fuerza tríceps sural (N)	
Heel Rise Test (repeticiones)	
EQ-5D-5L (índice)	

OBSERVACIONES DEL EVALUADOR

Nota: Las mediciones serán realizadas por un evaluador cegado a la asignación de los participantes.

Nota. Elaboración propia

Anexo 18

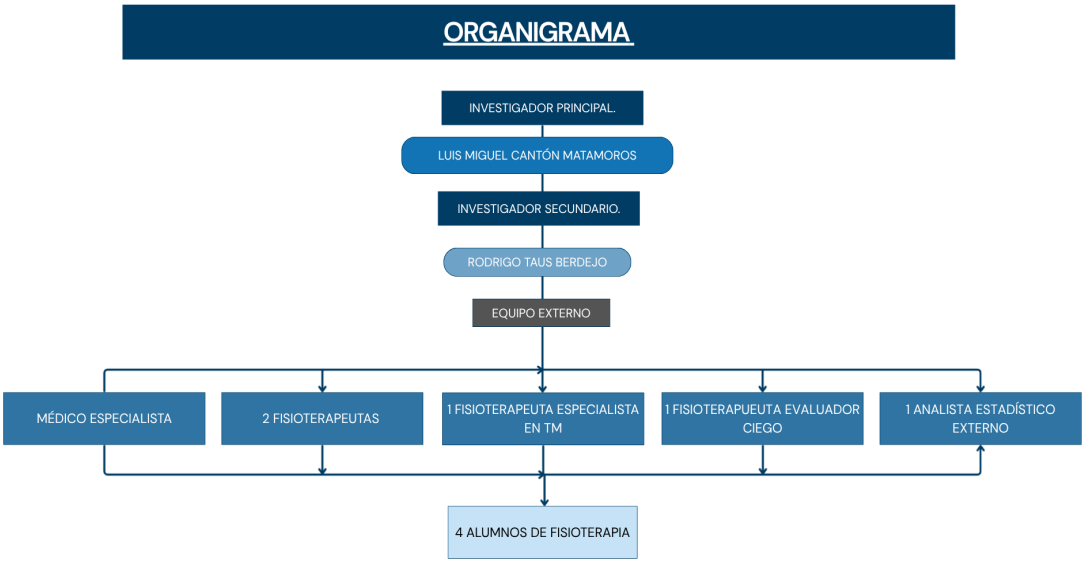
Cronograma del plan de trabajo

Actividad	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16
Diseño del protocolo	X	X														
Aprobación ética	X	X														
Preparación materiales		X														
Reclutamiento			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Evaluación inicial (semana 0)			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Intervención (8 semanas)			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Evaluación final (semana 9)					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Análisis estadístico														X	X	
Interpretación resultados														X	X	
Redacción informe															X	X
Revisión																X

Nota. Elaboración propia.

Anexo 19

Organigrama del estudio



Nota. Elaboración propia