

# **COMPARATIVA DE LOS EFECTOS DEL PROTOCOLO DE ALFREDSON CON Y SIN ENTRENAMIENTO ESPECÍFICO DE CARRERA EN CORREDORES POPULARES CON TENDINOPATÍA AQUÍLEA**

**6º CURSO**

**FACULTAD CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD  
FÍSICA Y EL DEPORTE**



Realizado por: Carlos Basas Vicente

Nº Expediente:

Grupo TFG: Mix 61

Año Académico: 2021-2022

Tutor/a: Olga Barceló Guido

Área: Diseño de un estudio experimental

## **RESUMEN**

El presente diseño de estudio pretende comparar la respuesta que experimentan corredores populares con tendinopatía aquílea al protocolo de Alfredson con y sin entrenamiento específico de carrera. Los sujetos que compondrán la muestra serán participantes de la Maratón de Madrid de 2022 captados en el momento en el que gestionen su inscripción. Los criterios de inclusión requeridos para participar en el estudio serán padecer dolor en el Tendón de Aquiles de 3 o más meses de evolución con una percepción del mismo de, al menos, un 2/10 según la escala EVA, edad entre 18 y 55 años y correr con una frecuencia mínima de 3 veces por semana. Las variables que se medirán serán el dolor, la funcionalidad, los cambios morfológicos del tendón y el grado de satisfacción con el tratamiento realizado. La muestra resultante será dividida en 2 grupos para realizar un tratamiento de 12 semanas: uno realizará el protocolo de Alfredson y el otro combinará dicho protocolo con entrenamiento específico de carrera. Tras este tiempo habrá acabado el periodo de intervención y los corredores dejarán de realizar los ejercicios, continuando con sus entrenamientos con normalidad. Se realizarán 4 valoraciones cada 3 meses, coincidiendo la última de ellas con la Maratón de 2023.

## **ABSTRACT**

This study design aims to compare the response experienced by popular runners with Achilles tendinopathy to the Alfredson protocol with specific running training and without it. The study sample will be participants in the 2022 Madrid Marathon who will be recruited at the registration time. The inclusion criteria will be suffering pain in the Achilles Tendon of 3 or more months of evolution with 2/10 points of perception according to the VAS scale, age between 18 and 55 years and run at least 3 times a week. The variables that will be measured will be pain, functionality, morphological changes of the tendon and satisfactions' degree with the treatment performed. There will be 2 groups to carry out a 12-week treatment: one will carry out the Alfredson protocol and the other will combine this protocol with specific race training. After this time the runners will stop performing the treatment exercises, continuing with their normal training. Four assessments will be carried out every 3 months, the last one coinciding with the 2023 Marathon.

# ÍNDICE

1. Introducción .....	5
1.1 Anatomía del tendón de Aquiles .....	5
1.1.1 Estructura del tendón .....	6
1.1.2 Vascularización .....	10
1.1.3 Inervación.....	11
1.2 Biomecánica del tendón de Aquiles.....	12
1.3 Tendinopatía aquílea .....	15
1.3.1 Concepto.....	15
1.3.2 Etiopatogenia .....	16
1.3.3 Epidemiología de la tendinopatía aquílea .....	19
1.3.4 Tratamientos .....	21
2. Justificación .....	25
3. Objetivos e hipótesis del estudio.....	26
4. Metodología .....	27
4.1 Diseño.....	27
4.2 Muestra y formación de grupos .....	28
4.3 Variables y material de medida.....	30
4.4 Procedimiento.....	32
4.5 Análisis de datos.....	42
5. Equipo Investigador .....	42
6. Viabilidad del estudio .....	44
7. Referencias Bibliográficas.....	46
8. Anexos .....	54
8.1 Anexo I.....	54
8.2 Anexo II.....	55
8.3 Anexo III.....	56

8.4 Anexo IV .....	57
8.5 Anexo V .....	58
8.6 Anexo VI .....	59
8.7 Anexo VII .....	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Partes del tendón</i> .....	5
Figura 2. <i>Músculos gastrocnemios y sóleo</i> .....	6
Figura 3. <i>Bursas de la región posterior del pie</i> .....	10
Figura 4. <i>Curva tensión-deformación del tendón</i> .....	13
Figura 5. <i>Rango articular del tobillo</i> .....	14
Figura 6. <i>Modelo del continuum de la patología de tendón</i> .....	18
Figura 7. <i>Ejercicios excéntricos del protocolo de Alfredson</i> .....	35
Figura 8. <i>Algoritmo de Progresión en presencia de dolor</i> .....	37

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Tabla para ejemplificar el muestreo aleatorio estratificado</i> .....	29
Tabla 2. <i>Tabla resumen de los objetivos, variables y material de medida</i> .....	31
Tabla 3. <i>Programación 12 semanas del Protocolo B</i> .....	38
Tabla 4. <i>Participación del equipo investigador y su función en cada fase del estudio</i> .....	43

## 1. Introducción

### 1.1 Anatomía del tendón de Aquiles

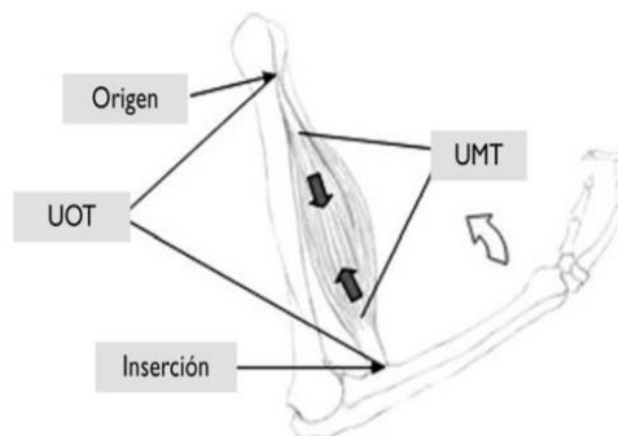
“Los tendones son estructuras anatómicas situadas entre el músculo y el hueso cuya función es transmitir la fuerza generada por el primero al segundo, dando lugar al movimiento articular” (Józsa y Kannus, 1997, p. 46).

Se identifican 3 partes dentro de la estructura de un tendón (figura 1):

- La unión miotendinosa (UMT) es la zona a través de la cual se une con el músculo.
- La unión osteotendinosa (UOT) corresponde con la porción que conecta con el tejido óseo.
- El cuerpo del tendón (CT) es la parte central del mismo comprendido entre las dos anteriores.

#### **Figura 1.**

*Partes del tendón.*



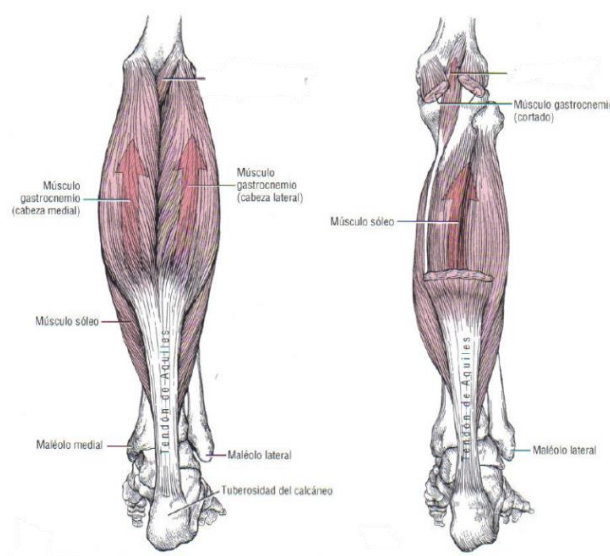
*Nota.* Recuperado de *Anatomy, physiology and pathology* (p. 46), por Józsa, L. y Kannus, P., 1997, Ed. Human Kinetics.

“El **tendón de Aquiles** es la estructura tendinosa más fuerte y más larga del cuerpo humano” (Freedman et al., 2014, p. 245). Se forma por la

agrupación de los músculos gastrocnemios y sóleo, que en conjunto forman el denominado tríceps sural (figura 2), principal responsable de la flexión plantar de tobillo (Neuman, 2002, p. 522; O'Brien, 2005).

## Figura 2.

*Músculos gastrocnemios y sóleo.*



*Nota.* Recuperado de *Kinesiology of the musculoskeletal system* (p. 522), por Neuman, D., 2002, Ed. Paidotribo.

Estos músculos se unen entre sí en su extremo distal formando la UMT, a través de la cual conectan con el cuerpo del tendón. La porción tendinosa distal, mediante la UOT, se inserta en la parte postero-superior del hueso calcáneo.

### 1.1.1 Estructura del tendón

La clasificación de la estructura del tendón debe abordarse atendiendo a los elementos intratendinosos (aquellos que componen el tendón) y a los elementos extratendinosos (estructuras que rodean el tendón cuya función es protegerlo y mejorar sus funciones).

### *Elementos Intratendinosos*

Los elementos intratendinosos son aquellos que conforman la estructura del tendón, lo hacen a través de una organización jerárquica compleja (Kannus, 2000). Se diferencian las células y la matriz extracelular.

#### **Células**

El 90-95% de los elementos celulares que componen el tendón son los tenoblastos y los tenocitos. El 5-10% restante incluye células sinoviales, condrocitos y células vasculares. Durante un proceso patológico, el tendón puede contener células inflamatorias como macrófagos (Kannus, 2000).

- Tenoblastos: Son células inmaduras encargadas de producir los componentes de la matriz extracelular (colágeno y elastina).
- Tenocitos: Su función principal consiste en fabricar los componentes extracelulares del tendón.
- Macrófagos: Se encargan de eliminar células muertas, bacterias y partículas extrañas; además generan respuesta inflamatoria.

#### **Matriz extracelular**

Consiste en una red tridimensional formada por proteoglicanos y agua en la que están contenidas diferentes proteínas. Es el elemento que mayor volumen ocupa en el tendón y le proporciona las propiedades mecánicas características. Sus componentes son:

- Colágeno: Proteína que proporciona resistencia a la tracción. Hay 13 tipos de proteínas de colágeno descritas y en el tendón se encuentran presentes los tipos I (en mayor medida) y los II, III, V y XI (en menor cantidad). Esta proteína forma miofibrillas, fibrillas y fibras, las cuales constituyen fascículos. Los fascículos se unen para formar haces rodeados por el endotenon, que es una estructura de tejido conectivo dispuesto en forma de malla rico en elastina que mantiene unidos los haces y permite el movimiento de los mismos entre sí.

- Elastina: Proteína que proporciona cualidades elásticas al tendón. Consta de un núcleo en forma de moléculas de tropoelastina conectadas a un andamio microfibrilar. Las fibras de elastina pueden estirarse y contraerse y están ubicadas tanto a lo largo de la superficie de las fibras de colágeno como dentro de su red, lo que permite la reparación del tejido después de la deformación (Henninger, 2013).

El contenido en colágeno representa aproximadamente un 65-80% y la elastina en torno a un 1-2% de la masa seca del tendón (O'Brien, 1997).

El **tendón de Aquiles** presenta una estructura jerárquica compuesta por haces paralelos principalmente de colágeno tipo I, que le otorga resistencia al estiramiento y tipos III y V en menor medida. La función principal del tipo III es garantizar la resistencia a la tracción. El colágeno tipo V forma el núcleo de las fibrillas de colágeno tipo I y participa en la regulación del diámetro de las fibras (Waggett et al., 1998).

El tamaño medio de las fibras de colágeno que presenta es de unos 60 nm de longitud y varían de 30 a 130 nm de diámetro. (O'Brien, 2005).

Se cree que la elastina que presenta, además de las propiedades elásticas, proporciona cualidades mecánicas, a pesar de que solo representa aproximadamente el 1% de su peso total (Henninger et al., 2013).

Además de las proteínas, los proteoglicanos (PGs) constituyen también una gran parte de la composición del tendón de Aquiles (Waggett et al., 1998).

### *Elementos Extratendinosos*

Hay diferentes tipos de estructuras que rodean al tendón y juegan un papel fundamental en su protección y correcto funcionamiento. Ippolito y Postacchini (1986) clasifican estas estructuras en cinco categorías:

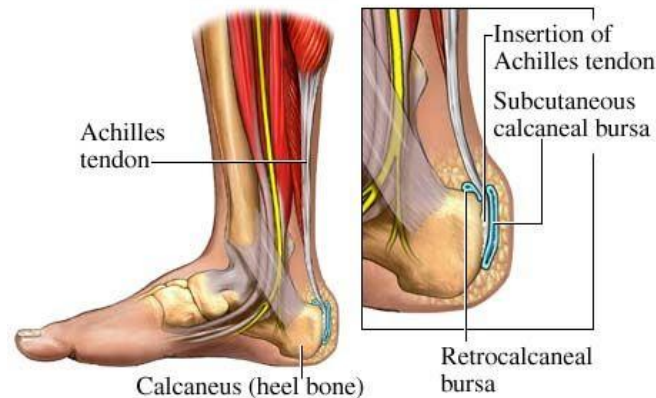


- Vainas fibrosas: Son canales a través de los cuales deslizan los tendones (generalmente largos en tamaño). Su función es disminuir la fricción del tendón con las estructuras por las que pasa (Józsa y Kannus, 1997).
- Poleas de reflexión: Son refuerzos anatómicos de las vainas fibrosas localizados en zonas donde los tendones sufren cambios de dirección. Su función es mantener el tendón dentro de su “cama deslizante” (Ippolito y Postacchini, 1986).
- Vainas sinoviales: Son estructuras en forma de “túnel” por donde se introducen los tendones. Se componen de dos capas, las cuales contienen fluidos que mejoran la lubricación (Józsa y Kannus, 1997).
- Paratendón: Es una estructura que se presenta en zonas donde no hay membrana sinovial. Es una capa membranosa que abraza el tendón, constituyendo una envoltura sobre el propio tejido. Su función también va destinada a la mejora de la fricción entre tejidos, permitiendo así una mejor movilidad (Józsa y Kannus, 1997).
- Bursas: Son membranas acopladas sobre una superficie ósea que contienen líquido. Su función es la de disminuir la fricción del tendón con el hueso. Cuando la fricción es excesiva o sufren algún tipo de perturbación responden aumentando su volumen.

El **tendón de Aquiles** es un tendón sin vaina sinovial, protegido por un paratendón bien identificado con membranas de deslizamiento delgadas. En su inserción en el calcáneo presenta dos bursas (retrocalcánea y calcánea subcutánea o retroaquilea); (figura 3) que lo protegen de la fricción con la parte postero-superior del calcáneo (Józsa y Kannus, 1997).

### Figura 3.

*Bursas de la región posterior del pie.*



*Nota.* Adaptado de *Tendón de Aquiles*, 2020, Fisioonline (<https://www.fisioterapia-online.com/>).

#### 1.1.2 Vascularización

En cuanto a la vascularización del tendón, el riego sanguíneo que presentan es variable y, por lo general, se divide de forma diferente en cada una de las regiones (UMT, UOT, CT). Los vasos sanguíneos que llegan al tendón proceden del perimio muscular (Clark et al., 2000).

Estos vasos presentan un calibre más pequeño en el CT que en otras zonas; es por ello que se conforma así una zona delicada en caso de lesión (O'Brien, 2005).

La UMT recibe el aporte vascular principalmente del perimio muscular (Józsa y Kannus, 1997, p. 81).

Los vasos que irrigan la UOT, irrigan el tercio inferior del tendón (O'Brien, 2005).

El **tendón de Aquiles** recibe aporte vascular en la UMT y en el CT principalmente. El riego sanguíneo que presenta consiste principalmente en arterias longitudinales que recorren su totalidad. El área que presenta menor vascularización se ubica de 2 cm a 6 cm por encima de su inserción en el calcáneo (Carr y Norris, 1989).

El suministro de sangre a la unión músculo-tendinosa proviene de los vasos superficiales de los tejidos circundantes.

El principal suministro de sangre a la porción media del tendón es a través del paratendón. Los vasos sanguíneos procedentes de esta estructura se acoplan transversalmente al tendón y se ramifican y adoptan finalmente una posición longitudinal a lo largo del tendón.

Józsa y Kannus (1997), de acuerdo con Edwards (1946), expresan que la UOT no es una zona de importante entrada de sangre en el Tendón de Aquiles.

### 1.1.3 Inervación

La inervación de los tendones procede principalmente de los músculos adyacentes. Los nervios cercanos a la estructura y algunos elementos extratendinosos también colaboran formando pequeños plexos nerviosos que se introducen en el tendón penetrando cerca de la UMT (Stilwell, 1957).

Se diferencian cuatro categorías en las que se agrupan estas terminaciones:

- Tipo I o corpúsculos de Ruffini. Detectan y reaccionan ante los cambios de presión de forma lenta.
- Tipo II o corpúsculos de Paccini. Reaccionan ante cualquier tipo de movimiento, pero se activan rápidamente.
- Tipo III u órganos tendinosos de Golgi. Son mecanorreceptores encargados de dar información respecto a la elongación de las fibras tendinosas y actúan inhibiendo la musculatura agonista en caso de tensión excesiva del tendón.
- Tipo IV. Son terminaciones libres encargadas de recoger información nociceptiva.

El **tendón de Aquiles** es inervado tanto por nervios de los músculos adherentes como por plexos procedentes de nervios periféricos y del

paratendón. Estos últimos penetran en el epitenon y anastomosan con los procedentes de los músculos (Ippolito y Postacchini, 1986).

Los nervios intramusculares terminan en la UMT dando lugar a muchas terminaciones de Ruffini. Los pequeños fascículos de los nervios cutáneos, especialmente el nervio sural, suministran fibras tanto pequeñas como grandes a la superficie. Las fibras pequeñas superan en número a las más grandes alrededor de 4 a 1 (Stilwell, 1957).

## 1.2 Biomecánica del tendón de Aquiles

La función principal de los tendones es la de transmitir la fuerza generada por el músculo al hueso, activando así el movimiento de las articulaciones y de las extremidades (Józsa y Kannus, 1997, p. 98).

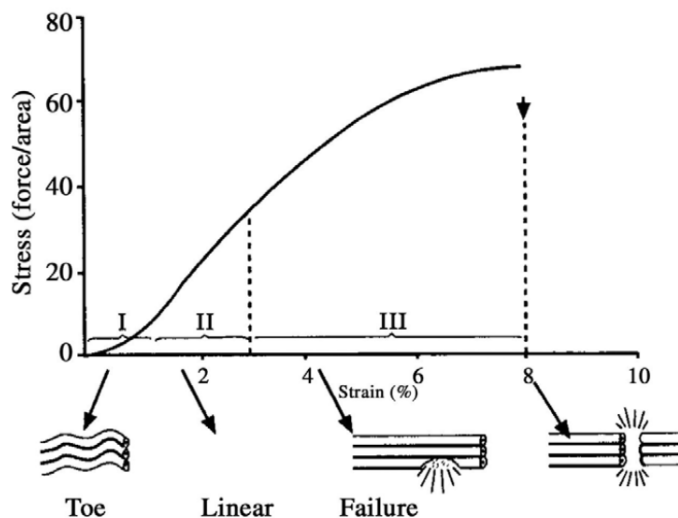
Debido a su estructura y composición jerárquica única, los tendones poseen propiedades biomecánicas características, incluyendo alta resistencia mecánica, plasticidad y viscoelasticidad, que les confieren habilidades únicas que les permiten transportar y transmitir cargas mecánicas (fuerzas musculares) de manera efectiva (Wang et al., 2012).

La fuerza que es capaz de soportar y generar el tendón depende directamente de su grosor y de su contenido en colágeno, independientemente de la tensión máxima que puede ejercer el músculo (Jurado y Medina, 2014, p. 44).

Los tendones responden mecánicamente cuando su estructura se ve modificada como resultado a la alteración de las condiciones de carga (figura 4). En general, los estímulos que produce la carga mecánica sobre el tendón son beneficiosos a niveles fisiológicos; sin embargo, la carga excesiva o el desuso son perjudiciales para esta estructura (Wang et al., 2012).

**Figura 4.**

*Curva tensión-deformación del tendón.*



*Nota.* Recuperado de *Reliability of functional knee tests in normal athletes*, por Risberg, M, A. et al., 1995.

En la curva tensión-deformación del tendón de la figura 4 se aprecian tres zonas:

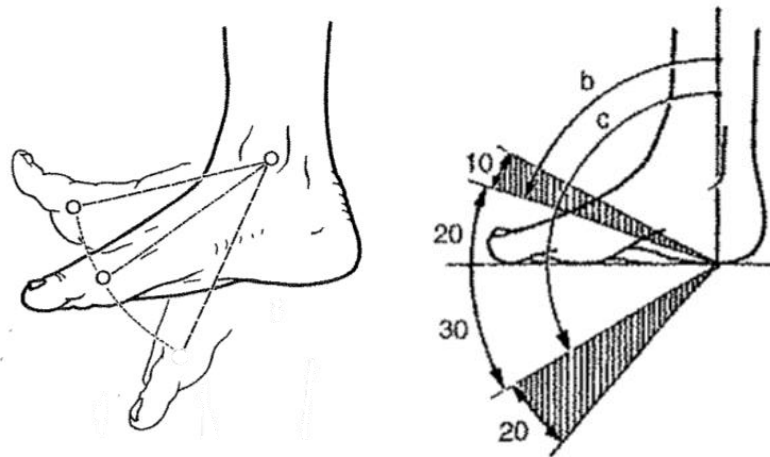
- Zona I: Región Basal. Las fibras no están completamente extendidas pese a que el tendón ha empezado a experimentar tensión.
- Zona II: Zona Lineal. Comienza a aumentar la deformación proporcionalmente a la tensión. Las fibras se extienden hasta alcanzar su elongación total. El tendón puede estirarse hasta un 4% antes de sufrir daños (O'Brien, 2005).
- Zona III: Zona Plástica. Comienza la ruptura de las fibras hasta que se llega al colapso (en torno al 8%) y se produce la ruptura completa del tendón.

El **tendón de Aquiles** transfiere la tensión del tríceps sural al calcáneo para realizar la flexión plantar del tobillo o extensión. Esta acción se produce cuando el dorso del pie se aleja de la cara anterior de la pierna. Cuenta con un rango articular de 30° a 50° desde la posición neutra del

tobillo y de  $50^{\circ}$  a  $80^{\circ}$  en caso de partir de una flexión dorsal máxima (figura 5). La posición neutra o de referencia de esta articulación es aquella en la que la planta del pie está posicionada perpendicularmente al eje longitudinal de la pierna (Kapandji, 2012, p. 163).

### Figura 5.

*Rango articular del tobillo.*



*Nota.* Recuperado de *Fisiología Articular* (6ª ed., Vol. 2, p. 163), por Kapandji, A. I., 2012, Ed. Panamericana.

El tendón de Aquiles está sometido a las cargas más altas en el organismo. Tiene una longitud de unos 150 mm, un grosor de 5 a 7 mm y un ancho de aproximadamente 20 mm (O'Brien, 2005, p. 225).

Las actividades de la vida diaria y deportivas someten a este tendón a altos grados de estrés generalmente por tracción, por ello, es esencial una buena respuesta mecánica del mismo para evitar su afectación.

En el patrón de carrera de larga distancia, el tendón de Aquiles realiza trabajo mecánico en la fase de apoyo; desde el momento en que el talón contacta con el suelo hasta el despegue del antepié. El tobillo comienza a realizar dorsiflexión cuando se produce la pisada hasta llegar a los  $20^{\circ}$  (Dicharry, 2010) y los flexores plantares de tobillo se contraen excéntricamente durante ese movimiento para ayudar a absorber el impacto (Reber y Pink, 1993). A partir de ese momento comienza la flexión

plantar y el consecuente impulso por parte del tríceps sural hasta que se produce el despegue.

Las propiedades elásticas del tendón aquileo cambian a medida que se envejece, incluida una disminución del grosor y un aumento de la rigidez (O'Brien et al., 2010).

### 1.3 Tendinopatía aquilea

#### 1.3.1 Concepto

“Hay una gran confusión en la literatura para denominar y clasificar las tendinopatías, encontrándose numerosos términos para describir la patología tendinosa” (Basas, 2017, p. 58).

Siguiendo la clasificación de Józsa y Kannus (1997), se diferencian las siguientes patologías:

- Tendinitis: Hace referencia a la patología que cursa con inflamación por parte del tendón.
- Tendinosis: Proceso degenerativo.
- Peritendinitis: Inflamación del tejido que rodea al tendón.
- Tenosinovitis: Proceso inflamatorio que afecta a las vainas sinoviales.
- Entesitis: Afectación de la porción osteotendinosa causada por estrés mecánico.

Hoy en día se acuña el término “tendinopatía” al dolor persistente en el tendón relacionado con la carga mecánica, siendo “**tendinopatía aquilea**” el término preferido por los expertos para definir el dolor y pérdida de función del tendón de Aquiles (Scott et al., 2019). Para diferenciar el estadio de la patología actualmente se distinguen tres estados tisulares (Cook et al., 2017).

- Tendinopatía reactiva: Patología aguda, normalmente de corta evolución que, de acuerdo con la mayoría de autores, engloba un proceso inflamatorio (correspondería con una tendinitis).
- Tendón desestructurado: Es el resultado del fracaso en la recuperación de un tendón reactivo que cuenta con una mayor desorganización de la matriz celular. Corresponde a la fase intermedia entre un tendón reactivo y tendón degenerado.
- Tendinopatía degenerativa: Patología crónica, generalmente de larga evolución, que aparece debido a la progresión en la desorganización de la estructura intratendinosa (correspondería con una tendinosis).

### 1.3.2 Etiopatogenia

#### *Etiología*

Las causas y los mecanismos de producción de la tendinopatía aquilea siguen sin estar claros (Longo et al., 2018), aunque varios estudios lo relacionan con una mala gestión de la carga.

Algunos individuos son más susceptibles para desarrollar tendinopatías que otros y es posible que la interacción entre varios factores intrínsecos y extrínsecos afecten al tendón, incrementando la probabilidad de padecer la patología (Magra y Maffulli, 2008; Magnan et al., 2014).

#### **Factores extrínsecos**

Hacen referencia a los sucesos que rodean al deportista sin que dependan directamente de su organismo.

- Carga (Volumen y frecuencia de entrenamiento): Es el factor más común para desencadenar la tendinopatía. En (1989), Kannus et al. ya describieron una relación directa entre el rápido aumento del kilometraje y la aparición de TA. Esto explica que, sin una progresión paulatina en las



distancias de carrera, el aumento de kilómetros de forma brusca supone un gran factor de riesgo para la aparición de esta patología.

En (2002), Wong et al., publican que en el 60-80% de los corredores existen errores a la hora de entrenar; tales como la falta de calentamiento previo o aumentos repentinos en la intensidad o duración del entrenamiento.

En (2013), Visnes y Bahr describen la correlación entre el incremento del volumen y la frecuencia de entrenamiento con el inicio del dolor.

Y en (2017), Cook et al. demuestran que una carga excesiva o “no óptima” sobre el tendón provoca cambios estructurales que dañan el mismo, dando lugar a los tres estados tisulares si esta carga excesiva se mantiene (figura 6).

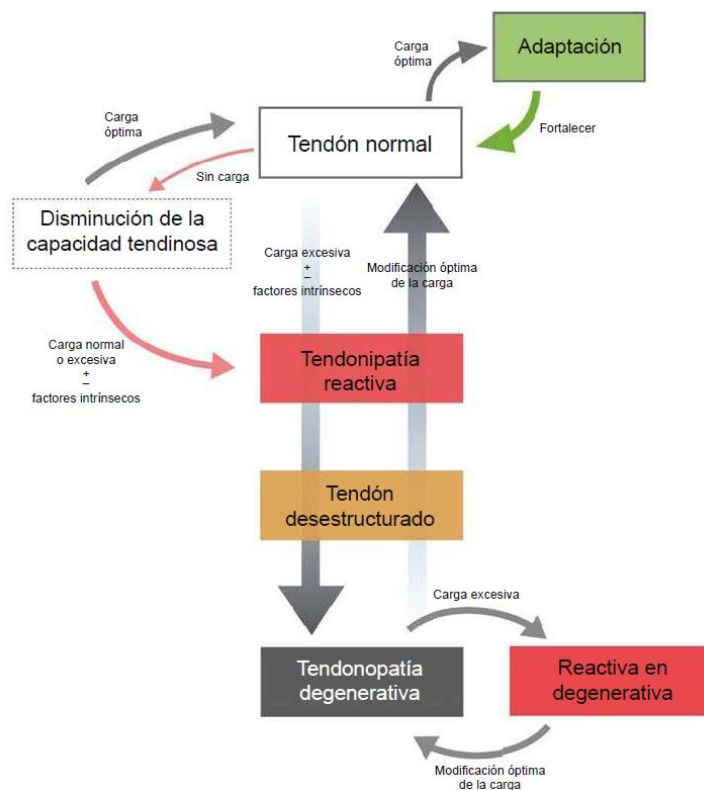
Como se puede apreciar, este factor ha sido y sigue siendo uno de los más estudiados como responsable de TA y, el hecho de que hayan pasado más de 30 años de la primera publicación hablando de ello y se siga considerando como principal desencadenante de esta patología, abre un debate acerca de si realmente se está poniendo especial interés en mejorar los hábitos de entrenamiento para solucionarlo.

- Cambios de superficie de entrenamiento o calzado: Componen un factor de riesgo importante debido a que conllevan modificaciones en el comportamiento biomecánico del deportista y, cuando este está acostumbrado a unas características determinadas, dicho cambio puede ser precursor de una lesión (Ferreti, 1986).

- Medicamentos: Hay evidencia que demuestra que ciertas rupturas repentinas de tendones han sido provocadas tras el uso de antibióticos como fluoroquinolonas (McGarvey et al., 1996) y corticoesteroides (Van der Linden et al., 2003).

**Figura 6.**

*Modelo del continuum de la patología de tendón.*



*Nota.* Recuperado de *The continuum of tendon pathology: Current view and clinical implications*, por Cook et al., 2017.

### **Factores intrínsecos**

Son aquellos que dependen directamente del organismo del sujeto.

Maganaris et al. (2008) consideran como factores de riesgo intrínsecos la vascularización del tendón, la disfunción del gastrocnemio-sóleo, la edad, el sexo, el peso y la altura corporal, el pie cavo y la inestabilidad lateral del tobillo.

Por otro lado, tenemos los factores genéticos. Se ha encontrado que ciertas variantes genéticas pueden alterar la correcta metabolización del colágeno, directamente relacionado con la tendinopatía aquilea (Mokone et al., 2005).

### *Fisiopatología*

El tendón aquileo responde a los esfuerzos repetitivos de larga duración inflamándose y/o degenerándose. En casos de tendinopatía o rotura del tendón de Aquiles, los tenocitos producen mucho más colágeno tipo III y el tendón se vuelve menos resistente a las fuerzas de tracción (Doral et al., 2010).

Las lesiones en el tendón de Aquiles derivadas de la práctica deportiva ocurren con frecuencia (Schneider et al., 2006) y una gran parte de estas (30-50%) son causadas por sobreuso de las diferentes estructuras (Sobhani et al., 2012).

#### 1.3.3 Epidemiología de la tendinopatía aquilea

La tendinopatía del tendón de Aquiles es una lesión que afecta a un porcentaje significativo de la población. El mayor foco epidemiológico se encuentra entre los atletas, especialmente entre los que participan en deportes de carrera y salto (Sobhani et al., 2012; Janssen et al., 2018).

#### *Incidencia*

La incidencia de tendinopatía aquilea oscila entre 9'1 y 10'9 personas de cada 100 en la Práctica Médica general (Lopes et al., 2012) y la incidencia acumulada de por vida puede incluso aumentar a más del 50% en poblaciones activas específicas; como, por ejemplo, en corredores (de Jonge et al., 2011).

#### *Prevalencia*

La prevalencia de esta patología en población general varía entre 6'2 y 9'5 sujetos de cada 100; sin embargo, la prevalencia de TA en sujetos que realizan carreras de larga distancia oscila entre el 2% y el 18'5% (Lopes et al., 2012).

Estos datos demuestran el especial interés que hay que prestar a los corredores de distancias medias-largas, ya que constituyen el grupo poblacional que presenta una mayor tasa epidemiológica de TA. Aún así, estos resultados deben ser interpretados con mucha cautela, puesto que pueden variar en gran medida en función de los estudios seleccionados y de la población sobre la que se realizan.

### *Procedimientos diagnósticos*

Hoy día se dispone de diferentes medios diagnósticos. Siempre que se está en presencia de una patología de esta índole será necesario realizar una anamnesis exhaustiva para conocer la cronología y su causa. Podemos agrupar los procedimientos diagnósticos de la siguiente manera:

#### **Test Funcionales**

Existen test clínicos diagnósticos que valoran la estructura a través de su funcionalidad y sintomatología. Son fácilmente replicables y no requieren de recursos materiales.

- Número de saltos con una pierna que se es capaz de realizar sin dolor. Valora el nivel de funcionalidad del tendón entre 0-10 en relación a la cantidad de saltos. La aparición de dolor antes de realizar 10 saltos completos es indicativa de una posible afectación del tendón; cuanto más precoz el dolor, mayor disfuncionalidad y mayor afectación (Robinson et al., 2001).
- Tiempo que puede caminar sin dolor o antes de que aparezca. Este test ofrece gran información de la limitación que puede generar esta patología. La aparición de dolor con un ejercicio de tan bajo impacto es indicativa de una posible afectación tendinosa; cuanto más pronto aparezca el dolor mayor limitación y mayor será esta afectación.

## **Cuestionarios Diagnósticos**

Los cuestionarios subjetivos de dolor y sensibilidad pueden ser suficientes para llegar a un diagnóstico de tendinopatía aquilea (Hutchison et al., 2013). Son, junto con los test funcionales, los más utilizados en el día a día por su sencilla replicación.

- Cuestionario VISA-A: Es el cuestionario validado a nivel internacional para valorar esta patología (Robinson et al., 2001); (Anexo I). Consta de 8 preguntas que miden el nivel del dolor, la funcionalidad en la vida diaria y en la actividad deportiva (recoge los test funcionales reportados anteriormente). Ofrece un resultado de 0-100, donde 100 representa la puntuación perfecta y, por tanto, sin patología y 0 la situación patológica más limitante.
- Escala EVA: Es la forma más rápida y cómoda para valorar la percepción del dolor con una escala de 0-10 puntos o 0-100 dependiendo de los estudios (Downie et al., 1978); (Anexo II).

## **Pruebas de Imagen**

Es el método diagnóstico más eficaz para confirmar el estado del tendón con mayor precisión, pero no siempre son necesarias (Scott et al., 2019). Las dos pruebas de imagen utilizadas son:

- Ecografía: Utiliza ondas de sonido de alta frecuencia para producir imágenes de los tejidos sobre los que se aplica.
- Resonancia Magnética Nuclear (RMN): Es una prueba diagnóstica que utiliza un campo magnético para recrear imágenes detalladas de los diferentes órganos y tejidos del organismo.

### **1.3.4 Tratamientos**

A pesar del aumento de estudios en este campo, la mayoría de los tratamientos clínicos siguen basándose en terapias pasivas que no

desarrollan una mejor capacidad del tendón para tolerar cargas. Del mismo modo, muchos tratamientos se centran únicamente en la disminución del dolor, sacrificando la necesidad de optimización del tendón, del músculo y/o de la cadena cinética. Centrarse en la eliminación del dolor sin considerar los factores contribuyentes o los signos patognomónicos de la tendinopatía, derivará en una recurrencia del dolor (Cook et al., 2017).

A lo largo del estudio e investigación acerca de la TA se han propuesto gran variedad de tratamientos conservadores, pero ninguna terapia es universalmente aceptada a excepción del entrenamiento con ejercicio excéntrico (ECC) (Pavone et al., 2019). Se podrían diferenciar dos corrientes desde el punto de vista conservador: técnicas inhibitorias y técnicas adaptativas.

### *Técnicas inhibitorias*

El objetivo de estas técnicas se centra en disminuir la tensión y el dolor a la estructura lesionada. Se pueden dividir en dos tipos: técnicas inhibitorias no invasivas e invasivas.

### **Técnicas Inhibitorias No Invasivas**

Manejan la patología a través de intervenciones inhibitorias limitando el mecanismo de producción y relajando el sistema musculoesquelético. La principal es:

- **Terapia Manual:** Consiste en el abordaje de la patología a través de técnicas manuales como la movilización y/o la manipulación articular. Por sí sola no es una terapia muy efectiva para el tratamiento de esta patología, pero, al combinarla con ejercicio ECC, ayuda a obtener mejores resultados (Jayaseelan et al., 2017).

## **Técnicas Inhibitorias Invasivas**

Abordan la patología ocasionando cambios estructurales en los tejidos mediante técnicas transcutáneas para la aplicación de medios físicos tales como el calor, la electricidad o la propia estimulación mecánica. Las principales son:

- **Punción Seca:** Consiste en la eliminación de puntos dolorosos musculares a través de instrumental específico (agujas de punción seca) que se introducen en el tejido. Según Krey et al. (2015) existen beneficios de esta técnica en el abordaje de las tendinopatías gracias a los resultados informados por los pacientes. Sin embargo, Chaudhry (2017), en una revisión bibliográfica, afirma que los resultados obtenidos con punción seca en el abordaje de la TA no son apreciables. Por ello es necesario más pruebas de alta calidad para evaluar más a fondo el beneficio de la punción del tendón en el manejo de esta patología.
- **Electrolisis Percutánea:** Proceso químico que consiste en la aplicación de una corriente galvánica (a través de una aguja) en tejidos blandos. Esta técnica provoca la destrucción completa de las células dañadas por la degradación del colágeno, generando una respuesta inflamatoria para su reparación. El tejido destruido es metabolizado por el propio organismo a través de la fagocitosis inducida (Rodríguez y Mayordomo, 2017). Estos autores afirman que la evidencia acerca de la efectividad de esta técnica para el tratamiento de tendinopatías del tren inferior es limitada, pero parece haber una disminución del número de sesiones necesarias si se combina con la realización de ejercicio ECC.

### *Técnicas adaptativas*

Su objetivo es reforzar la estructura para adaptarla a las necesidades del paciente y al momento de lesión. Las principales son:

- Ejercicio Excéntrico: Existe gran evidencia acerca de su uso como método de tratamiento de la TA. La propuesta más reconocida es la de Hakan Alfredson (Alfredson et al., 1998), que desarrolla un protocolo de ejercicios ECC que, a día de hoy, supone el Gold Standard como técnica conservadora en el manejo de esta patología.
- Educación, control y gestión de la carga (Cardoso et al., 2019): Son propuestas que cada vez van adquiriendo un mayor peso en el manejo de diferentes patologías. Ayudan al paciente a crear adherencia al tratamiento, a mejorar su entendimiento y a aumentar la técnica y el control de los ejercicios.

“Es necesario diseñar protocolos de rehabilitación óptimos para mejorar la cicatrización del tendón mientras se reduce la formación de tejido cicatricial y las adherencias de los tendones” (Wang et al., 2012). Es por ello que la combinación de técnicas inhibitorias junto con técnicas adaptativas supondrá uno de los abordajes más completos para el tratamiento de la TA.

A pesar de que la Asociación Americana de Fisioterapia recomienda un tratamiento conservador como forma de tratamiento de la TA (Carcia et al., 2010), en ciertos casos es necesario una intervención quirúrgica para abordar la patología.



## 2. Justificación

El mundo del deporte, sobre todo el popular, ha experimentado un cambio de dirección radical desde el incremento de las carreras populares y retos cada vez más exigentes. Lamentablemente este cambio ha venido acompañado por un incremento y cronificación de las lesiones.

El carácter popular del deporte, que debería buscar la optimización del ejercicio en búsqueda de la salud, está convirtiéndose en competitivo y obsesivo, lo cual se traduce en un incremento exponencial de lesiones en el número de participantes.

Una de las lesiones con mayor incidencia en el corredor popular es la tendinopatía aquilea (Lopes et al., 2012), patología que en muchas ocasiones obliga al deportista a interrumpir los entrenamientos y/o la competición. La que parece ser una de las principales causas desencadenantes de esta patología es la mala dosificación de la carga de entrenamiento (Kannus et al., 1989; Wong et al., 2002; Visnes y Bahr, 2013; Cook et al., 2017). La carga ha sido y sigue siendo el factor de riesgo más estudiado durante los años; con más de 3 décadas respaldadas por estudios demostrando su repercusión directa, plantea dudas acerca de si realmente se está prestando especial atención en mejorar los hábitos de entrenamiento.

El protocolo de Alfredson es considerado el “Gold Standard” como tratamiento ECC para esta patología en población general; sin embargo, aún se desconoce si los efectos de este tratamiento alcanzarían los mismos resultados cuando se lleva a cabo con corredores populares de largas distancias o si sería necesario un entrenamiento específico de carrera para lograr el objetivo.

Este diseño de estudio conforma una propuesta para dar respuesta a esta pregunta y comprender si el protocolo de Alfredson conseguiría unos resultados óptimos en los corredores populares o si se requiere de un entrenamiento específico de carrera a través de una progresión paulatina de las distancias para que la TA no persista.

### 3. Objetivos e hipótesis del estudio

#### **Objetivo Principal**

- Comprobar los efectos del protocolo de Alfredson con y sin entrenamiento específico de carrera en corredores populares con tendinopatía aquilea en el dolor y la funcionalidad del tobillo.

#### **Objetivos Secundarios**

- Comprobar los efectos del protocolo de Alfredson con y sin entrenamiento específico de carrera en corredores populares con tendinopatía aquilea en la morfología del tendón.
- Comprobar los efectos del protocolo de Alfredson con y sin entrenamiento específico de carrera en corredores populares con tendinopatía aquilea en la satisfacción con la evolución de la patología.

#### **Hipótesis Principal**

- El nivel de dolor y funcionalidad, alterados en los corredores populares de larga distancia con tendinopatía aquilea, mejoran tras la aplicación del protocolo de Alfredson seguido de un entrenamiento específico de carrera.

#### **Hipótesis Secundarias**

- El protocolo de Alfredson seguido de un entrenamiento de carrera, mejora la morfología del tendón.
- El protocolo de Alfredson seguido de un entrenamiento de carrera, mejora la satisfacción con la evolución de la patología.

## 4. Metodología

### 4.1 Diseño

En el presente estudio se evaluará la respuesta de la tendinopatía aquilea al protocolo de Alfredson con y sin entrenamiento específico de carrera en corredores populares del Maratón de Madrid de abril de 2022.

Se llevará a cabo con la colaboración de la Universidad Europea de Madrid, que facilitará los instrumentos de medida y el personal necesario para poder desarrollarlo.

Los participantes en el estudio serán reclutados en la Feria del Corredor previa al Maratón. La recogida de datos comenzará durante la celebración de la Feria de 2022 y serán reevaluados cada 3 o 12 meses (según la variable a medir) hasta completar un año, coincidiendo con la celebración de la Feria del Corredor previa al Maratón de Madrid de 2023, momento en el que finalizará el estudio.

Por tanto, este trabajo de investigación corresponde a un estudio analítico, longitudinal, experimental y prospectivo de simple ciego.

- Analítico puesto que evalúa una relación causal entre un factor de riesgo y un efecto.
- Longitudinal debido a que las variables se recogen en tiempos diferentes.
- Experimental porque se asigna un factor de estudio y se controla a lo largo de la investigación.
- Prospectivo puesto que el inicio del mismo es anterior a los hechos estudiados.
- De simple ciego porque los examinadores no tendrán constancia del grupo al que pertenecen los sujetos. Estos serán codificados y solo tendrá conocimiento de la distribución entre los grupos el encargado de hacer la intervención.

## 4.2 Muestra y formación de grupos

### *Muestra*

La población que compondrá la muestra serán corredores populares de fondo con tendinopatía aquilea de al menos tres meses de evolución.

El tamaño muestral del estudio será amplio, teniendo en cuenta una previsible tasa de abandonos debido a la larga duración del estudio o por otras lesiones. Se prevé que el tamaño de la muestra rondará los 380 sujetos. Para obtener este dato se ha utilizado una calculadora de tamaño muestral de la plataforma SurveyMonkey (Surveymonkey.com, 2022) y se han introducido los datos teniendo en cuenta la participación en el Maratón de Madrid de 2021. El tamaño de la población seleccionado ha sido de 30.000 participantes, el nivel de confianza elegido ha sido del 95% y el margen de error de un 5%. Al ser una cantidad tan alta se planteará acotar el número de participantes a 300.

#### **Criterios de inclusión:**

- Corredores del Maratón de Madrid con tendinopatía aquilea de tres o más meses de evolución.
- Escala EVA > 2
- Edad entre 18 y 55 años.
- Correr con frecuencia; mínimo 3 veces por semana.

#### **Criterios de exclusión:**

- Padecer una patología asociada.
- Corredores de élite / alto nivel.
- Corredores que practican otro deporte de alto impacto de manera habitual.

La participación se realizará a través de un cuestionario que los corredores deberán rellenar de forma presencial u on-line que se les ofrecerá en el

momento que realicen la inscripción a la carrera en caso de que sea de su interés. En este cuestionario se recogerán las preguntas necesarias para validar los criterios de inclusión y obtener información relevante acerca de los participantes y su patología (Anexo III).

### Muestreo

Para la captación de la muestra se va a llevar a cabo un muestreo por conveniencia (no probabilístico), ya que la muestra solo se seleccionará sobre aquellos que quieran participar y no sobre todos los inscritos.

A continuación, se realizará un muestreo aleatorio estratificado por edad y sexo para homogeneizar la muestra tal como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1.**

*Tabla para ejemplificar el muestreo aleatorio estratificado.*

	Hombres	Mujeres
18-30	n	n
31-55	n	n

*Nota. Elaboración propia 2022.*

Posteriormente, de cada grupo se realizará una aleatorización simple para dividirlos en dos grupos de protocolo de tratamiento.

- Grupo A: Protocolo A: Protocolo de Alfredson.
- Grupo B: Protocolo B: Protocolo de Alfredson + Entrenamiento de carrera.

En este estudio no habrá grupo control, ya que los datos serán cotejados entre los propios sujetos a lo largo de su evolución. Se compararán los datos iniciales recogidos con los resultados obtenidos de cada uno de ellos y se hará una comparación de la evolución general de los sujetos entre los 2 grupos a lo largo de las valoraciones.

#### 4.3 Variables y material de medida

Para valorar el dolor y la funcionalidad (objetivo principal) se analizarán las siguientes variables en 5 momentos (T0: Feria del Corredor de 2022, T1: a los 3 meses, T2: a los 6 meses, T3: a los 9 meses y T4: a los 12 meses):

- Dolor: La medición de esta variable se realizará a través de la Escala EVA (Anexo II). Esta escala consiste en atribuir una puntuación numérica de 0 - 10 en función de la percepción dolorosa por parte del encuestado, siendo 0 la ausencia de dolor y 10 el máximo dolor percibido.
- Funcionalidad: La funcionalidad se medirá a través del Cuestionario VISA-A (Anexo I). Es un cuestionario validado a nivel internacional que evalúa los síntomas y la funcionalidad del tendón de Aquiles a través de una puntuación 0 - 100, donde los valores más próximos a 0 indican una mayor disfunción y mayor presencia de sintomatología, mientras que los más próximos a 100 indican un mejor estado y funcionalidad de la estructura.

Para valorar los cambios morfológicos del tendón (objetivo secundario 1) se realizará un examen ecográfico. Se utilizarán para ello dos ecógrafos portátiles modelo Mindray DP-10, de los cuales dispone la Universidad Europea y que permitirán su traslado de manera sencilla al lugar donde se van a recoger y reevaluar los datos. Se valorarán los hallazgos patológicos fundamentales descritos por Ventura (2010) como variables a medir. Serán analizados en 2 momentos (T0: Feria del Corredor de 2022 y T4: a los 12 meses):

- Ensanchamiento localizado: Se valorarán los diámetros tendinosos con herramientas de medida incluidas en el software del equipo para determinar la presencia o no de inflamación.
- Hipoecogenicidad: Son áreas donde las ondas emitidas por el equipo no devuelven la imagen debido a la presencia de líquido localizado.

- Estructura irregular de las fibras: La disposición desordenada de las fibras tendinosas denota una situación patológica el tendón.
- Neovasos: Se valorarán con una herramienta incluida en el software del equipo. La presencia de vasos sanguíneos dentro del tendón será indicativa de que se encuentra en un proceso de reparación.

Para valorar la satisfacción del paciente con el tratamiento (objetivo secundario 2), se analizará la siguiente variable en 4 momentos (T1: a los 3 meses, T2: a los 6 meses, T3: a los 9 meses y T4: a los 12 meses):

- Satisfacción del paciente con el programa: Para valorar este ítem se utilizará la “*Consumer Reports Effectiveness Scale*” (CRES-4), propuesta por Nielsen et al. (2004); (Anexo IV). Esta escala consta de 4 preguntas que valoran la satisfacción con el tratamiento, la solución del problema y la percepción de cambio emocional. Para interpretar los resultados de la CRES-4, se obtendrá una puntuación entre 0 - 300 puntos. Cuanto mayor es la puntuación total, mayor es la satisfacción del paciente y mejor el tratamiento.

Todas estas variables se recogen de forma resumida en la Tabla 2.

**Tabla 2.**

*Tabla resumen de los objetivos, variables y material de medida.*

OBJETIVO	VARIABLE	INSTRUMENTO DE VALORACIÓN
Principal (dolor y funcionalidad)	Dolor	Escala EVA
	Funcionalidad	Cuestionario VISA-A
Secundario 1 (morfología)	Diámetros	Ecógrafo
	Hipoecogenicidad	
	Hiperecogenicidad	
	Neovasos	
Secundario 2 (satisfacción)	Satisfacción con el tratamiento	Cuestionario CRES-4

*Nota. Elaboración propia 2022.*

#### 4.4 Procedimiento

Para el desarrollo del proyecto se ha seguido la declaración de Helsinki aprobada por la Asamblea Médica Mundial en 1964 (Anexo V) y el estudio deberá ser aprobado por el CEIm-Regional de la Comunidad de Madrid.

El procedimiento de este estudio se desarrollará en 10 fases:

##### *Fase 1: Captación*

La captación se realizará a través de un anuncio publicitario (Anexo VI) que aparecerá en el momento en el que los participantes se inscriban en el Maratón de Madrid. Para ello se creará un convenio de colaboración con la entidad gestora. En este anuncio se expondrán los criterios de inclusión necesarios para poder participar en el estudio; así como los excluyentes.

Como la inscripción al maratón se abre meses antes a su celebración de forma on-line, al destinatario que sea de su interés se le pedirá que facilite su correo para poder contactar con él cuando se inicie el proceso de selección.

##### *Fase 2: Selección*

El proceso de selección se llevará a cabo durante las dos semanas previas al desarrollo de la carrera en el que se contactará con los interesados por el correo electrónico facilitado anteriormente y se les enviará el cuestionario de participación con los criterios de inclusión y exclusión (Anexo III) y así comprobar si cumplen los criterios requeridos. Posteriormente se les citará en un “stand” publicitario colocado en la Feria del Corredor gracias al acuerdo de colaboración.



A todos aquellos, que no hayan facilitado su correo en el momento de la inscripción y estén interesados, se les pasará el cuestionario directamente en el “stand” de la Feria del Corredor.

Una vez que se haya comprobado el cumplimiento de los criterios para ser incluidos en el estudio, se les informará de los objetivos de la investigación y de los requisitos a cumplir y deberán completar y firmar un consentimiento informado por escrito (Anexo VII). La participación será voluntaria y podrán abandonar el estudio cuando lo estimen oportuno.

Los datos de los individuos serán tratados respetando la Ley Orgánica 15/1999 del 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.

### *Fase 3: Valoración Inicial (T0)*

Esta valoración se realizará en el “stand” de la Feria del Corredor y tiene como objetivo conocer los datos iniciales de los participantes respecto a su patología. Se valorarán las siguientes variables:

- Dolor (Escala EVA).
- Funcionalidad (Cuestionario VISA-A).
- Morfología del tendón (Análisis ecográfico).

Los participantes cumplimentarán los cuestionarios digitalmente en unas tablets preparadas para ello. Se resolverán las dudas que puedan surgir para así, en valoraciones posteriores, realizarlos online. Al finalizarlos, se procederá a realizar la ecografía para la evaluación morfológica del tendón.

Después de esto, todos los datos iniciales estarán recogidos y se procederá a realizar la asignación aleatoria de todos los participantes en cada uno de los grupos.

#### *Fase 4: Aleatorización de grupos*

En esta fase se distribuirá toda la muestra en cada uno de los 2 grupos establecidos tal y como se ha descrito en el apartado de “Muestreo”.

#### *Fase 5: Intervención*

**Protocolo A:** Protocolo de Alfredson (correspondiente al grupo A).

Este grupo realizará el protocolo de Alfredson como tratamiento para la tendinopatía aquilea tal y como viene descrito en la bibliografía.

Antes de comenzar con el tratamiento, se pedirá a los corredores que mantengan una semana de reposo deportivo como consecuencia del gran desgaste tras la Maratón. Después de este parón comenzará el protocolo de 12 semanas ininterrumpidas.

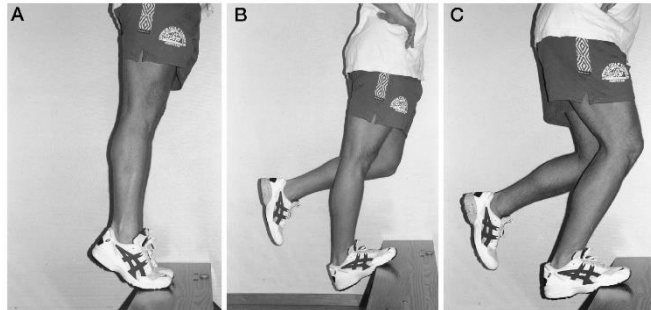
Para ello se instruirá a los pacientes para que realicen los ejercicios 2 veces al día, 7 días a la semana, durante las próximas 12 semanas. Se les enviará un vídeo explicativo con los ejercicios y con la adecuada técnica de ejecución.

Se utilizarán dos tipos de ejercicios excéntricos y monopodales (figura 7) de 15 repeticiones realizando 3 series de cada uno de ellos.

El paciente comienza desde una posición de flexión plantar y controla la bajada de forma lenta. Al terminar el recorrido, vuelve a la posición inicial ayudándose de la otra pierna; evitando el concéntrico (CCO) monopodal.

### Figura 7.

*Ejercicios excéntricos del protocolo de Alfredson.*



*Nota.* Recuperado de *Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis*, por Alfredson, H. et al., 1998.

- La posición de partida será con las 2 rodillas extendidas y flexión plantar de tobillo (A).
- Primer ejercicio: La musculatura se trabaja excéntricamente con la rodilla recta (B).
- Segundo ejercicio: La musculatura se trabaja excéntricamente con la rodilla flexionada (C). Esta modificación sirve para maximizar la activación del músculo sóleo.

Se informará a los pacientes que es normal padecer dolor muscular durante las primeras 1 o 2 semanas del inicio del protocolo. La indicación que se dará a los pacientes es que continúen adelante con el ejercicio incluso aunque aparezca dolor. Sin embargo, se recomienda que detengan el ejercicio si el dolor se vuelve incapacitante. Cuando puedan realizar el ejercicio ECC sin experimentar ningún dolor, será el momento de aumentar la carga añadiendo peso. Los autores no especifican cuanto, pero se recomendará que el incremento no sea brusco (no más de 3 kilos de golpe). Para ello puede usarse una mochila con botellas de agua.

Durante el régimen de entrenamiento de 12 semanas, se permite la actividad de carrera en caso de que se pueda realizar sin dolor o con leve molestia.

Cuando se completen los 3 meses de tratamiento ininterrumpido se considerará que el protocolo de Alfredson ha terminado y los corredores dejarán de hacer los ejercicios establecidos y continuarán con sus entrenamientos de forma normal.

**Protocolo B:** Protocolo de Alfredson + Entrenamiento de carrera (correspondiente al grupo B).

Este protocolo desarrolla un plan de tratamiento basado en la evidencia del protocolo de Alfredson unido a un entrenamiento de carrera específico con el que se propone modular la carga de entrenamiento de los corredores. Para atender a los posibles errores en el entrenamiento descritos como factor coadyuvante en la instauración y desarrollo de esta patología, se propone la realización de un buen calentamiento siempre antes de realizar la carrera. Este calentamiento estará formado por los ejercicios desarrollados en el protocolo de Alfredson.

Se les enseñará dicho protocolo a todos los sujetos incluidos en este grupo para que lo realicen cuando se les haya pautado. Del mismo modo que para el Grupo A, se enviará un vídeo explicativo de los ejercicios de Alfredson y, en este caso, se enviará también la planificación de los entrenamientos (Tabla 3).

- La primera semana tras la finalización del Maratón de Madrid se realizará reposo deportivo de carrera total.
- La segunda y tercera semana se mantendrá la pausa de carrera y se comenzará con el protocolo de Alfredson a días alternos.
- En la cuarta semana se iniciará el entrenamiento de carrera, el cual comenzará con una carga muy baja de entrenamiento (poco volumen de carrera) e irá aumentando a lo largo del desarrollo de las semanas, tal y como se muestra en la Tabla 3. En esta planificación se marcará el protocolo diario de los sujetos durante las primeras 12 semanas. El ritmo de la carrera durante esta adaptación será siempre muy cómodo, sin entrar

en fatiga alguna. En caso de experimentar algún dolor durante la carrera, se deberá seguir el algoritmo representado en la figura 8.

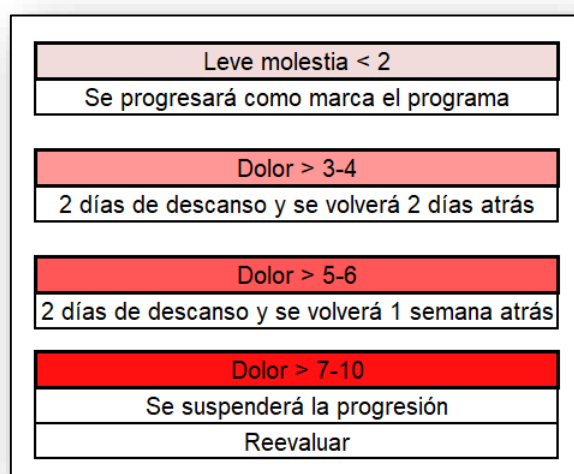
- A partir del día 26, se incrementarán 5 min de carrera diaria hasta acumular 45 min seguidos, manteniendo una semana completa este tiempo para seguir progresando. De igual forma se hará en la semana 10 y cada uno decidirá, según sus necesidades y objetivos, si entrenará 3 o 4 días a la semana, no entrenando nunca más de dos días seguidos hasta completar los 60 min, volumen que no debe alcanzarse antes de haber alcanzado la semana 12.

Se podrá incrementar, si se desea, un día más de entrenamiento a la semana, no entrenando nunca más de 3 días seguidos y ya se podrán pautar entrenamientos con cambios de ritmo para ir mejorando las capacidades de cada uno, según sus objetivos.

A partir de este momento, cada uno entrenará según sus criterios y objetivos, pero siempre calentando con los ejercicios de Alfredson.

### Figura 8.

*Algoritmo de Progresión en presencia de dolor.*



*Nota.* Este algoritmo representa el mecanismo de actuación en caso de padecer dolor durante la carrera pautada en la planificación. En función del dolor percibido, según la Escala EVA 0-10, se actuará de diferentes maneras, tal como se explican en el algoritmo. *Elaboración propia 2022.*

**Tabla 3.**

*Programación 12 semanas del Protocolo B.*

Semana 1	Descanso deportivo total
Semanas 2-3	Descanso deportivo. Ejercicios Alfredson a días alternos.

Protocolo de Alfredson  
 Ejercicios del Protocolo de Alfredson como calentamiento

	Día	Calentamiento	Series de carrera	Caminata entre series	Minutos de Carrera
Semana 4 (Reinicio carrera)	1	Protocolo Alfredson			
	2	P. Alfredson	30" + (3 x 1')	4 min	3:30 min
	3	<b>Descanso</b>			
	4	Protocolo Alfredson			
	5	P. Alfredson	30" + (4 x 1')	4 min	4:30 min
	6	Protocolo Alfredson			
	7	<b>Descanso</b>			
Semana 5	8	P. Alfredson	30" + (5 x 1')	4 min	5:30 min
	9	Protocolo Alfredson			
	10	P. Alfredson	30" + 1' + (4 x 2')	3 min	9:30 min
	11	<b>Descanso</b>			
	12	P. Alfredson	30" + 1' + 2' + (3 x 3')	2 min	12:30 min
	13	Protocolo Alfredson			
	14	<b>Descanso</b>			
Semana 6	15	P. Alfredson	30" + 1' + 2' + (3 x 3')	2 min	12:30 min
	16	Protocolo Alfredson			
	17	P. Alfredson	30" + 1' + 2' + 3' + (2 x 4')	2 min	14:30 min
	18	<b>Descanso</b>			
	19	P. Alfredson	30" + 1' + 2' + 3' + 4' + 5'	2 min	15:30 min
	20	Protocolo Alfredson			
	21	<b>Descanso</b>			
Semana 7	22	P. Alfredson	30" + 1' + 2' + 3' + 4' + 5'	2 min	15:30 min
	23	Protocolo Alfredson			
	24	P. Alfredson	30" + 1' + 5' + 10'	2 min	16:30 min
	25	<b>Descanso</b>			
	26	P. Alfredson	30" + 1' + 15'	2 min	16:30 min
	27	P. Alfredson	30" + 1' + 20'	2 min	21:30 min
	28	<b>Descanso</b>			

Semana 8	29	P. Alfredson	30" + 1' + 25'	2 min	26:30 min
	30	Protocolo Alfredson			
	31	P. Alfredson	30" + 1' + 30'	2 min	31:30 min
	32	Descanso			
	33	P. Alfredson	30" + 1' + 35'	2 min	36:30 min
	34	P. Alfredson	30" + 1' + 40'	2 min	41:30 min
	35	Descanso			
Semana 9	36	P. Alfredson	30" + 1' + 40'	2 min	41:30 min
	37	Protocolo Alfredson			
	38	P. Alfredson	30" + 1' + 45'	2 min	46:30 min
	39	Descanso			
	40	P. Alfredson	30" + 1' + 45'	2 min	46:30 min
	41	P. Alfredson	30" + 1' + 45'	2 min	46:30 min
	42	Descanso			
Semana 10	43	P. Alfredson	30" + 1' + 45'	2 min	46:30 min
	44	Protocolo Alfredson			
	45	P. Alfredson	30" + 1' + 50'	2 min	51:30 min
	46	Descanso			
	47	P. Alfredson	30" + 1' + 55'	2 min	56:30 min
	48	P. Alfredson	30" + 1' + 60'	2 min	61:30 min
	49	Descanso			
Semana 11	50	No superar los 60 min de rodaje. Máximo 5 días a la semana, no más de 3 días seguidos. Alternar según necesidades, entrenamientos de rodaje suave con otros con cambios de ritmo moderados.			
	51				
	52				
	53				
	54				
	55				
	56				
Semana 12	57-63	Entrenamiento con normalidad según objetivos			

*Nota.* La Tabla muestra la planificación de las primeras 12 semanas de tratamiento correspondientes al protocolo B. *Elaboración propia 2022.*

### *Fase 6: Valoración (T1)*

En el tercer mes y tras la realización de cada uno de los protocolos, se pasará a realizar la segunda valoración. En esta fase se valorarán las siguientes variables:

- Dolor (Escala EVA).
- Funcionalidad (Cuestionario VISA-A).
- Satisfacción con el tratamiento (Cuestionario CRES-4).

Esta valoración se realizará a través de los cuestionarios pertinentes que se rellenarán de forma on-line.

### *Fase 7: Valoración (T2)*

En el sexto mes se realizará una nueva valoración de las mismas variables:

- Dolor (Escala EVA).
- Funcionalidad (Cuestionario VISA-A).
- Satisfacción con el tratamiento (Cuestionario CRES-4).

Esta valoración se realizará a través de los cuestionarios pertinentes que se rellenarán de forma on-line.

### *Fase 8: Valoración (T3)*

En el noveno mes se realizará una nueva valoración de las mismas variables:

- Dolor (Escala EVA).
- Funcionalidad (Cuestionario VISA-A).
- Satisfacción con el tratamiento (Cuestionario CRES-4).

Esta valoración se realizará a través de los cuestionarios pertinentes que se rellenarán de forma on-line.



#### *Fase 9: Valoración (T4)*

En el mes 12 se contactará de nuevo con todos los participantes para realizar la última valoración. Se medirán las siguientes variables:

- Dolor (Escala EVA).
- Funcionalidad (Cuestionario VISA-A).
- Satisfacción con el tratamiento (Cuestionario CRES-4).
- Morfología del tendón (Análisis ecográfico).

Esta valoración se realizará a través de los cuestionarios pertinentes que se rellenarán de forma digital en unas “tablets” preparadas para ello en el “stand” de la Feria del Corredor de la Maratón de 2023. A continuación, se procederá a la valoración de la morfología del tendón con el ecógrafo.

Para aquellos que no se hayan inscrito en la maratón del 2023, se les dará un pase para la Feria del Corredor, de forma gratuita.

Con esta última valoración dará por concluido el proceso de obtención de datos y se dará paso a la fase final.

#### *Fase 10: Análisis de datos y valoración de resultados*

Constituye la última fase del estudio.

En este momento se procederá a analizar todos los datos recogidos en cada una de las valoraciones, se cotejarán con los datos iniciales obtenidos y se compararán ambos grupos.

Por último, se procederá a la valoración de los resultados finales.

#### 4.5 Análisis de datos

Para el análisis de los datos se empleará el programa SPSS 27.0 (9 de abril de 2019). Las diferencias entre los grupos de estudio serán analizadas mediante el test no paramétrico de la U de Mann-Whitney. Los datos se expresarán mediante la media  $\pm$  desviación estándar y los P-valor que sean inferiores a 0.05 serán considerados como estadísticamente significativos.

#### 5. Equipo Investigador

Para el desarrollo de este estudio será necesario la participación de personal cualificado que consiga cubrir todas las necesidades del proyecto. El equipo investigador requerido, formado por profesionales de la Universidad Europea, lo compondrán:

- Un doble graduado en Ciencias de la Actividad Física y Deporte y Fisioterapia para dirigir el proyecto [D].
- Dos especialistas en diagnóstico mediante ecografía [E1 + E2].
- Dos dobles graduados en Ciencias de la Actividad Física y Deporte y Fisioterapia para explicar los protocolos y estar pendientes de posibles dudas que puedan surgir respecto a los tratamientos y/o entrenamientos (uno de ellos puede ser el encargado de dirigir el proyecto) [D y I].
- Un experto en estadística para enviar los cuestionarios y recoger los datos de las diferentes valoraciones y analizar los resultados [S].

En la Tabla 4 se recogen de forma esquemática cada una de las funciones del equipo investigador en cada una de las fases que componen el proyecto.

**Tabla 4.**

*Participación del equipo investigador y su función en cada fase del estudio.*

Fases	Equipo Investigador	Acciones
Fase 1: Captación	[D]	- Anuncio de inscripción - Guardar correos electrónicos
Fase 2: Selección	[D + I]	- Mandar correo 2 semanas antes con cuestionario inclusión/exclusión - Citar Aptos en Feria del Corredor 2022
Fase 3: Valoración	[E1 + E2 + S]	<b>EN FERIA DEL CORREDOR 2022</b> - Dolor (EVA) - Funcionalidad (VISA-A) - Morfología (ECO)
Fase 4: Aleatorización Grupos	[D]	- Muestreo estratificado - Muestreo simple
Fase 5: Intervención	[D + I]	- Protocolo A: Alfredson - Protocolo B: Alfredson + Carrera
Fase 6: Valoración (T1)	[S]	<b>ON-LINE</b> - Dolor (EVA) - Funcionalidad (VISA-A) - Satisfacción (CRES-4)
Fase 7: Valoración (T2)	[S]	<b>ON-LINE</b> - Dolor (EVA) - Funcionalidad (VISA-A) - Satisfacción (CRES-4)
Fase 8: Valoración (T3)	[S]	<b>ON-LINE</b> - Dolor (EVA) - Funcionalidad (VISA-A) - Satisfacción (CRES-4)
Fase 9: Valoración (T4)	[E1 + E2 + S]	<b>EN FERIA DEL CORREDOR 2023</b> - Dolor (EVA) - Funcionalidad (VISA-A) - Satisfacción (CRES-4) - Morfología (ECO)
Fase 10: Análisis de datos y valoración de resultados	[D + S]	- Análisis de datos - Valoración de resultados

*Nota. Elaboración propia 2022.*

## 6. Viabilidad del estudio

El presente diseño se ha conformado buscando en todo momento la sencillez y facilidad para que el estudio que se plantea pueda ser llevado a cabo.

Se ha desarrollado una exhaustiva búsqueda bibliográfica en diferentes fuentes científicas para poder aunar los conocimientos existentes en torno al mundo de la patología del tendón de Aquiles y relacionarla con el perfil del corredor popular. Tras el análisis de la información se ha determinado el área de actuación en el que poder realizar la intervención descrita en este diseño.

La viabilidad de este estudio viene marcada por el poco requerimiento de materiales, ya que las variables que se van a medir se evaluarán a través de diferentes cuestionarios que se enviarán de forma on-line; así como los protocolos de tratamiento, por lo que no será necesario reunir a todos los participantes para las diferentes intervenciones. Esto genera a su vez un problema, puesto que la autoadministración de los cuestionarios y de los protocolos de intervención conllevan un difícil seguimiento de los mismos.

Por un lado, se corre el riesgo de que no cumplimenten correctamente los cuestionarios o no los entreguen, por ello se designará una persona que realice un seguimiento intensivo de los mismos, que en este caso será el estadístico, mediante correo electrónico o llamada telefónica.

Por otro lado, para corroborar el cumplimiento de los protocolos de intervención, se pedirá a los participantes que envíen un informe semanal comentando si han podido realizar el protocolo y añadan un breve comentario respecto a cómo se encuentran con su patología, siendo esto supervisado por los dos encargados de las intervenciones.

El estudio morfológico constituye una variable que puede generar cierta dificultad por el hecho de tener que valorar a todos los sujetos de forma presencial en un momento concreto, por lo que se ha determinado disponer de dos ecógrafos portátiles y contar con un sistema de citación para aquellos participantes que ya se hayan interesado antes de la Feria del Corredor y, así, distribuir mejor dicha valoración entre los tres días de dicho evento.

El motivo de escoger el Maratón de Madrid como evento diana para lanzar el estudio viene marcado por la gran congregación de corredores populares que se inscriben todos los años; 30.000 participantes el año pasado.

Es por ello que se pretende confirmar la viabilidad de este estudio debido a que contamos con la población requerida, con los instrumentos adecuados y con los profesionales necesarios para que esta investigación pueda desarrollarse.

## 7. Referencias Bibliográficas

- Alfredson, H., Pietilä, T., Jonsson, P. y Lorentzon, R. (1998). Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis. *American Journal of Sports Medicine*, 26(3), 360-366. doi: 10.1177/03635465980260030301.
- Basas, A. (2017). *Análisis de los efectos de un protocolo de electroestimulación y ejercicios excéntricos, isométricos y concéntricos sobre el dolor y la funcionalidad en el tratamiento y readaptación de la tendinopatía rotuliana o rodilla del saltador* [Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid]. [https://oa.upm.es/45231/1/ANGEL\\_BASAS\\_GARCIA.pdf](https://oa.upm.es/45231/1/ANGEL_BASAS_GARCIA.pdf)
- Carcia, C. R., Martin, R. L., Houck, J. y Wukich, D. K. (2010). Achilles pain, stiffness, and muscle power deficits: achilles tendinitis. *Orthopaedic section of the American Physical Therapy Association*, 40(9), 1-26. doi: 10.2519/jospt.2010.0305.
- Cardoso, T. B., Pizzari, T., Kinsella, R., Hope, D. y Cook, J. L. (2019). Current trends in tendinopathy management. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 33(1), 122-140. doi: 10.1016/j.berh.2019.02.001.
- Carr, A. J. y Norris, S. H. (1989). The blood supply of the calcaneal tendon. *The Journal of Bone and Joint. British Volume*, 71(1), 100–101. doi: 10.1302/0301-620x.71b1.2914976 .
- Chaudhry, F. A. (2017). Effectiveness of dry needling and high-volume image-guided injection in the management of chronic mid-portion Achilles tendinopathy in adult population: a literature review. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, 27(4), 441-448. doi: 10.1007/s00590-017-1957-1.

- Clark, M. G., Clerk, L. H., Newman, J. M., Rattigan, S. (2000). Interaction between metabolism and flow in tendon and muscle. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 10(6), 338-345. doi: 10.1034/j.1600-0838.2000.010006338.x.
- Cook, J. L., Rio, E., Purdam, C. R., Girdwood, M., Ortega-Cebrian, S. y Docking, S. I. (2017). The continuum of tendon pathology: Current view and clinical implications. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 52(194), 61-69. doi:10.1016/j.apunts.2017.05.002
- de Jonge, S., van den Berg, C., de Vos, R. J., van der Heide, H.J, Weir, A., Verhaar, J. A., Bierma-Zeinstra, S. M. y Tol, J. L. (2011). Incidence of midportion Achilles tendinopathy in the general population. *British Journal of Sports Medicine*, 45(13), 1026-1028. doi: 10.1136/bjsports-2011-090342.
- Dicharry, J. (2010). Kinematics and kinetics of gait: from lab to clinic. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 29(3), 347-364. doi: 10.1016/j.csm.2010.03.013.
- Doral, M. N., Alam, M., Bozkurt, M., Turhan, E., Atay, O. A., Dönmez, G. y Maffulli, N. (2010). Functional anatomy of the Achilles tendon. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 18(5), 638-643. doi: 10.1007/s00167-010-1083-7.
- Downie, W. W., Leatham, P. A., Rhind, V. M., Wright, V., Branco, J. A. y Anderson, J. A. (1978). Studies with pain rating scales. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 37(4), 378-381. doi: 10.1136/ard.37.4.378.
- Edwards, D. A. (1946). The blood supply and lymphatic drainage of tendons. *Journal of anatomy*, 80(3), 147-152 [Archivo PDF]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1272723/pdf/janat00496-0041.pdf>

Ferreti, A. (1986). Epidemiology of jumper's knee. *Sports Medicine*, 3(4), 289-295.  
doi: 10.2165/00007256-198603040-00005.

Fisioterapia-online.com. (2020). *Tendinitis del tendón de Aquiles o aquilea. Qué es, causas, síntomas y tratamiento.* <https://www.fisioterapia-online.com/articulos/tendinitis-del-tendon-de-aquiles-o-aquilea-que-es-causas-sintomas-y-tratamiento>

Freedman, B. R., Gordon, J. A. y Soslowsky, L. J. (2014). The Achilles tendon: fundamental properties and mechanisms governing healing. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 4(2), 245-55.

Henninger, H. B., Underwood, C. J., Romney, S. J., Davis, G. L. y Weiss, J. A. (2013). Effect of elastin digestion on the quasi-static tensile response of medial collateral ligament. *Journal of Orthopaedic Research*, 31(8), 1226-1233. doi: 10.1002/jor.22352.

Hutchison, A. M., Evans, R., Bodger, O., Pallister, I., Topliss, C., Williams, P., Vannet, N., Morris, V. y Beard, D. (2013). What is the best clinical test for Achilles tendinopathy? *Foot and Ankle Surgery*, 19(2), 112-117. doi: 10.1016/j.fas.2012.12.006.

Ippolito, E. y Postacchini, F. (1986). *The tendons: Biology-pathology-clinical aspects.* Ed. Curtis.

Janssen, I., van der Worp, H., Hensing, S. y Zwerver, J. (2018). Investigating Achilles and patellar tendinopathy prevalence in elite athletics. *Sports Medicine*, 26(1), 1-12. doi: 10.1080/15438627.2017.1393748.

Jayaseelan, D. J., Kecman, M., Alcorn, D. y Sault, J. D. (2017). Manual therapy and eccentric exercise in the management of Achilles tendinopathy. *The*



*Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 25(2), 106-114. doi: 10.1080/10669817.2016.1183289.

Józsa, L. y Kannus, P. (1997). *Anatomy, physiology and pathology*. Ed. Human Kinetics.

Jurado, A. y Medina, I. (2008). *Tendón: valoración y tratamiento en fisioterapia*. Ed. Paidotribo.

Kannus, P. (2000). Structure of the tendon connective tissue. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 10(6), 312-320. doi: 10.1034/j.1600-0838.2000.010006312.x.

Kannus, P., Niittymäki, S., Järvinen, M. y Lehto, M. (1989). Sports injuries in elderly athletes: a three-year prospective, controlled study. *Age and Ageing*, 18(4), 263-70. doi: 10.1093/ageing/18.4.263.

Kapandji, A. I. (2012). *Fisiología Articular*. (6ª ed., Vol. 2). Ed. Panamericana.

Krey, D., Borchers, J. y McCamey, K. (2015). Tendon needling for treatment of tendinopathy: A systematic review. *Physical Sportsmedicine*, 43(1), 80-86. doi: 10.1080/00913847.2015.1004296.

Longo, U., Ronga, M. y Maffulli, N. (2009). Achilles Tendinopathy. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 17(2), 112-126. doi: 10.1097/JSA.0b013e3181a3d625.

Lopes, A. D., Hespanhol, L. C., Yeung, S. S. y Costa, L. O. (2012). What are the main running-related musculoskeletal injuries? A Systematic Review. *Sports Medicine*, 42(10), 891-905. doi: 10.1007/BF03262301.

- Maffulli, N., Khan, K. M. y Puddu, G. (1998). Overuse Tendon Conditions: Time to Change a Confusing Terminology. *Arthroscopy*, 14(8), 840-843. doi: 10.1016/s0749-8063(98)70021-0.
- Maganaris, C. N., Narici, M. V. y Maffulli, N. (2008). Biomechanics of the Achilles tendón. *Disability and Rehabilitation*, 30(20-22), 1542-1547. doi: 10.1080/09638280701785494.
- Magnan, B., Bondi, M., Pierantoni, S. y Samaila, E. (2014). The pathogenesis of Achilles tendinopathy: a systematic review. *Foot and Ankle Surgery*, 20(3), 154-159. doi: 10.1016/j.fas.2014.02.010.
- Magra, M. y Maffulli, N. (2008). Genetic aspects of tendinopathy. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11(3), 243-247. doi: 10.1016/j.jsams.2007.04.007.
- McGarvey, W. C., Singh, D. y Trevino, S. G. (1996). Partial Achilles tendon ruptures associated with fluoroquinolone antibiotics: a case report and literature review. *Foot & Ankle International*, 17(8), 496-498. doi: 10.1177/107110079601700811.
- Mokone, G. G., Gajjar, M., September, A. V., Schwellnus, M. P., Greenberg, J., Noakes, T. D. y Collins, M. (2005). The guanine-thymine dinucleotide repeat polymorphism within the tenascin-C gene is associated with achilles tendon injuries. *American Journal of Sports Medicine*, 33(7), 1016-1021. doi: 10.1177/0363546504271986.
- Neuman, D. (2002). *Kinesiology of the musculoskeletal system*. Ed. Paidotribo.
- Nielsen, S. L., Smart, D. W., Isakson, R. L., Worthen, V., Gregersen, A. T. y Lambert, M. J. (2004). The Consumer Reports Effectiveness Score: What

Did Consumers Report? *Journal of Counseling Psychology*, 51, 25-37. doi: 10.1037/0022-0167.51.1.25

O'Brien, M. (1997). Structure and metabolism of tendons. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 7(2), 55-61. doi: 10.1111/j.1600-0838.1997.tb00119.x.

O'Brien, M. (2005). The anatomy of the Achilles tendon. *Foot and Ankle Clinics*, 10(2), 225-238. doi: 10.1016/j.fcl.2005.01.011.

O'Brien, T. D., Reeves, N. D., Baltzopoulos, V., Jones, D. A. y Maganaris, C. N. (2010). Mechanical properties of the patellar tendon in adults and children. *Journal of Biomechanics*, 43(6), 1190-1195. doi: 10.1016/j.jbiomech.2009.11.028.

Pavone, V., Vescio, A., Mobilia, G., Dimartino, S., Di Stefano, G., Culmone, A. y Testa, G. (2019). Conservative Treatment of Chronic Achilles Tendinopathy: A Systematic Review. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 4(3), 46. doi: 10.3390/jfmk4030046

Reber, L., Perry, J. y Pink, M. (1993). Muscular control of the ankle in running. *American Journal of Sports Medicine*, 21(6), 805-810. doi: 10.1177/036354659302100608.

Risberg, M. A., Holm, I. y Ekeland, A. (1995). Reliability of functional knee tests in normal athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 5(1), 24-28. doi: 10.1111/j.1600-0838.1995.tb00006.x.

Robinson, J., Cook, J., Purdam, C., Visentini, P., Ross, J., Maffulli, N., Taunton, J. y Khan, K. (2001). Victorian Institute Of Sport Tendon Study Group. The VISA-A questionnaire: a valid and reliable index of the clinical severity of

Achilles tendinopathy. *British Journal of Sports Medicine*, 35(5), 335-341.  
doi: 10.1136/bjism.35.5.335.

Rodríguez, A. y Mayordomo, R. (2017). Revisión sistemática de la eficacia de la electrolysis percutánea en el tratamiento de tendinopatías en la extremidad inferior. *Revista Española de Podología*, 28(2), 93-98. doi:10.1016/j.repod.2017.05.002.

Schneider, S., Seither, B., Tönges, S. y Schmitt, H. (2006). Sports injuries: population based representative data on incidence, diagnosis, sequelae, and high risk groups. *British Journal of Sports Medicine*, 40(4), 334-339. doi: 10.1136/bjism.2005.022889.

Scott, A., Squier, K., Alfredson, H., Bahr, R., Cook, J. L., Coombes, B., de Vos, R. J., Fu, S. N., Grimaldi, A., Lewis, J. S., Maffulli, N., Magnusson, S. P., Malliaras, P., Mc Auliffe, S., Oei, E. H. G., Purdam, C. R., Rees, J. D., Rio, E. K., Gravare Silbernagel, K., Speed, C., Weir, A., Wolf, J. M., Akker-Scheek, I. V. D., Vicenzino, B. T. y Zwerver, J. (2019). International Scientific Tendinopathy Symposium Consensus: Clinical Terminology. *British Journal of Sports Medicine*, 54(5), 260-262. doi: 10.1136/bjsports-2019-100885.

Sobhani, S., Dekker, R., Postema, K. y Dijkstra, P. U. (2012). Epidemiology of ankle and foot overuse injuries in sports: A systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(6), 669-686. doi: 10.1111/j.1600-0838.2012.01509.x.

Sociedad Española de Reumatología. (2015). *Formularios*. [https://www.ser.es/wp-content/uploads/2015/09/Faq3\\_2.pdf](https://www.ser.es/wp-content/uploads/2015/09/Faq3_2.pdf)

Stilwell, D. (1957). The innervation of tendons and aponeuroses. *The American Journal Of Anatomy*, 100(3), 289-317. doi: 10.1002/aja.1001000302.

- SurveyMonkey.com. (2022). <https://es.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/>
- Van der Linden, P., Sturkenboom, M., Herings, R., Leufkens, H., Rowlands, S. y Stricker, B. (2003). Increased risk of achilles tendon rupture with quinolone antibacterial use, especially in elderly patients taking oral corticosteroids. *Archives of Internal Medicine*, 163(15), 1801-1807. doi: 10.1001/archinte.163.15.1801
- Ventura, L. (2010). *Manual De Ecografía Musculoesquelética*. Ed. Panamericana.
- Visnes, H. y Bahr, R. (2013). Training volume and body composition as risk factors for developing jumper's knee among young elite volleyball players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(5), 607-613. doi: 10.1111/j.1600-0838.2011.01430.x.
- Waggett, A., Ralphs, J., Kwan, A., Woodnutt, D. y Benjamin, M. (1998). Characterization of collagens and proteoglycans at the insertion of the human Achilles tendon. *Matrix Biology*, 16(8), 457-70. doi: 10.1016/s0945-053x(98)90017-8.
- Wang, J. H., Guo, Q. y Li, B. (2012). Tendon Biomechanics and Mechanobiology- A Minireview of Basic Concepts and Recent Advancements. *Journal of Hand Therapy*, 25(2), 133-141. doi: 10.1016/j.jht.2011.07.004.
- Wong, J., Barrass, V. y Maffulli, N. (2002). Quantitative review of operative and nonoperative management of achilles tendon ruptures. *American Journal of Sports Medicine*, 30(4):565-75. doi: 10.1177/03635465020300041701.

8. Anexos

8.1 Anexo I

# CUESTIONARIO VISA-A

## Adaptado de (Robinson et al., 2001)

**Visa-A-Ch: Cuestionario de puntaje para tendón de Aquiles del Instituto de Victoria.**

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.- ¿Por cuántos minutos siente rigidez en la zona del tendón de Aquiles al levantarse por la mañana?

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

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

PUNTOS

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 escalón? (manteniendo la rodilla estirada)

dolor severo             sin dolor

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

PUNTOS

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

dolor severo             sin dolor

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

PUNTOS

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

dolor severo             sin dolor

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

PUNTOS

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

dolor severo             sin dolor

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

PUNTOS

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

0 saltos             10 saltos

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

PUNTOS

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.

0  No, ninguno.

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

7  Si, realizo deporte o actividad física sin restricciones, pero no en el mismo nivel desde que comenzaron las molestias.

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

8.- Por favor, responda sólo 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 sólo la pregunta **8A**.

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

Si usted **tiene dolor** al realizar deportes que exigen al tendón de Aquiles, y éste **le impide terminar esas actividades**, por favor responda sólo 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?

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

0 | 7 | 14 | 21 | 30

PUNTOS

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

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

0 | 4 | 10 | 14 | 20

PUNTOS

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

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

0 | 2 | 5 | 7 | 10

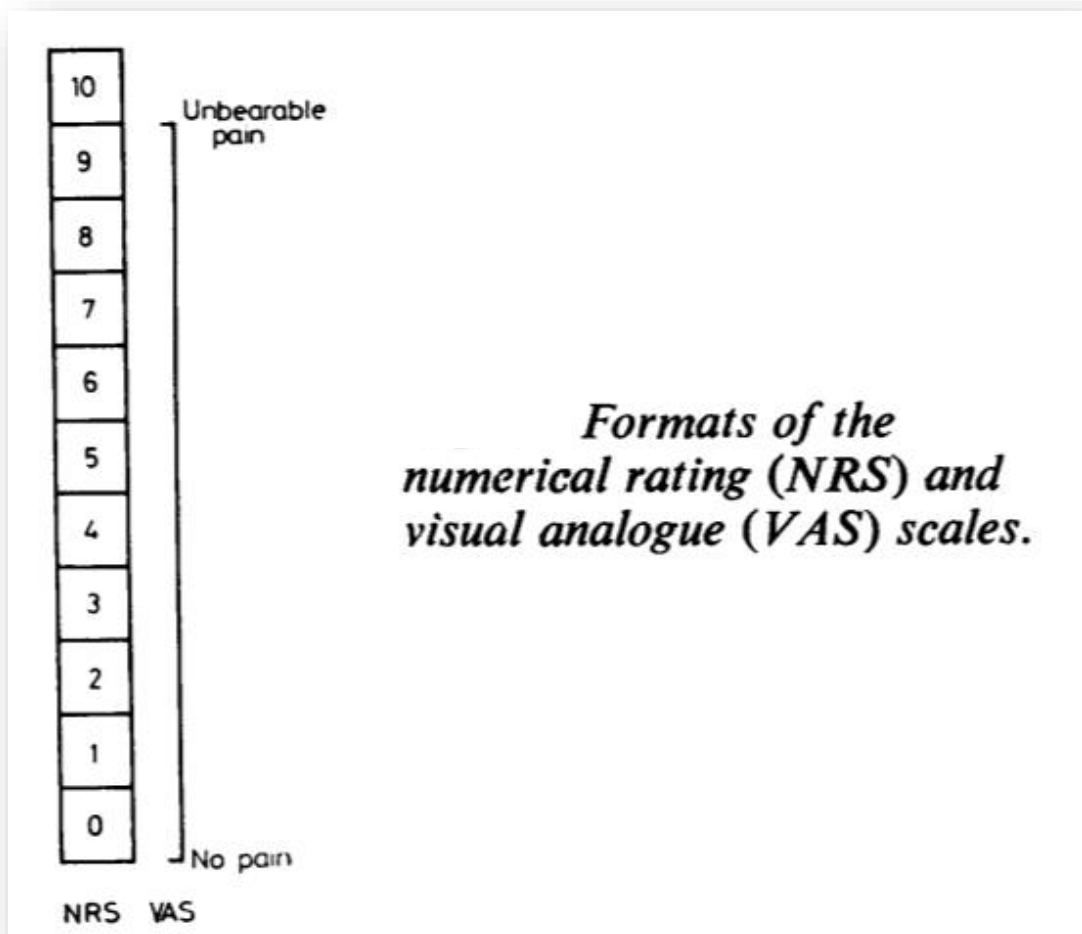
PUNTOS

**PUNTUACIÓN TOTAL: ...../100**

8.2 Anexo II

# ESCALA EVA

(Downie et al., 1978)



8.3 Anexo III

# CUESTIONARIO DE PARTICIPACIÓN

## (Elaboración Propia, 2022)

10/22 0:41 Cuestionario de participación en estudio de tratamiento de tendinopatía aquilea

**Cuestionario de participación en estudio de tratamiento de tendinopatía aquilea**  
Este cuestionario está destinado a recoger los datos de el/la participante y de su patología para comprobar si cumple los criterios de inclusión necesarios para participar en el estudio.

**\*Obligatorio**

1. Nombre y Apellidos \*

2. Sexo \*

Marca solo un óvalo.

Hombre  
 Mujer  
 Prefiero no decirlo

3. Correo electrónico \*

4. Número de teléfono

5. Edad \*

10/22 15:30 Cuestionario de participación en estudio de tratamiento de tendinopatía aquilea

9. ¿Cuánto tiempo lleva sufriendo dolor en el tendón? \*

Marca solo un óvalo.

Menos de 3 meses  
 Al menos 3 meses o más

Sección sin título

10. ¿Tiene un diagnóstico médico de tendinopatía aquilea?

Marca solo un óvalo.

Sí  
 No  
 No estoy seguro

11. ¿Es usted corredor de élite o de alto rendimiento? Esto significa que considera correr como su trabajo y entrena a un alto nivel para conseguir logros en campeonatos importantes \*

Marca solo un óvalo.

Sí  
 No  
 No estoy seguro

Sección sin título

12. ¿Cuántas veces entrena a la semana? \*

Marca solo un óvalo.

Entre 1 y 2  
 3 o más

10/22 15:30 Cuestionario de participación en estudio de tratamiento de tendinopatía aquilea

5. Edad \*

Marca solo un óvalo.

18-25  
 26-35  
 36-45  
 46-55  
 >56

6. ¿Presenta dolor en el Tendón de Aquiles? \*



Marca solo un óvalo.

Sí  
 No

Sección sin título

10/22 0:41 Cuestionario de participación en estudio de tratamiento de tendinopatía aquilea

13. Durante estos meses el dolor le ha permitido entrenar...

Marca solo un óvalo.

con normalidad  
 con alguna limitación  
 con muchas limitaciones  
 No he podido entrenar

14. ¿Ha realizado algún tratamiento para esta patología con anterioridad?

Seleccione todos los que correspondan.

Masaje  
 Punción seca con agujas  
 Electro Punción con aguas  
 Entrenamiento de fuerza  
 No he realizado ningún tratamiento

Otro:

15. ¿Practica algún otro deporte de manera regular (3 veces o más a la semana)? Si es así diga cuál o cuáles. \*

10/22 15:30 Cuestionario de participación en estudio de tratamiento de tendinopatía aquilea



7. En una escala del 1 al 10, siendo 1 el mínimo dolor percibido y 10 el máximo dolor tolerable. Indique cuál es su percepción de dolor actual

Marca solo un óvalo.


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

8. ¿En qué parte del tendón siente el dolor?

Marca solo un óvalo.



En la zona superior  En la zona media



En la zona inferior

10/22 15:30 Cuestionario de participación en estudio de tratamiento de tendinopatía aquilea

16. ¿Presenta usted alguna otra lesión o enfermedad de interés? Si es así responda cuál o cuáles. \*

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios



8.4 Anexo IV

**“CONSUMER REPORTS EFFECTIVENESS  
SCALE” (CRES-4)  
(Nielsen et al., 2004)**

**ESCALA DE SATISFACCIÓN CON EL TRATAMIENTO RECIBIDO  
(CRES-4)**

En general, ¿qué tan satisfecho/a está con la forma en que su terapeuta ha tratado el problema por el que consultó?

0. Completamente insatisfecho/a
1. Muy insatisfecho/a
2. Algo insatisfecho/a
3. Bastante satisfecho/a
4. Muy satisfecho/a
5. Completamente satisfecho/a

¿En qué medida le ha ayudado el tratamiento en relación al problema específico que le llevó a consultar?

0. No estoy seguro/a
1. Hizo que las cosas empeorasen bastante
2. Hizo que las cosas empeorasen un poco
3. No ha habido cambios
4. Hizo que las cosas mejorasen algo
5. Hizo que las cosas mejorasen mucho

¿Cuál era su estado emocional general cuando empezó el tratamiento?

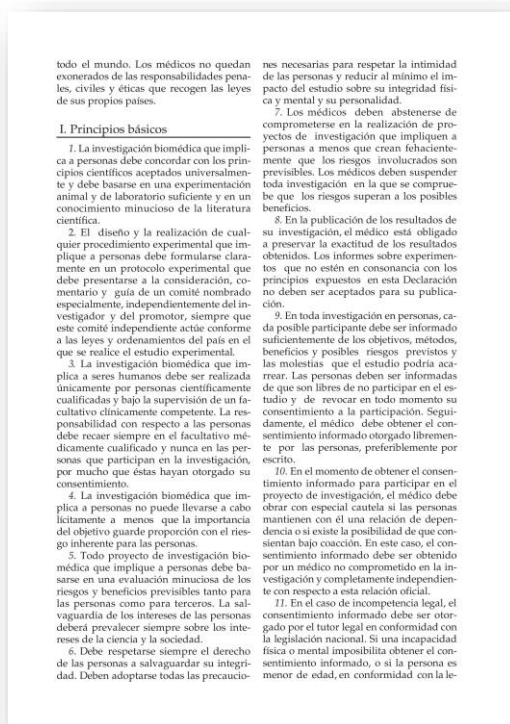
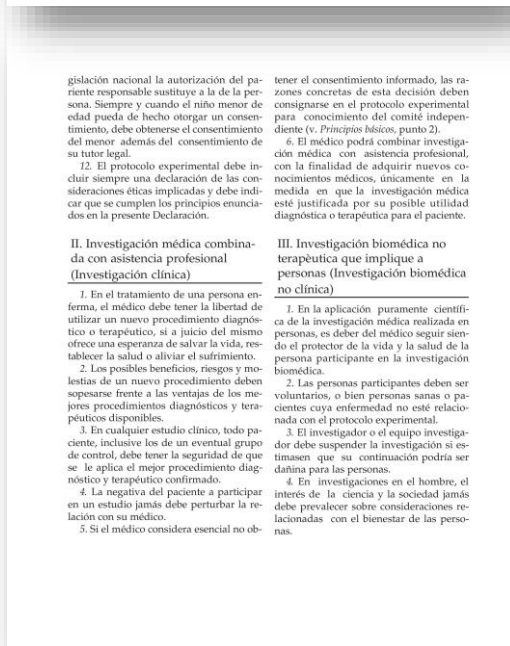
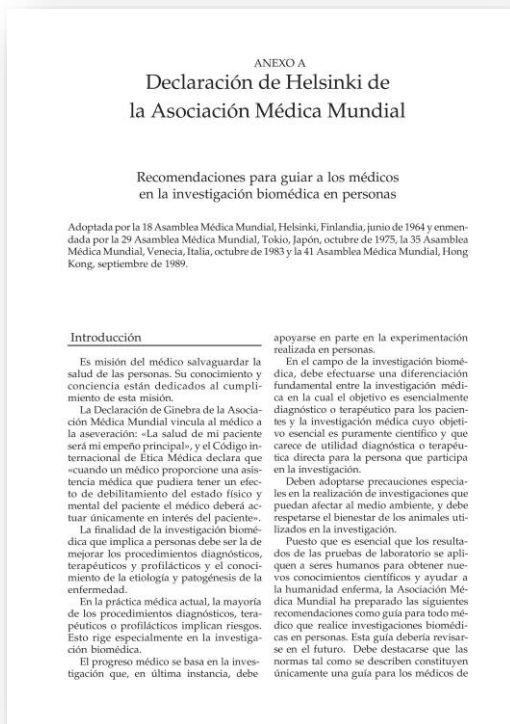
0. Estaba muy mal, apenas lograba hacer frente a las cosas
1. Estaba bastante mal, la vida me resultaba a menudo muy dura
2. Regular, tenía mis altibajos
3. Estaba bastante bien, no tenía problemas graves
4. Estaba muy bien, me gustaba mucho la vida que llevaba

¿Cuál es su estado emocional general en este momento?

0. Estoy muy mal, apenas logro hacer frente las cosas
1. Estoy bastante mal, la vida es por lo general muy dura para mí
2. Regular, tengo mis altibajos
3. Estoy bastante bien, no tengo problemas graves
4. Estoy muy bien, me gusta mucho la vida que llevo

8.5 Anexo V

# DECLARACIÓN DE HELSINKI (Asamblea Médica Mundial, 1964)



8.6 Anexo VI

*Anuncio Publicitario del Estudio*  
(Elaboración Propia, 2022)



**¿Tienes dolor en el Tendón de Aquiles y te interesaría participar en un estudio?**

Si padeces dolor desde hace más de tres meses, tienes entre 18 y 55 años y corres 3 veces o más a la semana, déjanos tu correo y nos pondremos en contacto contigo



8.7 Anexo VII

# CONSENTIMIENTO INFORMADO

## (Elaboración Propia, 2022)

---

**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

*Título del Proyecto: Estudio del tratamiento de la Tendinopatía Aquilea en el Corredor Popular.*

*Investigador principal: Carlos Basas Vicente*

*Servicio:*

Yo, \_\_\_\_\_ he sido informado por el Dr. \_\_\_\_\_, colaborador/a del citado proyecto de investigación, y declaro que:

- He leído la Hoja de Información que se me ha entregado
- He podido hacer preguntas sobre el estudio
- He recibido respuestas satisfactorias a mis preguntas
- He recibido suficiente información sobre el estudio

*Comprendo que mi participación es voluntaria*

*Comprendo que todos mis datos serán tratados confidencialmente*

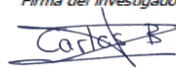
*Comprendo que puedo retirarme del estudio:*

- Cuando quiera
- Sin tener que dar explicaciones
- Sin que esto repercuta en mis cuidados médicos

*Con esto doy mi conformidad para participar en este estudio.*

El DNI y la fecha deben ser escritos a mano por el voluntario, junto con la firma

*DNI del participante:* \_\_\_\_\_ *Fecha:* \_\_\_\_\_

*Firma:* \_\_\_\_\_ *Firma del investigador:* 

---

**APARTADO PARA LA REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO**

Yo, \_\_\_\_\_ revoco el consentimiento de participación en el estudio, arriba firmado, con fecha \_\_\_\_\_

*Firma* \_\_\_\_\_