



Grado en Fisioterapia

Trabajo Fin de Grado

Título:

**Cambios producidos en tendinopatías
aquileas en atletas tras la aplicación de un
ejercicio excéntrico-concéntrico
comparado con ondas de choque.**

Alumno: Saúl Blanco Bayona

Tutor: Irene París

Madrid, mayo de 2017

ÍNDICE CONTENIDO

RESUMEN	4
ABSTRACT	5
TABLA DE ABREVIATURAS	6
1. ANTECEDENTES	9-22
1.1. Diferentes tendinopatias.....	10
1.2. Causas principales de las tendinopatias.....	11
1.3. El atletismo y la tendinopatía Aquilea.....	12
1.4. Tratamiento.....	13
1.5. Variables de medida.....	17
2. EVALUACION DE LA EVIDENCIA	23-27
3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	28
4. HIPOTESIS	29
5. METODOLOGIA	30-38
5.1. DISEÑO.....	30
5.2. SUJETOS DE ESTUDIO.....	30
5.3. VARIABLES.....	35
5.4. HIPOTESIS OPERATIVA.....	36
5.5. RECOGIDA, ANALISIS DE DATOS, CONTRASTE DE HIPOTESIS.....	37
5.6. LIMITACION DEL ESTUDIO.....	38
5.7. EQUIPO INVESTIGADOR.....	38
6. PLAN DE TRABAJO	39-49
6.1. DISEÑO DE LA INTERVENCION.....	39
6.2. ETAPAS DE DESARROLLO.....	48
6.3. DISTRIBUCION DE TAREAS.....	49
6.4 LUGAR DE REALIZACION DEL PROYECTO.....	49
7. LISTADO DE REFERENCIAS	50-52

8.ANEXOS.....53-63

RESUMEN

La tendinopatía de Aquiles es una lesión frecuente y en el atletismo en especial es el tendón más lesionado, siendo su principal síntoma el dolor, engrosamiento del tendón, disminución de la fuerza y la incapacidad para hacer correctamente atletismo de fondo y medio fondo a nivel profesional.

En la actualidad el ejercicio excéntrico-concéntrico y la aplicación de ondas de choque son técnicas utilizadas para la recuperación de la tendinopatía aquilea.

Objetivo Principal:

Valorar si la aplicación de tratamiento habitual más la técnica excéntrica-concéntrica sobre el tendón de Aquiles con tendinitis provoca variación del grosor del tendón, aumento de la fuerza y disminución del dolor frente a la aplicación de tratamiento habitual más ondas de choque en el mismo tendón.

Método

Se repartirán 98 atletas con tendinitis, divididos aleatoriamente en dos grupos (Grupo 1 y grupo 2), 49 pacientes pertenecen a cada grupo, del tal forma que el grupo 1 realizarán el tratamiento habitual de la tendinitis del tendón de Aquiles más trabajo excéntrico-concéntrico y al grupo 2 se le realizará el mismo tratamiento habitual más la aplicación de ondas de choque. Se medirá antes y después del tratamiento el grosor del tendón, la fuerza y el dolor. Para el registro de las variables se utiliza el sistema dinamométrico, un algómetro y un ecógrafo. Con los datos obtenidos, se procederá a realizar un análisis estadístico de comparación de medias de muestras independientes.

Clave

- Atletas.
- Tendón Aquiles.
- Tendinopatía.

ABSTRACT

Introduction:

The Achilles Tendinopathy is a frequent injuries and in the athletics in particular is the tendon more injured, being the main symptom is the pain, thickening of the tendon, decreased strength and the inability to correctly track background and professional background.

At present, the concentric and eccentric exercise-the application of shock waves are techniques used for the recovery of the tendinopathy achilles.

Objectives:

To assess whether the application of usual treatment more eccentric technique on the achilles tendon with tendinitis causes greater variation decrease the thickness of the tendon , strength and the pain that the application of usual treatment more shock waves in the same tendon.

Methodology:

98 athlete will be distributed with tendinitis, randomly divided into two groups(Group 1 and group 2) 44 patients belong to each group, so that the usual treatment group 1 will be tendinopathies Achilles tendon more concentric and eccentric Working Group 2 will be the same treatment as usual plus the application of shock waves. Be measured before and after the treatment, the thickness of the tendon , the strength and pain. For the registration of the variable is used the system chassis dynamometer, a Algoides and an ultrasound machine with the data obtained, shall proceed to carry out a statistical analysis of comparison of means of independent samples

Keyword

- Atletas
- Tendon
- AquilesTendinopatia

ABREVIATURAS

Cm	Centímetros
EC	Ejercicio Concéntrico
EE	Ejercicio Excéntrico
Hz	Herzios
Nm	Newton. Metro
kPa	Kilopascales
OC	Ondas de choque

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores intrínsecos y extrínsecos de la tendinopatía aquilea.....	11
Tabla 2. Conceptos de ecografía.....	17
Tabla 3. Tipos de fuerza.....	21
Tabla 4. Términos de búsqueda en DeSC, MeSH y términos libres.....	24
Tabla 5. Búsquedas bibliográficas en Ebsco términos MeSH.....	25
Tabla 6. Búsquedas bibliográficas en Ebsco términos no MeSH.....	25
Tabla 7. Búsquedas bibliográficas en Cochrane Plus.....	25
Tabla 8. Búsquedas bibliográficas en PEDro.....	26
Tabla 9. Búsquedas bibliográficas en PubMed.....	26
Tabla 10. Búsquedas bibliográficas en PubMed con términos no MeSH.....	27
Tabla 11. Criterios de inclusión y exclusión.....	32
Tabla 12. Nivel de significación y poder estadístico.....	33
Tabla 13. Tipos de variables dependientes.....	34
Tabla 14. Tipo de variables independientes.....	35
Tabla 15. Organización de grupo 1 y grupo 2.....	42
Tabla 16. Protocolo de EE-EC Y OC.....	47
Tabla 17. Cronograma de trabajo.....	48

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estado normal del tendón asintomático	18
Figura 2. En la imagen b engrosamiento del tendón de más de 6 mm	19
Figura 3. En la imagen Doppler contraste. La imagen izquierda es asintomática.....	19
Figura 4 Imagen de algómetro.....	20
Figura 5. Dinamómetro BTE-PRIMUS.....	22
Figura 6 y 7 Herramientas 705 y soporte de estabiizacion.....	40
Figura 8. Elevación de rodillas en la máquina de soleo.....	43
Figura 9. Flexión plantar con rodillas rectas y barbell con carga en los hombros.....	44
Figura 10. Onda de choque en el tendón de Aquiles.....	45

1. ANTECEDENTES

El tendón de Aquiles toma su nombre del personaje creado por *Homero* en la *Íliada*, pero no es utilizado como concepto anatómico hasta el siglo XVII. Las lesiones del tendón de Aquiles son unas de las lesiones más frecuentes en el deporte. Se estima que entre el 30% y 50% de las lesiones son por sobreuso, de las cuales, la alteración del tendón de Aquiles está entre las más comunes. (1)

La patología aquilea es más frecuente en personas de mediana edad hacia adelante y según afirman algunos autores es más común en personas del sexo masculino. (2)

Los tendones son la parte del músculo que se une al hueso. Son estructuras que están menos vascularizadas. Morfológicamente, tienen un aspecto redondeado por la parte superior y aplanado por la parte inferior, pudiendo definir la unión músculo- tendón miotendinosa o la unión tendón-hueso osteotendinosa. El suministro sanguíneo al tendón pasa por tres lugares: músculo-tendón, a lo largo del tendón, y en el tendón de inserción ósea (3).

El tendón de Aquiles es el único tendón que es común a los músculos que componen el tríceps sural y su función es transmitir las fuerzas generadas por gastronemio y sóleo al calcáneo. La contribución de cada músculo puede variar: en la parte anterior la mitad del tendón se une al sóleo y por la parte posterior la otra mitad del tendón se une al gastronemio. (4)

El tendón de Aquiles soporta mayor carga que ningún otro tendón y es el tendón más fuerte del cuerpo. Es capaz de soportar fuerzas de hasta aproximadamente seis veces más el peso corporal de una persona, unos 900 Newton, pero es sorprendente que es el tendón con más lesiones (representando el 50% de todas las lesiones relacionadas con el deporte). (5-6)

Los diferentes lugares de lesión del tendón de Aquiles pueden ser: el empalme proximal con gastronemio y sóleo; a mitad del tendón dos o tres centímetros por encima del calcáneo; a nivel insercional; o en la parte superior del tendón, en zona inserción al calcáneo (que es lo que llamábamos bursitis retrocalcánea). (6)

El tendón de Aquiles no tiene vaina, sino que lo rodea el paratendón. Este tiene una doble capa llamada epitendón, que es la capa más interna, y otra llamada el paratendón, que es la capa más externa (5).

La inervación del tendón de Aquiles está compuesta por ramas del nervio sural y su longitud es aproximadamente de unos 15 centímetros.

Está compuesto por dos componentes: matriz extracelular y células que incluyen los tenocitos. En la matriz extracelular se encuentran: colágeno, representando un 30%, un 2% de elastina,

68% de agua y proteoglicanos. Estos son los componentes importantes de la estructura de los tendones y proporcionan la fuerza y la flexibilidad para que puedan estirarse hasta un 170% de su longitud inicial. La regeneración de colágeno de un tendón oscila entre 50 a 100 días con un interesante, el cambio de colágeno tipo III a colágeno tipo I. (6)

El tendón transmite las fuerzas musculares que afectan a la flexión plantar del tobillo y el movimiento al caminar, correr, saltar, subir y bajar escaleras. (7)

Las cadenas moleculares son enlaces cruzados entre sí. Así, cuando el tendón de Aquiles está sujeto a fuerzas muy grandes, estos enlaces cruzados comienzan a fallar a lo largo del tendón, surgiendo así las tendinopatías Aquíleas. (5)

El término tendinopatía es amplio, ya que engloba tanto el concepto de tendinitis, como, el concepto de tendinosis. El problema de ambos es la afectación degenerativa del tendón de Aquiles por prolongada fricción entre fascia y tendón, que en ocasiones, deja la fascia inflamada. En las tendinopatías arriba nombradas, las fibras de colágeno están alteradas y son irregulares, apareciendo proteínas inmaduras entre ellas, un número elevado de tenocitos y vacuolas, apareciendo nuevos vasos sanguíneos en el tendón. A nivel celular, el tenocito es aplastado, lo que conlleva que las integrinas se deformen y el citoesqueleto mande una señal al núcleo, degradando el colágeno.(8)

La investigadora holandesa *Cook*, experta en tendón, nos habla de 4 etapas que sufre un tendón patológico. Es la primera persona que habla de que puede existir la presencia de inflamación y degeneración del tendón en una tendinosis a la vez. (40) Más adelante se investiga de la importancia de la respuesta inflamatoria de linfocitos y macrófagos en una tendinopatía crónica. (9)

Diferentes tendinopatías.

Por ello, cabe diferenciar bien la tendinopatía de Aquiles (llamada tendinitis) que suele ser en porción media, cursa con inflamación en el peritendón, engrosamiento del tendón de Aquiles de 5 a 8 cm proximal a la inserción en el calcáneo (pero no por inflamación) y tiene sensibilidad a la palpación; de la tendinopatía Aquilea insercional.

Esta última, no muestra inflamación y el atleta se queja de dolor en la cara posterior del calcáneo (9). Estas lesiones en ocasiones generan problemas en la bursa, es decir, pueden ocasionar algunas tendinopatías insercionales con inflamación en la bursa. Por otro lado *Jl Wigerinck* asocia la tendinopatía insercional con una calcificación del tendón y aparición de espolón. (2-10)

También, cabe resaltar el síndrome “Haglund”. Este genera controversia, ya que se suele confundir con la tendinosis insercional. Genera dolor en el retropie siendo un atrapamiento tendino-bursal apreciada por la deformidad del calcáneo. Las radiografías son útiles para determinar la presencia de un Haglund.(11)

Los síntomas más característicos de las tendinopatías son: el dolor (a la hora de iniciar y finalizar la actividad deportiva), la rigidez y el engrosamiento del tendón en particular. En ocasiones existe un dolor matutino y ese dolor no reacciona bien a los antiinflamatorios orales e incluso origina pérdida de fuerza. (12-13)

Causas principales de las tendinopatías.

Las causas principales de una tendinopatía las dividimos en:

Tabla 1. Factores intrínsecos y extrínsecos de la tendinopatía Aquilea.

Factores intrínsecos	Factores extrínsecos
Edad: conforme más edad, mayor es la probabilidad de padecer tendinopatía Aquilea.	Actividad física.
Peso.	Tipo de superficie, como por ejemplo suelos duros e irregulares.
Tabaquismo.	Errores en el entrenamiento.
Enfermedades sistémicas y endocrinas: obesidad, hipertensión, hipercolesterolemia, diabetes.	Carga excesiva.
Calzado inadecuado y mal alineamientos	Medicamentos: corticoesteroides, antibiótico.
Predisposición genética.	Factores ambientales. Superficies irregulares, momento de la temporada, suma de factores, calzado inapropiado...
Predisposición psicológica.	Ocupación.

Fuente: Elaboración propia(12-14-15-16)

De todos ellos, la causa principal es por un resultado de acumulación de cargas de impacto repetitivas y su posterior micro trauma. (17)

Según *Maffulli* con un examen clínico sería suficiente, siendo los síntomas principales; el dolor, rigidez de musculatura de sóleo y gastronemio y debilitamiento. Este debilitamiento muscular reduce el estrés a través de la porción degenerativa del tendón y con otros procesos patológicos. (1)

El atletismo y la tendinopatía Aquilea.

El atletismo es un deporte de muy fácil práctica, económico y que se puede practicar en cualquier lugar, por ello está aumentado su porcentaje de lesión (entre un 7% y 9% de atletas sufren tendinopatías aquileas anualmente (18-19). La tendinopatía más frecuente en atletas es la tendinitis y ocurre en un 56,6% de los casos. (2)

En los últimos años se observan muchas lesiones de los atletas, en la mayoría de los casos es por las situaciones límite que el atleta somete al tendón, como: elevados niveles de estrés psicofísico, alta sobrecarga articular y alto grado de tensión muscular, es decir, gran tensión sobre los tendones y ligamentos.

Un corredor de medio fondo, con un ritmo de 3 minutos el kilómetro, impacta miles de veces y la tendinopatía suele surgir debido a la disparidad de cargas. Las bruscas variaciones de carga pueden generar desorganización de colágeno porque la capacidad de reaccionar ante la carga de los tendones es lenta. Se desencadena una respuesta patológica cuando esta distribución temporal de la carga excede del umbral de carga que soporta el tendón de Aquiles. (20-5)

Analizando la biomecánica de la pisada en un atleta durante la carrera no existe doble apoyo sino periodo de vuelo y básicamente consta de 4 fases:

Primera: inicio del apoyo, aquí se realiza un contacto inicial mismo que necesita flexión dorsal de tobillo y estabilización. Esta recepción inicial puede realizarse a través de:

- Con el antepié.
- Todo el retropié
- Zona posterolateral del talón.
- Casi toda la planta del pie (lo más frecuente).

El gesto técnico del atleta puede variar, no siempre será el talón el primer contacto este puede ser también el antepie o mediopie, permitiendo entre otros aspectos la disminución del gasto energético del atleta. (18) Se aconseja para la recepción del apoyo pisar con el antepie para disminuir lesiones. (21)

Segunda fase: sucede el medio apoyo y la absorción del choque pie-suelo. Aparece una dorsiflexión del tobillo y flexión de cadera mantenida. Una vez que se inicia el final del medio apoyo y empieza el bloqueo del pie con un apoyo completo. (20)

Tercera fase: durante la fase de el despegue, se necesita acción del tibial anterior, 1º dedo y contracción del tríceps sural, en donde se requiere verticalidad de la tibia y una buena alineación con el centro de gravedad. (20)

Cuarta fase: fase de vuelo, cuando la pierna apoyada consigue la extensión completa y el pie de la otra pierna se levanta del suelo, flexión de cadera y pierna. (20)

Los factores que provocan lesiones por la biomecánica de carrera son:

- Excesiva adducción.
- Excesiva rotación interna de cadera.
- Exceso de eversión del retropie. (21)

Tratamiento habitual

Según *M.A. Childress* (22) afirma que la tendinopatía más difícil de tratar es la de la tendinopatía insercional (tendinosis). (22)

La forma de tratar esta lesión consistirá en el siguiente tratamiento:

- Reposo.
- Medicamentos (analgésicos).
- Masoterapia de la musculatura del tríceps sural.
- Movilizaciones del tendón para quitar adherencias.
- Estiramiento.
- Modalidades de fisioterapia como ultrasonido o electroestimulación. (17)

Tratamiento Ejercicio Excéntrico EE y Ejercicio Concéntrico EC.

En el tratamiento se debe respetar las 24 horas entre EE y EC, si no el tendón será vulnerable a una nueva lesión. (23)

Debemos de tener en cuenta que, un cierto grado de carga provoca que los niveles de síntesis de colágeno disminuyan y se estanquen, pudiendo retrasar la recuperación, ya que los fibroblastos tienen un límite de regeneración.

La tendinosis requiere un tratamiento distinto al de una tendinitis. Los tejidos responden a la estimulación de la fuerza, estrés o carga para su remodelación y el ejercicio EE y EC en carga se traduce a un aumento de la remodelación tisular disminuyendo la vascularización y a la vez el grosor del tendón sintomático.

El EE es comunmente indicado para atletas con tendinopatía, basándose en la alta tasa de éxito, desde el 82% al 100% de éxito en la intervención de los atletas con tendinopatía en la porción media (tendinitis) (24), y para individuos con tendinopatía Insercional aquilea una menor tasa de éxito (32%). En contraposición es menos eficaz (60% de tasa de éxito) para individuos sedentarios con Tendinopatía de Aquiles (4). Incluso la forma de realizar el ejercicio EE Y EC para tendinitis aquilea difiere del EE Y EC en tendinosis aquilea. EE estimula la remodelación y reorganización de tendón que, en última instancia, disminuye el grosor del tendón. El EE aplicado como un programa regular de formación a lo largo de los meses considera que reduce la tendencia del tendón a degenerar, la reducción de la neo-vascularización y aumento del contenido de colágeno. (5)

Para el tratamiento EE se trabaja con un protocolo, realizando tres series de quince repeticiones cada una dos veces al día durante un periodo de doce semanas. Los atletas realizan los ejercicios al borde de un escalón o cuña dejando caer el talón hacia el suelo, con las piernas rectas y la rodilla flexionada. Paulatinamente se aumentará progresivamente la carga, según *Alfredson*, generalmente un 10% de su peso, siempre y cuando el ejercicio pueda realizarse sin molestias. (25-1- 26)

Em el articulo abajo referenciado, nos hablan de la efectividad de todo tipo de contracciones tanto excéntricas como concéntricas que tienen efectos beneficiosos en una tendinopatía aquilea. (23)

Para *Silbernagel* el EC con carga máximas combinado de EE según sus investigaciones científicas, existe mayor resultado en tendinopatía aquilea (tendinitis) ya que mejora la fuerza de la flexión plantar ha sido afectada. Se asocia a un beneficio clínico como: una reducción del diámetro del Aquiles, mejoría en la vascularización indicada en la señal Doppler y mayor volumen de colágeno. (26-14)

A menudo los cambios de los síntomas son mínimos durante las primeras semanas, e incluso, pueden notar algo de dolor mínimo y puede ser frustrante para el atleta. Pese a ello debe continuar con el tratamiento. Por tanto, el atleta tiene que trabajar con dolor, pero siendo este en un nivel soportable. Si es el caso contrario, siendo un dolor no soportable, entonces la progresión se detiene, hasta que el malestar desaparece. (5)

El EE Y EC con cargas máximas es un tratamiento de fácil logro, en el cuál el terapeuta debe tener tranquilidad, única y exclusivamente debe tener en cuenta las siguientes contraindicaciones: que el dolor sea incapacitante y la ingesta de antibióticos o estrógenos. (6)

Tratamiento: Ondas de Choque OC.

El estudio pretende comparar la técnica mostrada anteriormente con otra modalidad de tratamiento: OC.

Las OC se aplican en el tendón para aliviar el dolor y mejorar la función de los tendones. Los estudios hasta la fecha indican que es un tratamiento muy beneficioso para las tendinopatías insercionales (tendinosis). (17)

La OC se emite gracias al impacto de un proyectil desplazándose dentro del aparato aplicador, que se acelera por una fuente de aire presurizado y choca con un aplicador de metal de 15 centímetros (Cm) de diámetro. Es un impulso único de presión, con una amplitud e impulso de presión elevada. La energía generada se transmite al tendón como una OC a través del gel de ultrasonido. Esta energía depende de la presión de trabajo que previamente se estableció. La OC entonces se dispersa radialmente sobre el tendón que se va a tratar. (27)

La OC pasan por un medio acuoso iniciando el proceso de curación, irrigando las estructuras de los tejidos. (28).

Existen dos tipos distintos de ondas de choque que son: las OC focales y OC radiales. La principal diferencia entre ambas es la profundidad a la que llegan. Las OC radiales llegan al tejido de una forma más divergente y profunda que las OC focales, por el contrario, llegan de manera más lineal.

A pesar de tener diferentes efectos físicos ambas ondas tienen los mismos efectos fisiológicos que son:

- Activación de la angiogénesis con la estimulación de células madre y segregación de hormonas de crecimiento.
- Fragmentación de depósitos calcáreos con el aumento del metabolismo y aumento de la microcirculación.
- Efecto antiinflamatorio con la degradación de mediadores inflamatorios y la eliminación de la sustancia "P" (decapeptido estructural) por el aumento de la microcirculación sanguínea y linfática.

- Analgesia por los cambios en la permeabilidad de la membrana de las células y la eliminación de sustancias algógenas. (27)

Las ondas de choque son útiles para tendinopatías, pseudoartrosis y síndrome del dolor miosfacial y permiten sin ser un método invasivo una alternativa al tratamiento sin intervención quirúrgica. (27)

La OC es una técnica no dañina para los atletas, pero tiene contraindicaciones que son:

1. Proximidad de un núcleo infeccioso.
2. Proximidad de un núcleo de crecimiento óseo.
3. Embarazo.
4. Malignidad local (tumor benigno)
5. Coagulopatías.
6. Marcapasos en la zona afectada. (17) (28)

Una buena evolución de tratamiento para este tipo de atletas es:

- De la semana 1ª a 12ª semana tratamiento. Si aparece dolor en alguna semana se paran dos días y se empieza en la semana que apareció dolor.
- En la semana 12ª se entrena con el grupo despacio o empieza andar-carrera o carrera-andar.
- En la semana 13ª entrena con el grupo con normalidad.

Cabe reseñar que los estudios afirman que el tratamiento EE y EC es bastante más beneficioso para las tendinopatías de la porción media del tendón de Aquiles (tendinitis) que para las tendinopatías insercional (tendinosis) (29)

En estudios recientes, la sensación de mejoría del paciente con el EE es del 80 % y la sensación de mejoría llega a ser del 100% con el trabajo de resistencia con EC. Esto es importante al ser una mejoría plena, por ello, los ejercicios con resistencia en el protocolo de EE deben estar presentes. (26)

En definitiva, el dolor y el grosor del tendón deben disminuir, pudiendo tolerar el ejercicio. En tendinopatía insercionales (tendinosis) el 20% 30% de los casos que no mejoran con los diferentes tratamientos antes mencionados, optan por la opción quirúrgica, con la cual mejoran en un alto porcentaje. (22)

Tras la revisión literaria podemos concluir que queda claro que puede tener más efecto positivo para una tendinopatía insercional (tendinosis) las OC que el EE-EC, y más beneficios para una tendinopatía de la porción media (tendinitis) el trabajo EE- EC con carga. (24)

Este estudio deja abierto para futuras investigaciones centrarse en variables dentro del programa de EE-EC con trabajo de resistencia con carga, que podría afectar su eficacia: la carga de los ejercicios, la velocidad o la duración. (8-14)

Las últimas investigaciones están hablando que el ejercicio isométrico podría ser el futuro y obtener mejores resultados en la tendinitis Aquilea (30).

Variables de medida.

Para obtener un diagnóstico con certeza en la recuperación de la estructura del tendón usaremos una prueba de imagen como es la ecografía, para medir el grosor del tendón, la fuerza con dinamómetro isocinéticos y para el dolor algómetro.

La ecografía es una técnica en pleno auge que resuelve de forma rápida y económica los principales problemas clínicos. Para ello es fundamental el alto conocimiento anatómico y práctico del personal cualificado. (25)

La imagen ecográfica se hace con un haz de ultrasonidos que impacta contra el tejido y como consecuencia da lugar a distintos tipos de imagen.

Para comprender mejor el estado normal del tendón se van a explicar tres conceptos:

Tabla 2 Conceptos de ecografía.

Imagen anecoica.	Se genera cuando un medio no contiene interfaces y no se forma ecos. En este caso en la escala de grises la imagen se ve negra.
Imagen hipoecoica.	Es la imagen que se forma cuando el tejido tiene menos interfaces que el tejido que la rodea. Así, la imagen se verá de un gris más oscuro y cuando el tejido presenta muchas interfaces, se verá gris claro o blanco.
Anisotropía.	Es un concepto que se emplea cuando el haz incidente de ultrasonido deja de ser perpendicular al tendón, y la sonda se angula más de cinco grados en relación al eje longitudinal de la estructura, y el haz que incide deja de ser perpendicular al tendón.

Fuente: Elaboración propia (25)

El tendón normal visto en un plano transversal tiene las siguientes características:

- Estructura fibrilar hiperecoico fascículos de fibras de colágeno.
- Bordes netos.
- Grosor simétrico al lado asintomático. Suele ser de unos 6 milímetros(MM) como se muestra en la (figura 1).
- Seno de la estructura de ecogenidad intermedia.
- Carencia de señal Doppler ya que no está casi vascularizada (Figura 3.a).

Debemos de tener en cuenta que puede llevar a confusión la anisotropía como se explicó anteriormente.

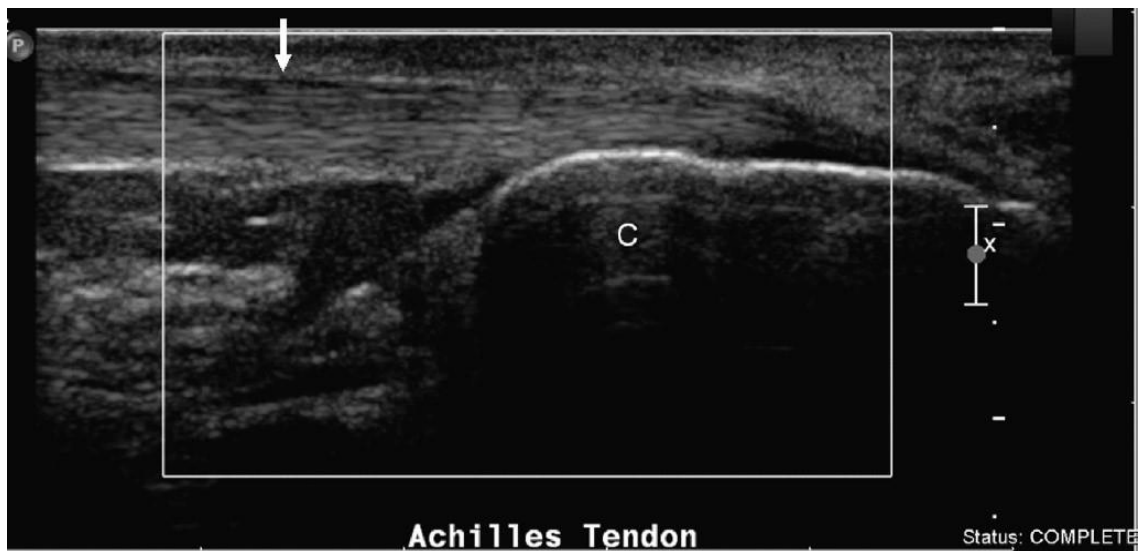


Figura 1. Estado normal del tendón asintomático. Fuente: Chen D, Caldera F, Kim W. Acute Achilles Tendinopathy Diagnosed with Ultrasound (31)

La tendinopatía Aquilea patológica, además de la clínica antes mencionada en la ecografía muestra:

- Un nódulo intratendinoso fusiforme en plano longitudinal y redondeado en plano axial.
- Existencia de zonas anecoica de tipo líquido que indica una cicatriz imperfecta.
- La existencia de calcificaciones hiperecoicas indicativas de una tendinopatía crónica.
- Engrosamiento del tendón como se muestra en la (figura 2B)
- Neurovascularización con la señal Doppler, ya que no está casi vascularizada.(Figura 3.b) (25)

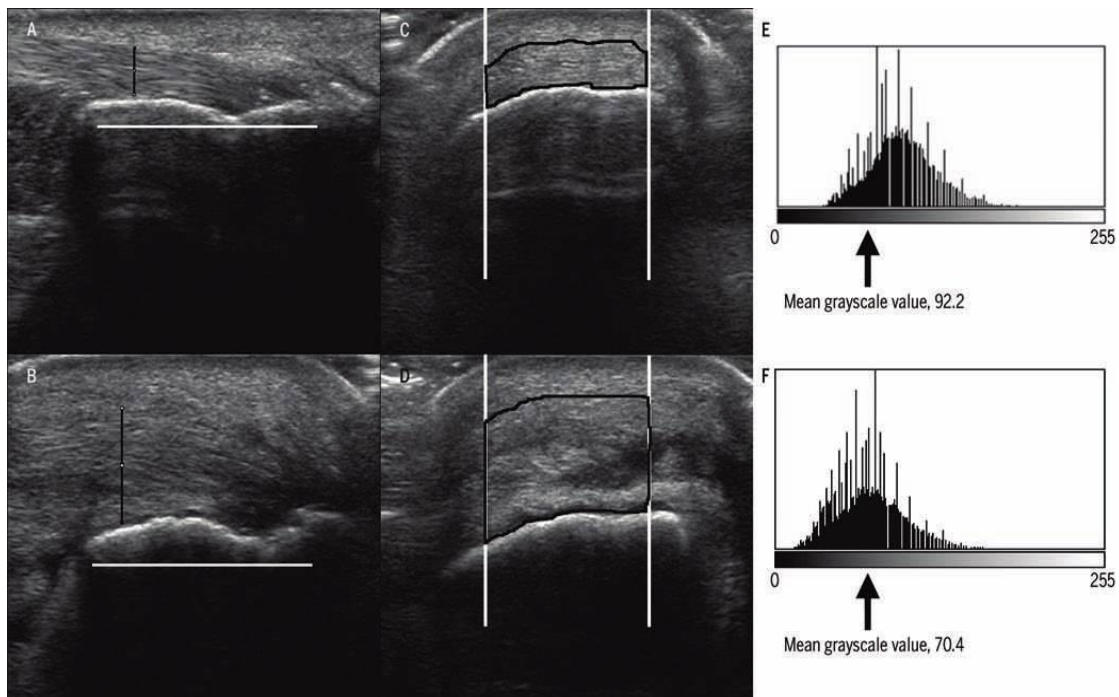


Figura 2. En la imagen b engrosamiento del tendón de más de 6 mm. Fuente: Chimenti RL, Flemister AS, Tome J, McMahon JM, Flannery MA, Xue Y, et al. Altered tendon characteristics and mechanical properties associated with insertional achilles tendinopathy (32)

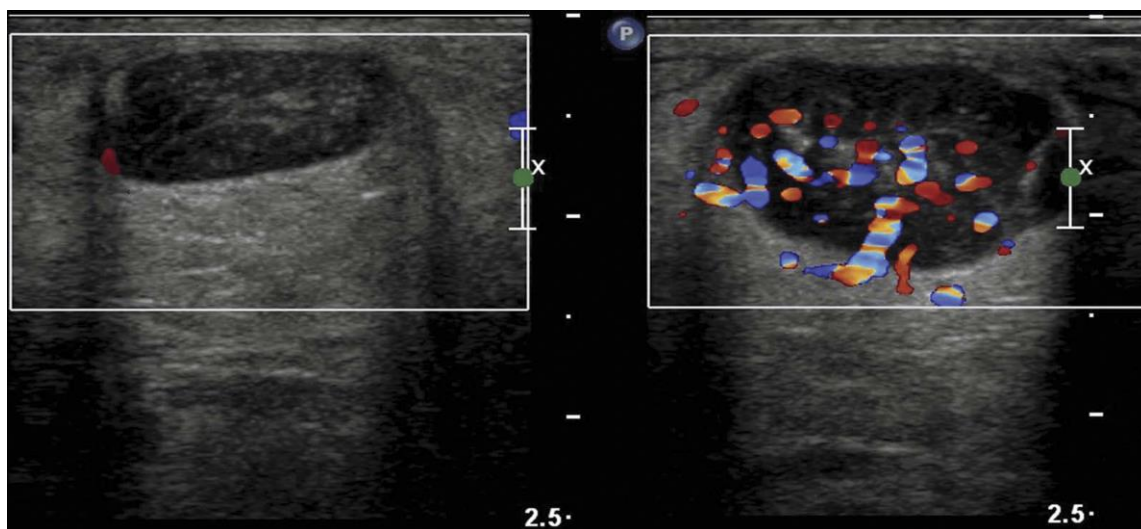


Figura 3. En la imagen Doppler contraste la imagen izquierda 3a es asintomática y en la imagen de la derecha 3b hay una marcada hiperemia que se cree que es causada por la presencia de neovascularización Fuente: Chen D, Caldera F, Kim W. Acute Achilles Tendinopathy Diagnosed with Ultrasound (31)

El dolor es uno de los síntomas principales en una tendinopatía Aquilea, de ahí la importancia de valorar el dolor en este tipo de patologías. El dolor es un dato muy subjetivo y una de las maneras de objetivarlo es con la utilización de un algómetro. (Figura4)

Este es un dispositivo, que se puede utilizar para identificar la cantidad de presión y/o fuerza para provocar el umbral de presión del dolor. La algometría es una herramienta viable, fiable y útil en la evaluación del diagnóstico y el tratamiento de los atletas. La medida que se utiliza son los kilopascales (Kpa).

La presión indicada en el algómetro aumenta cuando el dolor disminuye. Se dibuja un punto en el tendón donde tenga el dolor máximo para saber exactamente el punto de medición del dolor y el paciente nos indicará cuando refiere dolor en ese momento, quedando registrado en Kpa. (33)



Figura 4. Algómetro. Fuente: elaboración propia.

En el caso de la medición de la fuerza vamos a utilizar el dinamómetro (Figura 5). Este mide la fuerza que puede ser desarrollada por un músculo o grupo muscular en una acción muscular máxima. (34)

El movimiento isocinético, la velocidad es constante, normalmente se mide en $^{\circ}/s$ (grados/segundos). Por lo general, este tipo de movimiento se mide con un dinamómetro isocinético.

Tabla 3. Tipos de fuerza.

Tipos de fuerza.	
Fuerza máxima.	Es la fuerza máxima ante una determinada resistencia. Puede ser: fuerza máxima dinámica (concéntrico-excéntrico) y fuerza máxima estática.
Fuerza explosiva.	Es a una alta velocidad contracción en contra de una resistencia. Esa resistencia que supera determina la fuerza.
Fuerza resistencia.	Es la mezcla de resistencia y fuerza jugando un papel fundamental la duración de la resistencia que puede ser: corta duración, media duración o larga duración.

Fuente: Elaboración propia. (39)

Todas estas clasificaciones de fuerzas se pueden realizar en diferentes movimientos como movimiento isométrico, movimiento isocinético y movimiento isotónico.

Existe evidencia científica que las pruebas con dinamómetros isocinéticos son las más fiables para estudiar la fuerza. En este caso, lo realiza para medir la fuerza media y el momento de fuerza en la flexión plantar tanto en excéntrico como en concéntrico en atletas. El dinamómetro isocinético es de gran utilidad debido a de recogida de datos así como su fiabilidad y objetividad. (34-35)

El sistema de dinamometría, BTE-PRIMUS RS, es el que se va a utilizar para la valoración de la fuerza. Este equipo está diseñado para la evaluación objetiva.

Las contraindicaciones con el Equipo Primus RS son: Úlceras, esguince agudo, articulación inestable y heridas graves abiertas, (MANUAL BTE-PRIMUS).

Las unidades de medición son Newton-metros y se compara la fuerza de flexión plantar de lado sintomático con la fuerza de lado asintomático. (6)



Figura 5. Imagen de un dinamómetro BTE-PRIMUS. Fuente: Elaboración propia.

También cabe destacar la ayuda de los fisioterapeutas u otros profesionales para la prevención de este tipo de lesiones que, puede reducir el riesgo de estas con atención a la técnica, calentamientos suficientes, la corrección de factores intrínsecos y extrínsecos, ajustar la intensidad de trabajo, la frecuencia y duración de la actividad; con el objetivo de evitar el desarrollo de una lesión aguda a una condición crónica e incapacitante. (6)

El objetivo de este trabajo es valorar los cambios en el tendón en atletas con tendinitis Aquilea, tras la aplicación sobre el mismo de tratamiento habitual más EE y EC frente a la otra técnica en la que se aplicará tratamiento habitual más OC.

2. EVALUACION DE LA EVIDENCIA

Estrategia de búsqueda

Se realizaron búsquedas en los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2016 y se utilizaron las bases de datos: en Pubmed, Google académico, Pedro y Cochrane. Además, a través de la plataforma EBSCO se consultaron las bases de datos: Academic Search Complete y CINAHL.

En todas las búsquedas se limitó a estudios realizados en los últimos 5 años y que se encuentren a texto completo, combinando términos Mesh y términos libres.

Tras encontrar pocos artículos se filtró a 5 años, procedemos a realizar la misma búsqueda, pero esta vez aumentando el filtro a los 10 últimos años encontrando así suficientes artículos para realizar el estudio.

Pubmed se utilizó los siguientes términos libres ; physiotherapy / Physical Therapy Specialty, achilles tendon, athletes, track and field, protocols, anatomy, epidemiology, tendinopathy, ultrasonography, high energy shock wave, pressure algometry, eccentric, tendinopathy y pain measurement.

EBSCO los términos fueron: physiotherapy / Physical Therapy Specialty, athletes, track and field, protocols, anatomy, epidemiology, tendinopathy ultrasonography, , eccentric, tendinopathy pain measurement y high energy shock wave.

Google académico: achilles tendón, athlete, track and field, protocols, ultrasonography, high energy shock waves y pain measurement.

PEDro: achilles tendón, tendinopathy athlete, track and field, protocols ultrasonography, high energy shock waves, pain measurement y eccentric.

Cochrane: Achilles tendón , tendinopathy.

Tabla 4. Términos de búsqueda en DeSC, MeSH y términos libres.

Términos	DeSC	MeSH	Término libre
1 Ondas de choque			High energy Shock waves
2 Tendón de Aquiles	Achilles tendon	Achilles tendon	
3 Atleta	Athlete		
4 Atletismo	Track and field	Track and field	
5 Protocolo	Protocols	protocols	
6 Anatomía	Anatomy	Anatomy	
7 Fisioterapia		Physical Therapy Modalities	Physiotherapy
8 Dinámometro	Muscle Strength Dynamometer	Muscle Strength Dynamometer	BTE Primus
9 Prevalencia	Epidemiology	Epidemiology	
10 Tendinopatía	Tendinopathy	Tendinopathy	
11 Ecografía	Ultrasonography	Ultrasonography	
12 Algómetro	Pressure algometry	Pressure algometry	
13 excéntrico	eccentric	Eccentric	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Búsquedas bibliográficas en Ebsco términos MeSH

Ebsco	MeSH	Resultados
	2 and 3 and 10	22
	2 an10 and 13	4
	2 and 11	77

Fuente: Elaboración propia.

Artículos relevantes: 2

Tabla 5. Búsquedas bibliográficas en Ebsco términos no MeSH

Ebsco	No MeSH	Resultados
1	2 and 3 and 10 and 13	5

Fuente: Elaboración propia.

Artículos relevantes: 2

Tabla 6. Búsquedas bibliográficas en Cochrane Plus.

Cochrane Plus	libres	Resultados
1	2 and 10	3

. Fuente: Elaboración propia.

Artículos relevantes: 1

Tabla 7. Búsquedas bibliográficas en PEDro.

PEDro	Libres	Resultados
1	2 and 10	26
2	2 and 10 and 13	20
3	2 and 10 and 11	3
4	2 and 10 and 12	2

Fuente: Elaboración propia.

Artículos relevantes: 2

Tabla 8. Búsquedas bibliográficas en PubMed con términos MeSH.

PubMed	MeSH	Resultados
1	2 and 3 an 10 and 13	21
2	1 and 2 and 3 and 10	21
3	2 and 10 and 11	22
4	2 and 10 and 12	3
5	1 and 13	3

Fuente: Elaboración propia.

Artículos relevantes:. 5

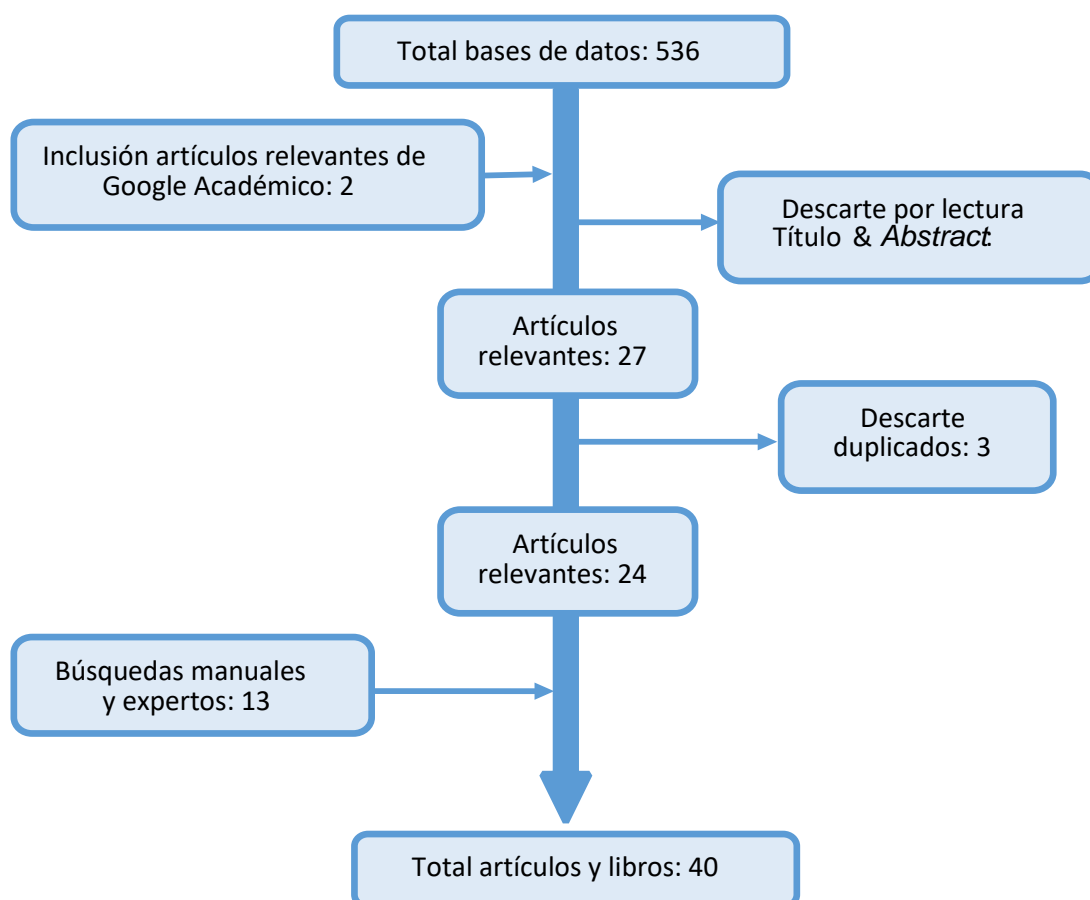
Tabla 9. Búsquedas bibliográficas en PubMed con términos no MeSH.

PubMed	No MeSH.	Resultados
2 and 3 and 10		53
2 and 3 and 10 and 13		8
2 and 10 and 1		13
2 and 10 and 11		91
2 and 12		52

Fuente: Elaboración propia.

Artículos relevantes: 7

2.2 Diagrama de flujo



Se utilizaron en las búsquedas la unión de dichos términos con los booleanos AND y OR.

3. OBJETIVO PRINCIPAL.

Valorar si la aplicación de tratamiento habitual más protocolo de EE- EC en el tendón de Aquiles con tendinitis provoca disminución del diámetro del tendón, aumento de fuerza y disminución del dolor frente a la aplicación de tratamiento habitual más OC en atletas con tendinitis aquilea.

3.1 OBJETIVOS SECUNDARIOS.

- Valorar la eficacia del EE-EC más tratamiento habitual frente a la técnica de OC más tratamiento habitual en la disminución del dolor en atletas con tendinitis aquilea.

- Valorar la eficacia del EE- EC más tratamiento habitual frente a la técnica de OC más tratamiento habitual en el aumento de la fuerza en atletas con tendinitis aquilea.

- Valorar la eficacia del EE EC más tratamiento habitual del frente a la técnica OC más tratamiento habitual en el aumento de grosor del tendón en atletas con tendinitis aquilea.

4. HIPÓTESIS

La técnica de OC aplicada en el tendón de Aquiles afecto de una tendinitis del mismo, aumenta más la fuerza y disminuye dolor y grosor del tendón que la aplicación de EE-EC en las mismas condiciones.

5. METODOLOGÍA.

5.1 DISEÑO.

Se llevará a cabo un estudio analítico experimental, controlado, aleatorizado dos grupos a simple ciego modificado.

Se utilizará un simple ciego modificado para realizar el estudio. Se ciega al evaluador que realizará todas las mediciones pre-tratamiento y post- tratamiento de todos los atletas. Es decir, no sabrá a que grupo pertenece cada sujeto de ambos grupos. Para ello vamos a utilizar dos hojas de recogida de datos una para el paciente y otra para el evaluador en la que no se va a indicar de qué tipo de tratamiento proviene. (Anexo 3)

Este estudio deberá respetar los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos según la Declaración de Helsinki de 1964, cuyo deber es, el promover y velar por la salud, bienestar y derechos de los pacientes por lo que no se encontrarán problemas éticos ya que los sujetos de estudio no estaban tratándose en ese momento de la patología de estudio. (36)

De este modo los atletas deben firmar un consentimiento informado de participación (Anexo 2) en que aceptan las condiciones expuestas y confirman estar libres de coacción.

Los participantes de este estudio serán perfectamente informados acerca del estudio, (Anexo 1) los beneficios, peligros, objetivos, métodos de la investigación, al igual que los perjuicios que se ocasionen, pudiendo ser libres de participar en él y de su abandono si lo ven conveniente revocando su consentimiento. Seleccionamos este tipo de estudio ya que vamos a hacer una intervención en nuestra muestra, con la que se pretende extrapolar este resultado fácilmente al resto de atletas que sufran de la misma patología. La distribución de los sujetos se va a realizar por orden aleatorio.

Los sujetos los dividiremos en dos grupos: grupo 1 y grupo 2.

- Al grupo 1 se le realizará técnica de tratamiento habitual más un protocolo de ejercicio EE Y EC para la tendinitis del tendón de Aquiles.
- Al grupo 2 se le realizará el tratamiento habitual más técnica de OC.

Respetándose así la intimidad y confidencialidad de los datos de los participantes, según la Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos de Carácter Personal. (37) Se conseguirá con la creación de dos bases de datos una que figure los datos personales de los atletas con un

código de identificación y otra para respetar la ley antes mencionada en la que sólo figure el código que relaciona a ese paciente sin estar sus datos personales, que será la que tenga el evaluador de las mediciones. (Anexo 3)

5.2 SUJETOS DEL ESTUDIO

La población a estudiar son atletas que corren distancias de medio fondo 800,1500 y 3000 metros que compiten a nivel nacional con licencia de atleta en la Federación Española de Atletismo. La población de estudio son atletas en distancias de medio fondo 800,1500 3000 metros que compiten a nivel nacional con licencia de atleta en la Federación Española de Atletismo, pertenecientes al grupo de entrenamiento de la escuela de atletismo de Fuenlabrada.

Muestreo: No probabilístico intencional. Se informa al entrenador del interés de nuestro estudio para atletas que sufran tendinopatía aquilea de su grupo de corredores.

Una vez diagnosticado el atleta, el fisioterapeuta coordinador se pondrá en contacto con el atleta para una primera entrevista, en la que se revisarán los criterios de inclusión y exclusión. Se entregará el consentimiento informado (Anexo 2), la información del estudio (Anexo 1) y tabla para rellenar sus datos (Anexo 3). En el caso de que el atleta cumpla los criterios de inclusión y firme el consentimiento, pasará a formar parte del estudio.

Tablas 11. Tablas de criterios de inclusión y exclusión.

Inclusión	Exclusión
Todo atleta diagnosticado por los servicios médicos de tendinopatía aquilea, con pérdida de fuerza, aumento del grosor del tendón y dolor al empezar los entrenamientos.	No deportista.
Sujetos que tengan dolor a la presión y palpación en tendón de Aquiles.	Sujetos que hayan tenido una cirugía previa o un traumatismo en la región.
Atletas que compiten a nivel nacional, de 16 a 40 años del grupo de entrenamiento de Pedro García.	Esguinces agudos.

Sujetos con dolor al correr en el tendón de Aquiles.	Heridas graves abiertas.
Dolor en la porción media del tendón.	Embarazo.
Sujetos con engrosamiento del tendón de Aquiles con más de 6 CM	Sujetos que hayan sido tratados con inyecciones de corticoides en 12 meses anteriores.
	Haber recibido tratamiento excéntrico previo al estudio 4 semanas antes de tratamiento
	Coagulopatías.
	Marcapasos.
	Tumor.
	Ingesta de antibióticos y estrógenos.

Fuente: Elaboración propia (12-13-17-28-6-26-32)

Tamaño de la muestra: para obtener el número de sujetos (n) que van a pertenecer a cada grupo del estudio utilizaremos la siguiente fórmula de tamaño muestral para contraste de hipótesis y comparación de medias:

$$n = \frac{2K * SD^2}{d^2}$$

K constante

SD= desviación típica

d= valor de la precisión

En la realización de estudios relacionados con el ámbito de la sanidad, se establece un valor estadístico (1-β) del 80% y un nivel de significación (α) del 5%, obteniendo así un valor de la constante K de 7,8 por la siguiente tabla:

Tabla 12. Nivel de significación y poder estadístico.

Poder estadístico (1-β)	Nivel de significación (α)		
	5%	1%	0,10%
80%	7,8	11,7	17,1
90%	10,5	14,9	20,9
95%	13	17,8	24,3
99%	18,4	24,1	31,6

Fuente: Elaboración propia

Para la variable dolor el tamaño de la muestra, se obtiene gracias al artículo (38) la precisión es de 62,6 y la desviación típica es de 104,1. Como resultado el número de sujetos mínimo para esta variable es de 43,1. (38)

Para la variable de momento de fuerza máximo isocinético el tamaño de la muestra, se obtiene gracias al artículo (35) la precisión es de 9,47 Nm y la desviación típica es de 7,26 Nm. Como resultado el número de sujetos mínimo para esta variable es de 9,2.

Para la variable de ecografía el tamaño muestra se obtiene gracias al artículo (32) la precisión es de 6 y la desviación típica es de 1,60. Como resultado el número de sujetos mínimo para esta variable es de 1,1. (32)

Según el cálculo muestral el número de sujetos que necesitamos para nuestro estudio es de 96 personas, al que le tenemos que añadir el 10% adicional por las posibles pérdidas que podamos tener.

Por lo que el total de sujetos que necesitaremos para nuestro estudio serán 98, 49 para el grupo 1 y otros 49 para el grupo 2.

5.3 VARIABLES

Las variables de este estudio se dividen en:

- Variables dependientes: la fuerza máxima isocinética, el dolor y el diámetro de grosor del tendón.
- Variables independientes: el tipo de tratamiento, siendo el grupo 1 tratamiento habitual más EE-EC y el grupo 2 tratamiento habitual más OC y el momento de medición, que consta de dos mediciones, un pre-tratamiento y otro post-tratamiento.

Tabla 13. Tipos de variables dependientes.

<u>Variable</u>	<u>Tipo</u>	<u>Clasificación</u>	<u>Escala</u>	<u>Valor</u>	<u>Medición</u>	<u>Unidad de medida</u>
Dolor	Cuantitativa	Continua	Razón		Algómetro	kPA
Momento de fuerza máxima isocinético	Cuantitativa	discreta	razón		Dinamómetro	Newton x metro Nm
Diámetro del tendón	Cuantitativa	continua	Razón		Ecografía	mm

Fuente: Elaboración propia. Resúmenes aclaratorios.

Tabla 14. Tipo variables independientes.

<u>Variable</u>	<u>Tipo</u>	<u>forma</u>	<u>Unidad de medida</u>	<u>Escala</u>
Tiempo	Independiente cualitativa	Pre-tratamiento Post tratamiento	Semanas	Nominal
Tipo de tratamiento	Independiente cualitativa	Grupo 1 EE -EC Grupo 2 OC	Semanas	

Fuente: Elaboración propia. Resúmenes aclaratorios.

5.4 HIÓTESIS OPERATIVAS

- Hipótesis operativa para el dolor:

- H0: No existen diferencias estadísticamente significativas de la medición del dolor en la tendinitis aquilea entre la aplicación de tratamiento habitual más EE-EC frente a la aplicación de tratamiento habitual más OC.
- H1: Existen diferencias estadísticamente significativas de la medición del dolor en la tendinitis aquilea entre la aplicación de tratamiento habitual más EE-EC frente a la aplicación de tratamiento habitual más OC.

Hipótesis operativa para el momento de fuerza máxima isocinética:

- H0: No existen diferencias estadísticamente significativas de la medición del momento de fuerza máxima isocinética en la tendinitis aquilea entre la aplicación de tratamiento habitual más EE-EC frente a la aplicación de tratamiento habitual más OC.
- H1: Existen diferencias estadísticamente significativas de la medición del momento de fuerza máxima isocinética en la tendinopatía aquilea entre la aplicación de tratamiento habitual más EE-EC frente a la aplicación de tratamiento habitual más OC.

Hipótesis operativa para el diámetro del grosor del tendón:

- H0: No existen diferencias estadísticamente significativas de la medición del diámetro del grosor del tendón entre la aplicación de tratamiento habitual más EE-EC frente a la aplicación de tratamiento habitual más OC.
- H1: Existen diferencias estadísticamente significativas de la medición del diámetro del grosor del tendón entre la aplicación de tratamiento habitual más EE-EC frente a la aplicación de tratamiento habitual más OC.

5.5 RECOGIDA, ANALISIS DE DATOS, CONTRASTE DE HIPOTESIS

Se va a medir el dolor, la fuerza máxima isocinética y el grosor del tendón. Sus unidades de medición serán el kPA, Nm y Mm.

A todos los sujetos tanto del grupo 1 como del grupo 2 del estudio se les realizará una medición pre-intervención y otra medición post-intervención. Después, se calculará la diferencia entre estas mediciones, es decir, la variable resultado y se hallará la media del grupo 1 y grupo 2 para su posterior análisis estadístico. Recogida de datos. (anexo 3)

Los datos recogidos de las mediciones se podrán guardar en una tabla.

Todos los datos obtenidos en las valoraciones medidas con algómetro, dinamómetro y ecografía se trasladarán al programa estadístico SPSS, versión 23.0, donde posteriormente se realizará su análisis

En primer momento, se realizará un análisis descriptivo de los datos para nuestras variables dependientes cuantitativas incluyendo: media, desviación típica, máximo, mínimo y rango.

Y para las variables cualitativas: frecuencia absoluta y frecuencia relativa. En vista a los resultados se comprobará si los grupos de estudio son semejantes entre sí o si la posible variabilidad de los datos se debe a la variable independiente tipo de tratamiento, realizándose un análisis descriptivo y un posterior contraste de hipótesis.

Se realizará una comparación de medias de la valoración inicial y final de cada grupo para cada una de las variables. Se hallará la diferencia de las medias entre la variable inicial y final de cada grupo y para cada variable, con el objetivo de tener la variable resultado. Se comparará posteriormente las dos variables resultados de los dos grupos.

A continuación, se llevará a cabo un análisis estadístico inferencial, en el que se realizará un contraste de hipótesis de muestras no relacionadas de comparación de medias.

Al ser la muestra mayor de 30 sujetos, debemos realizar la prueba de Kolmogorov-Smirnov y, posteriormente, el Test de Levene para comprobar la homogeneidad de varianzas en el caso de que la muestra se distribuya de manera normal.

Gracias a estos dos test podemos comprobar si los datos siguen una distribución para saber qué test paramétrico o no paramétrico debemos usar, fijándonos en el valor de la p:

- $p > 0,05$: Existe una distribución normal. Para este tipo de casos se realizará una prueba paramétrica T-student para muestras independientes.

- $p < 0,05$: No existe una distribución normal de la variable. Para este otro tipo de casos se realizará una prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para muestras independientes.

Test de Levene para comprobar la homogeneidad de varianzas.

- $p > 0,05$ se asume homogeneidad de varianzas
- $p < 0,05$ no se asume homogeneidad de varianzas

El contraste de hipótesis es tanto prueba paramétrica T-student como una prueba no paramétrica U de Mann-Whitney

- Si $p < 0,05$: Significa que hay diferencias estadísticamente significativas, por lo cual podemos rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa
- Si $p > 0,05$: Significa que no existen diferencias estadísticamente significativas, por lo cual no podemos rechazar la hipótesis nula.

5.6 LIMITE DE ESTUDIO

Unas limitaciones pueden ser los recursos económicos para el proyecto y el número de profesionales que necesitamos para llevar a cabo el mismo.

Los tiempos de tratamiento para el grupo 1 y grupo 2 son diferentes y esto a la hora de desarrollar el proyecto no se tuvo en cuenta y podría dar diferentes datos de evolución por ello.

Otra limitación del estudio podría ser el poco tiempo libre que disponen estos atletas para acudir al tratamiento, dado que unos no se realizarán en el lugar y hora habitual de los atletas.

5.7. EQUIPO INVESTIGADOR

- Fisioterapeuta coordinador del estudio.
- Fisioterapeuta experto en el concepto ondas de choque y EE Y EC que realice la intervención al grupo 1 y grupo 2.
- Un médico deportivo que deriva hacia el fisioterapeuta coordinador.
- Un analista que lleve a cabo el análisis de datos.

6. PLAN DE TRABAJO

6.1. DISEÑO DE LA INTERVENCIÓN

Para realizar el estudio, se necesitan un total de 98 sujetos afectados de tendinopatía Aquiles del grupo de entrenamiento de la escuela de atletismo de Fuenlabrada.

Al iniciar el proyecto pasaremos a ponernos en contacto con el grupo de entrenamiento de escuela de atletismo de Fuenlabrada para el traspaso de los atletas que sufran una tendinopatía aquilea a los servicios médicos. Una vez derivados por los mismos y cumpliendo los criterios de inclusión y exclusión estipulados pasarán a formar parte de nuestro estudio.

Tras la obtención de la muestra, se hará una aleatorización con el programa Excel® para su división en 49 atletas en el grupo 1 y 49 atletas grupo 2. Una vez dividida la muestra, el coordinador se dispondrá a reunir al equipo investigador para explicar la labor de cada uno de los participantes y el objetivo buscado.

Posteriormente se convocará a los atletas en el polideportivo Fermín Cacho de Fuenlabrada, donde el coordinador del proyecto e investigador principal, les explicará en que consiste el estudio y resolverá las posibles dudas que existan al respecto. Se reunirá a cada uno de los participantes de forma individual para explicarles el procedimiento (fechas de medición, tipo de medición y tipo de intervención del grupo en el que se encuentran). Una vez explicada la progresión del estudio y las posibles dudas que los sujetos puedan tener se les pasará a cada uno de ellos una hoja de información al paciente (Anexo1) y un consentimiento informado (Anexo2) que deben ser firmados para poder comenzar el estudio. Además, se les pasará una hoja de recogida de datos y una tabla de recogida de datos (Anexo 3) en las que se le asignará un código de identificación, el coordinador de proyecto anotará el grupo en el que se encuentra y dispondrá de 6 meses para reunir a los sujetos.

Los participantes fueron citados de acuerdo a su disponibilidad para la primera medición de fuerza, dolor y grosor del tendón en el Laboratorio de Biomecánica de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia de San Juan de Dios en Ciempozuelos. En esta primera cita deben traer firmado el (Anexo 1), (Anexo 2) y rellenado el (Anexo 3).

En cuanto a mediciones

Las mediciones que se llevan a cabo en el estudio se realizarán con un dinamómetro, algómetro y ecografía.

Para llevar a cabo la medición (momento de la fuerza máxima isocinética) será medida con un dinamómetro isocinético BTEPRIMUS RS. El atleta se debe colocar en decúbito prono en la camilla con la pierna relajada y calzado. Se utilizará la herramienta 701 (figura 6), un soporte de estabilización (figura 7) y se regulará la longitud del brazo de palanca para coincidir con la articulación del tobillo (se toma de referencia el maléolo) para llevar a cabo la medición (19). La unidad de medida será en Nm. (4).



Figura 6 y 7. Herramienta 701 y soporte de estabilización. Fuente Elaboración propia.

El protocolo de medición que se llevará a cabo será:

- Primero, se realizará el auto-calibrado del dinamómetro antes del comienzo de cada sesión de medición.
- Segundo, se continuará el protocolo incluido en el sistema, iniciándose la familiarización con el isocinético mediante un Test de Calentamiento concéntrico/excéntrico con 5 repeticiones. De esta forma calentamos la estructura muscular que posteriormente la pediremos una fuerza máxima y aseguramos que el efecto aprendizaje no se produzca.
- Tercero, una vez esté colocado el paciente, se llevará a cabo la medición de la flexión plantar tanto en concéntrico como en excéntrico. Para la contracción concéntrica la prueba se desarrollará a una velocidad de 60°/s en un rango articular de -20/0°/35°. Se realizarán 10 repeticiones y se hará 4 veces, tomando como resultado el valor de momento de fuerza máximo obtenido en una de las 3 pruebas.

Para la excéntrica se utilizará el mismo rango, la velocidad de la prueba será de 60°/s para el mismo grupo muscular. Al igual que para la contracción concéntrica, se realizarán 4 series de 10 repeticiones y se tomará el dato de momento de fuerza máximo obtenido en una de las cuatro pruebas como resultado.

Los datos serán apuntados con el nombre del paciente y su código de identificación y se encargará el fisioterapeuta coordinador del proyecto de realizarlo.

Para la medición del dolor se utiliza un algómetro digital tipo (Strain-Gauge type I) que mide el Umbral de Dolor a la presión. El atleta se tumbará en posición decúbito prono. Se realizará colocando la punta de la sonda del algómetro sobre el punto de mayor sensibilidad en la porción media del tendón de Aquiles hasta que el atleta nos indique el momento de dolor. El umbral del dolor a la presión será medido 3 veces con un intervalo de descanso aproximadamente de 30 segundos entre las mediciones. El algómetro es calibrado de fábrica. Las unidades de medida serán (kPa). (34)

Para la medición del grosor del tendón del atleta, el atleta se tumbará en la camilla decúbito prono, el médico realizará la medición de manera transversal y aplicando gel de ultrasonido. Se debe tener cuidado de no perder el contacto de sonda-tejido para que no suceda la anisotropía.

Se debe mediante la realización de cortes transversos recorrer la unión miotendinosa, la unión osteotendinosa y el cuerpo tendinoso.

Una vez obtenida la imagen ecográfica se guardarán en el programa diferentes imágenes tanto de la ecografía normal como Doppler.

Una vez realizada la medición y una vez introducidos los datos obtenidos en la tabla correspondiente de recogida de datos, comenzaremos con el tratamiento, el cual se llevará a cabo durante 12 semanas, siendo así la distribución:

Tabla 15. Organización de grupo 1 y grupo 2

Grupo	Días de tratamiento	Tipo de tratamiento	Lugar
1	Lunes, miércoles y viernes.	Tratamiento habitual y EE-EC.	Polideportivo Fermín Cacho de Fuenlabrada.
2	Lunes.	Tratamiento habitual y OC.	Laboratorio de Biomecánica de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios, Universidad Pontificia Comillas.

Fuente: Elaboración propia. EE-EC ejercicio concéntrico y ejercicio excéntrico. OC ondas de choque

Para la realización del estudio se comparará después de las 12 semanas de tratamiento la medición pre-intervención con los resultados de la medición post-intervención, por lo tanto, una vez finalizadas las 12 semanas acudirán de nuevo al laboratorio de Biomecánica donde se seguirá el mismo protocolo de medición que en la primera cita.

En cuanto a los tratamientos.

El estudio tendrá una duración de 12 semanas, ya que será necesario que cada paciente acuda al gimnasio para la realización del estudio tres veces en semana en el caso de grupo 1 y una vez en semana en el grupo 2.

La forma de tratar esta lesión consistirá en el siguiente tratamiento habitual que se llevará a cabo en los dos grupos de tratamiento específicos:

- Reposo
- Medicamentos (analgésicos)
- Masoterapia de la musculatura del tríceps sural
- Movilizaciones del tendón para quitar adherencias
- Estiramiento
- Modalidades de fisioterapia como ultrasonido o electroestimulación (17)

Grupo 1 EE-EC

Este grupo, siguiendo las sugerencias de *Alfredson*, se compone de los sujetos a los que se les realizará el tratamiento habitual más protocolo EE-EC realizando el mismo 3 veces por semana. Se comenzará realizando 3 series de 10 repeticiones instruidos en 8 segundos de bajada y 2 minutos de descanso entre serie. La posición será de pie y con todo el peso del cuerpo sobre la parte delantera del pie, (1 -26) el atleta debe bajar hasta una dorsiflexión máxima con la rodilla en extensión. (Figura 8)

Para EC con carga máxima se realizará a partir de la 9ª semana. Se realizará 15 repeticiones 3 veces por semana utilizando un equipo de resistencia en un centro de fitness. Cada sesión consta de 2 ejercicios con las dos piernas: el talón se eleva con la resistencia de la máquina de soleo en las rodillas (Figura 9) y el talón se eleva con la rodilla recta de pie con el barbell en los hombros (Figura10). Los pacientes completarán 3 o 4 conjuntos en cada ejercicio con 2 o 3 minutos de descanso entre series. El número de repeticiones disminuye, y la carga cada semana se aumenta gradualmente, a medida que el tendón se intensifica. (26-14)

La siguiente tabla muestra una progresión orientativa. Por supuesto, los pacientes deberán comunicar que dolor sienten o como se encuentran respecto de la sesión anterior para ajustar de forma personal la carga.



Figura 9. Elevación de rodillas en la máquina de soleo.

Fuente Elaboración propia.



Figura 10. Flexión plantar con rodillas rectas y barbell con carga en los hombros.

Fuente.Elaboración propia.

Grupo 2

El tratamiento tendrá una duración de 12 semanas, para ello necesitaremos que el atleta acuda una vez en semana a la Escuela de Enfermería y Fisioterapia de San Juan de Dios de la Universidad Pontificia de Comillas.

En la primera semana se explicará el tratamiento y de la semana 2^a a la 8^a recibirá una sesión de tratamiento en cada una de ellas. La dosificación será en las primeras semanas de niveles bajos de energía, y con el paso de las sesiones aumentará progresivamente de una sesión a otra.

No se aplicará hielo ni antes ni después y no realizará actividad física durante las dos primeras semanas. Debido a que estos deportistas no pueden dejar de practicar deporte, en las sucesivas semanas realizarán deportes alternativos al atletismo.

Para la correcta aplicación del tratamiento se colocará al paciente en posición decúbito prono, colocándose el cabezal en el punto doloroso y empleando de 1000 a 2000 disparos con una presión de 2,0 a 3,0 bares y una frecuencia de 15 -18 hertzios Hz. Por la zona de la musculatura contigua emplearemos de 2000 -3000 disparos con una presión de 1,8 a 3,0 bares y una frecuencia de 15 Hz. Aplicación directa sobre el punto más doloroso con gel de ultrasonidos. (Figura 11)



Figura 11. Aplicación de OC en el punto más doloroso del tendón de Aquiles.

Fuente Elaboración propia.

Tabla 16. Protocolo EE-EC Y OC

	Grupo 1/EE/LUNES/X/VIERNES	Grupo 2 /OC /LUNES
Semana 1	EE el peso soportado equitativamente sin carga.	Tratamiento habitual.
Semana 2	EE caída de peso libre sin carga con velocidad elevada.	Tratamiento habitual.
Semana 3	EE caída lenta y velocidad lenta con carga bilateral.	Cabezal de 15 mm, 1000 a 2000 disparos, 2-3 bar, 15-18 Hz y aplicación directa sobre la piel.
Semana 4	EE caída más rápida con carga bilateral.	Cabezal de 15 mm, 1000 a 2000 disparos, 2,0 a 3,0 bar, 15-18 Hz y aplicación directa sobre la piel.
Semana 5	EE caída lenta y velocidad lenta con apoyo unipolar de la pierna sintomática.	Cabezal de 15 mm, 1000 a 2000 disparos, 2,0 a 3,0 bar, 15-18 Hz y aplicación directa sobre la piel (27-28)
Semana 6	EE caída rápida y apoyo unipolar de la pierna sintomática.	Cabezal de 15 mm, 1000 a 2000 disparos, 2,0 a 3,0 bar, 15-18 Hz y aplicación directa sobre la piel.
Semana 7	EE caída lenta y con carga en la pierna sintomática.	
Semana 8	EE caída rápida con carga bilateral con 10% del peso corporal.	Cabezal de 15 mm, 1000 a 2000 disparos, 2,0 a 3,0 bar, 15-18 Hz y aplicación directa sobre la piel.

Semana 9	EE-EC en la máquina de soleo trabajando tanto en excéntrico como en concéntrico con ambas piernas. Imagen 9.	
Semana 10	EE-EC el talón se eleva con la rodilla recta de pie con el barbell en los hombros. Imagen imagen.10.	Cabezal de 15 mm, 1000 a 2000 disparos, 2,0 a 3,0 bar,15-18 Hz y aplicación directa sobre la piel.
Semana 11	EE-EC en la máquina de soleo trabajando tanto en excéntrico como en concéntrico con ambas piernas con más carga.	
Semana 12	EE-EC talón se eleva con la rodilla recta de pie con el barbell en los hombros con más carga.	Cabezal de 15 mm, 1000 a 2000 disparos, 2,0 a 3,0 bar,15-18 Hz y aplicación directa sobre la piel

Fuente: Elaboración propia (1-24-26-27-28) EE-EC ejercicio concéntrico y ejercicio excéntrico. OC ondas de choque. Hz Herzios

6.3 ETAPAS DE DESARROLLO

Tabla 11. Cronograma de trabajo.

Tareas	Fecha / Tiempo de desarrollo
Realización del proyecto (diseño y redacción).	Sept 2017 – abril 2018 (8 meses)
Reunión del equipo investigador y división de tareas.	2 de abril de 2018 (1 día)
Selección de la muestra y reclutamiento de los atletas.	Abril 2018 – Sept 2018 (6 meses). Hasta completar la muestra. Idealmente 2 meses.
Cita individual con cada atleta (hoja de información, consentimiento informado, recogida de datos personales y cumplimentación recogida de datos).	3 - 8 de septiembre de 2018 (5 días).
Valoración por ecografía, fuerza y dolor primera medición (pre-intervención) medición de variables.	9 - 14 de septiembre de 2018 (5 días).
Comienzo del tratamiento.	Sept 2018 – diciembre 2018 (12 semanas).
Valoración por ecografía, segunda medición (post-intervención) y cumplimentación de recogida de datos.	1 - 6 de enero 2019 (5 días).
Análisis de datos.	6 - 30 de enero de 2019 (24 días).
Redacción de las conclusiones finales.	1 - 21 de febrero de 2019 (3 semanas).

Fuente: Elaboración propia.

6.4 DISTRIBUCION DE TAREAS DEL EQUIPO INVESTIGADOR:

- Investigador principal y coordinador. Graduado en fisioterapia por la Universidad Pontificia Comillas. Encargado de la elaboración, diseño y redacción del proyecto. Se encarga de seleccionar al equipo investigador, coordinar reuniones para la división de tareas, seleccionar la muestra y los sujetos que la componen, además de cumplimentar su información.
- Un fisioterapeuta encargado de realizar la intervención de EE- EC en el grupo 1 y encargado de realizar la intervención OC en el grupo 2
- Un médico deportivo de la federación de atletismo española para comprobar el estado de la lesión, diagnóstico previo al comienzo del estudio y un diagnóstico final previo al alta encargado de hacer las mediciones del grosor del tendón de Aquiles pre-intervención y post - intervención, medición del dolor y medición de la fuerza isocinéticos.
- Ingeniero estadístico. Realizará el proceso aleatorio de selección y analizar los datos con el programa SPSS® 20.0.

6.5. LUGAR DE REALIZACIÓN DEL PROYECTO.

Las mediciones, recogida de datos e intervención del grupo 2 se realizarán en el Laboratorio de Biomecánica de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios, Universidad Pontificia Comillas, Av. San Juan de Dios, 1, 28350. Ciempozuelos (Madrid).

En cuanto a la intervención de los atletas del grupo 1 se llevará a cabo en el polideportivo Fermín Cacho de Fuenlabrada.

7. BIBLIOGRAFIA

1. Jurado Bueno A. Tendón : valoración y tratamiento en fisioterapia. ; Barcelona : Paidotribo; Edición: 1 cop. 2008.
2. Waldecker U, Hofmann G, Drewitz S. Epidemiologic investigation of 1394 feet: Coincidence of hindfoot malalignment and achilles tendon disorders. *Foot Ankle Surg.* 2012;18(2):119-23
3. Cassel M, Baur H, Hirschmüller A, Carlsohn A, Fröhlich K, Mayer F. Prevalence of achilles and patellar tendinopathy and their association to intratendinous changes in adolescent athletes. *Scand J Med Sci Sports.* 2014;12(4): 118-78.
4. Carcia CR, Martin RL, Houck J, Wukich DK. Achilles pain, stiffness, and muscle power deficits: achilles tendinitis. *J Orthop Sports Phys Ther* 2010 ;40(9):178-99.
5. Frizziero A, Vittadini F, Fusco A, Giombini A, Gasparre G, Masiero S. Efficacy of eccentric exercise for lower limb tendinopathies in athletes. *J Sports Med Phys Fitness* 2015;26(4):456-67.
6. Chessin M. Achilles Tendinosis Stopping the Progression to Disability. *J Dance Med Sci* 2012;16(3):109-15.
7. Chang HJ, Burke AE, Glass RM. JAMA patient page. achilles tendinopathy. *JAMA.* 2010;303(2):188-96.
8. Fernández Chinchilla J. Actualizaciones en regeneración muscular y tendinosa En: Libro de Ponencia: ponencias XXI Jornadas de Fisioterapia (Madrid, 2011). Fisioterapia y deporte. 2011.
9. Mani-Babu S, Morrissey D, Waugh C, Screen H, Barton C. The effectiveness of extracorporeal shock wave therapy in lower limb tendinopathy: a systematic review. *Am J Sports Med* 2015;43(3):752-61.
10. Wiegerinck JI, Kerkhoffs GM, van Sterkenburg MN, Sierevelt IN, van Dijk CN. Treatment for insertional achilles tendinopathy: A systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(6):1345-355.
11. Jiménez Martín F, Alonso Valdazo MD, Díaz Peña G, Fernández Leroy J, Hernández Herrero D, Díaz García F. Haglund's syndrome. Two case reports. *Reumatol Clin* 2016;8(3):876-89.
12. Kearney RS, Parsons N, Metcalfe D, Costa ML. Terapias de inyección para tendinopatía aquilea. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2015; 25(1):15
13. Elengard T, Karlsson J, Silbernagel KG. Aspects of treatment for posterior heel pain in young athletes. *Open Access J Sports Med.* 2010;1(5):223-32.
14. El Khoury L, Posthumus M, Collins M, Handley CJ, Cook J, Raleigh SM. Polymorphic variation within the ADAMTS2, ADAMTS14, ADAMTS5, ADAM12 and TIMP2 genes and the risk of Achilles tendon pathology: a genetic association study. *J Sci Med Sport* 2013;16(6):493-98.
15. Magnan B, Bondi M, Pierantoni S, Samaila E. The pathogenesis of achilles tendinopathy: A systematic review. *Foot Ankle Surg.* 2014;20(3):154-59.

16. September AV, Posthumus M, Collins M. Application of genomics in the prevention, treatment and management of achilles tendinopathy and anterior cruciate ligament ruptures. *Recent Pat DNA Gene Seq.* 2012;6(3):216-23.
17. Gerdesmeyer L, Mittermayr R, Fuerst M, Al Muderis M, Thiele R, Saxena A, et al. Current evidence of extracorporeal shock wave therapy in chronic Achilles tendinopathy. *Int J Surg* 2015;24(6):154-59.
18. Yu J, Park D, Lee G. Effect of eccentric strengthening on pain, muscle strength, endurance, and functional fitness factors in male patients with achilles tendinopathy. *Am J Phys Med Rehabil* 2013 ;92(1):68-7.
19. Jonge S, van dB, de Vos RJ, et al. Incidence of midportion achilles tendinopathy in the general population. *Br J Sports Med.* 2011;45(13):1026-028.
20. Argoti R, Andrés D. Análisis multicéntrico del tipo de calzado deportivo y su relación con la pisada en atletas que realizan su entrenamiento en distintos parques del Distrito Metropolitano de Quito. Pontificia Universidad Católica del Ecuador 2014.
21. Heiderscheid BC, Chumanov ES, Michalski MP, Wille CM, Ryan MB. Effects of step rate manipulation on joint mechanics during running. *Med Sci Sports Exerc* 2011 ;43(2):296-30.
22. Childress MA, Beutler A. Management of chronic tendon injuries. *Am Fam Physician.* 2013;87(7):486-490.
23. Magnusson SP, Langberg H, Kjaer M. The pathogenesis of tendinopathy: balancing the response to loading. *Nat Rev Rheumatol* 2010 ;6(5):262-268.
24. Rompe JD, Furia J, Maffulli N. Eccentric loading compared with shock wave treatment for chronic insertional achilles tendinopathy. A randomized, controlled trial. *J Bone Joint Surg Am* 2008 ;90(1):52-61.
25. Sans N, Lapègue F. *Ecografía musculoesquelética*. London: Elsevier Masson; 1, 2011.
26. Beyer R, Kongsgaard M, Hougs Kjær B, Øhlenschläger T, Kjær M, Magnusson SP. Heavy Slow Resistance Versus Eccentric Training as Treatment for Achilles Tendinopathy: A Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med* 2015;43(7):1704-71.
27. Wang L, Qin L, Lu H, Cheung W, Yang H, Wong W, et al. Extracorporeal shock wave therapy in treatment of delayed bone-tendon healing. *Am J Sports Med* 2008 ;36(2):340-47.
28. Berta L, Fazzari A, Ficco AM, Enrica PM, Catalano MG, Frairia R. Extracorporeal shock waves enhance normal fibroblast proliferation in vitro and activate mRNA expression for TGF-beta1 and for collagen types I and III. *Acta Orthop* 2009 ;80(5):612-17.
29. Frizziero A, Trainito S, Oliva F, Nicoli Aldini N, Masiero S, Maffulli N. The role of eccentric exercise in sport injuries rehabilitation. *Br Med Bull* 2014 ;110(1):47-75.
30. van Ark M, Cook JL, Docking SI, Zwerver J, Gaida JE, van den Akker-Scheek I, et al. Do isometric and isotonic exercise programs reduce pain in athletes with patellar tendinopathy in-season? A randomised clinical trial. *J Sci Med Sport* 2016 ;19(9):702-06.
31. Chen D, Caldera F, Kim W. Acute Achilles Tendinopathy Diagnosed with Ultrasound. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* 2014 Jun;93(6):548-549.
32. Chimenti RL, Flemister AS, Tome J, McMahon JM, Flannery MA, Xue Y, et al. Altered tendon characteristics and mechanical properties associated with insertional achilles tendinopathy. *J Orthop Sports Phys Ther* 2014 ;44(9):680-89.

33. Wilgen Van P, Noord R, Zwerver J. Feasibility and reliability of pain pressure threshold measurements in patellar tendinopathy. *Journal of Science and Medicine Sport*. 2011; 14:(6) 477-81 .
34. Shechtman O, Hope LM, Sindhu BS. Evaluation of the torque-velocity test of the BTE-Primus as a measure of sincerity of effort of grip strength. *J Hand Ther* 2007 ;20(4):326-34;.
35. Jaeho Y, Daesung P, Gyuchang L. Effect of eccentric strengthening on pain, muscle strength, endurance, and functional fitness factors in male patients with achilles tendinopathy. *Am J Phys Med Rehabil*. 2013; 92(7)68-76.
36. Mundial AM. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Declaración de Helsinki.Finlandia, junio 1964.
37. DE ESPAÑA, JUAN CARLOS I REY. Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal. BOE núm 2006;2981999.
38. Teys P, Bisset L, Vicenzino B. The initial effects of a Mulligan's mobilization with movement technique on range of movement and pressure pain threshold in pain-limited shoulders. *Man Ther* 2008;13(1):37-42.
39. Rodríguez García P. Fuerza, su clasificación y pruebas de valoración. *Revista española de medicina de la educación física y el deporte*.1997;6(4):142-54.
40. Cook JL, Purdam CR. Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy. *Br J Sports Med* 2009 Jun;43(6):409-16

8. ANEXO

8.1 ANEXO 1. HOJA DE INFORMACION DEL PACIENTE

HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE

El presente documento que usted está leyendo le da derecho a conocer el procedimiento al que va a ser sometido como participante en este estudio, haciéndole conocedor de los objetivos, métodos, ventajas, inconvenientes y las complicaciones más frecuentes que puedan ocurrir. De este modo, con la firma del presente documento, ratifica que se le ha informado de todos los riesgos derivados del estudio. Para ello, rogamos lea este documento con atención y en caso de duda no dude en preguntarnos para que le podamos aclarar las posibles dudas que pudieran surgir. Así mismo, le recordamos que, para formar parte del mismo, deberá firmar el consiguiente consentimiento informado que se presenta a continuación.

La participación en este estudio es absolutamente voluntaria y podrá abandonar el estudio en cualquier momento si así lo desea.

DATOS DEL INVESTIGADOR:

- Nombre y Apellidos: Saúl Blanco Bayona.
- Centro: Laboratorio de Biomecánica de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia de San Juan de Dios de la Universidad Pontificia de Comillas.
- Dirección de contacto: Avenida de San Juan de Dios, 1, 28350, Ciempozuelos (Madrid)
- Teléfono: 626463018
- Email: blanco_bayona@hotmail.com

DATOS DE LA INVESTIGACIÓN:

Para garantizar el anonimato de los datos, se ha contado con dos bases de datos: una con los datos personales, nombre del paciente y código de identificación asignado a cada uno, a la que solo tendrá acceso el investigador principal, y otra con el código de identificación de cada paciente en la que tendrá acceso la persona que evaluará e interpretará los datos que será el médico.

FUNDAMENTO

Este estudio pretende valorar la influencia que tiene aplicar dos técnicas como son las ondas de choque y el ejercicio excéntrico-concéntrico como complemento al tratamiento habitual en las tendinitis Aquilea de atletas y comprobar si son efectivas mediante mediciones objetivas del dolor, grosor del tendón y fuerza.

Objetivos y beneficios del estudio: se valorará los beneficios del tratamiento habitual más ondas de choque frente al tratamiento habitual más ejercicio excéntrico concéntrico, para determinar cuál es más efectivo para el manejo de la tendinopatía Aquilea en atletas.

El tratamiento tendrá una duración de 12 semanas y las mediciones se llevarán a cabo al principio y al final del estudio.

- El primer día que acuda a realizar las mediciones al Laboratorio de Biomecánica de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios, Universidad Pontificia Comillas, Av. San Juan de Dios, 1, 28350 Ciempozuelos (Madrid) deberá portar el cuestionario de recogida de datos cumplimentado que se le entregó. Los datos del peso y talla correspondientes se medirán en esa primera cita.

Las mediciones durarán aproximadamente 40 minutos.

A continuación, paso a describirlas.

1. VALORACIÓN

1.1 Medición del dolor

Para la medición del dolor se hace presión con un algómetro digital sobre la porción media del tendón de Aquiles. Para ello, usted se colocará tumbado boca abajo en una camilla. El fisioterapeuta palpará el dolor máximo en la porción media del tendón de Aquiles y señalará el punto de mayor sensibilidad en él con una cruz. A continuación, el fisioterapeuta colocará la punta de la sonda del algómetro sobre el punto señalado y el estímulo de presión se aplicará hasta que note dolor. Este procedimiento se repetirá 3 veces y se anotarán los datos en dos fases: una antes de empezar el tratamiento y otra cuando haya finalizado, y se hallará el valor medio.

1.2 Medición de la variable fuerza

Se le realizarán unas mediciones de la fuerza máxima mediante un dispositivo de dinamometría isocinética y se le explicarán los pasos a seguir durante la prueba. Toda la medición se llevará a cabo con las zapatillas puestas.

Primero, se realizará un test de calentamiento de flexión y extensión del tobillo para que se familiarice con la máquina. Usted se colocará tumbado boca abajo y con el tobillo estabilizado.

Segundo, una vez usted esté colocado boca abajo se llevará a cabo la medición de la flexión plantar, tanto en concéntrico, como en excéntrico. Para la contracción concéntrica y excéntrica, la prueba se desarrollará a una velocidad de 60°/s en un rango articular de -20/0°/35°. Se realizarán 15 repeticiones con descanso de 12 segundos y se hará 3 veces, tomando como resultado el valor de momento de fuerza máximo obtenido en una de las 3 pruebas.

1.3 Medición ecografía

La medición del grosor se va a realizar con un ecógrafo. Usted se tumbará en la camilla decúbito prono, y el médico realiza la medición de transversal y aplicando gel de ultrasonido.

Mediante la realización de cortes transversos se debe recorrer la unión miotendinosa, la unión osteotendinosa y el cuerpo tendinoso.

Una vez obtenida la imagen ecográfica se guardan en el programa diferentes imágenes tanto de la ecografía normal como Doppler.

Todas las mediciones serán pre-tratamiento y post-tratamiento. Para ello vamos a utilizar dos hojas de recogida de datos para el evaluador en la que no va a indicar de qué tipo de tratamiento proviene y otra para el coordinador del proyecto que vendrá de que tipo de tratamiento proviene.

Una vez pasadas las 12 semanas de intervención, será citado nuevamente para realizar la segunda medición en el Laboratorio de Biomecánica donde se seguirá el mismo protocolo de medición que en la primera cita.

De los datos apuntados con el nombre del paciente y su código de identificación se encargará el fisioterapeuta coordinador del proyecto.

2. TRATAMIENTO

Debe respetar los horarios establecidos, de forma que el horario que escoja para su intervención será siempre el mismo, evitando así dificultades y alteraciones en el estudio.

Una vez realizada la medición y una vez introducidos los datos obtenidos en la tabla correspondiente de recogida de datos, comenzaremos con el tratamiento, el cual se lleva a cabo durante 12 semanas, siendo así la distribución:

- Lunes, miércoles y viernes los atletas del grupo 1 trabajarán ejercicio excéntrico y ejercicio concéntrico en el polideportivo Fermín Cacho de Fuenlabrada
- Lunes los atletas del grupo 2 trabajarán ondas de choque Laboratorio de Biomecánica de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios, Universidad Pontificia Comillas, Av. San Juan de Dios, 1, 28350 Ciempozuelos (Madrid)

La forma de tratar esta lesión consistirá en el siguiente tratamiento habitual:

- Reposo
- Medicamentos (analgésicos)
- Masoterapia de la musculatura del tríceps sural
- Estiramiento

2.1 Protocolo de ejercicio excéntrico-concéntrico del grupo 1

Lunes, miércoles y viernes los atletas del grupo 1 trabajarán en el polideportivo Fermín Cacho de Fuenlabrada.

Ejercicio excéntrico-concéntrico realizando el mismo 3 veces por semana. Se comenzará realizando el ejercicio excéntrico 3 series de 10 repeticiones instruidos en 8 segundos la repetición y 2 minutos de descanso de ejercicio posición de pie y con todo el peso del cuerpo sobre la parte delantera del pie, usted debe bajar hasta una dorsiflexión máxima con la rodilla en extensión.

El ejercicio concéntrico con carga máxima se realizará a partir de la 9^o semana programa anteriormente descrito 15 repeticiones. Se realizará 3 veces por semana utilizando equipo de resistencia en un centro de fitness. Cada sesión consta de 2 ejercicios con las dos piernas: se elevará el talón venciendo la resistencia de la máquina de soleo y el talón se elevará con la rodilla recta y babel en los hombros. Usted completará 3 o 4 series de cada ejercicio entre 2 o 3 minutos de descanso entre series. El número de repeticiones disminuye y la carga cada semana aumentará gradualmente.

Usted deberá comunicar si tiene dolor o como se encuentra respecto de la sesión anterior para ajustar de nuevo la carga.

2.2 Protocolo de Ondas de choque del grupo 2

EL tratamiento tendrá una duración de 12 semanas. Para ello necesitamos que usted acuda a la Escuela de Enfermería y Fisioterapia de San Juan de Dios de la Universidad Pontificia de Comillas.

En la primera semana se explicará el tratamiento y de la semana 2ª a la 8ª recibirá una sesión de tratamiento en cada una de ellas. La dosificación será en las primeras semanas de niveles bajos de energía y con el paso de las sesiones aumentará progresivamente de una sesión a otra.

No se aplicará hielo ni antes ni después y no realizará actividad física durante las dos primeras semanas. Debido a que estos deportistas no pueden dejar de practicar deporte, en las sucesivas semanas realizarán deportes alternativos al atletismo.

Para la correcta aplicación del tratamiento usted se colocará en posición decúbito prono, colocándose el cabezal en el punto doloroso y empleando de 1000 a 2000 disparos con las ondas de choque. Por la zona de la musculatura contigua emplearemos de 2000 -3000 disparos con las ondas de choque. La aplicación es directa sobre el punto más doloroso con gel de ultrasonidos.

Tabla de progresión de tratamiento para el grupo 1 y grupo 2

	Grupo 1/EE/LUNES/X/VIERNES	Grupo 2 /OC /LUNES
Semana 1	EE peso soportado equitativamente sin carga.	Tratamiento habitual.
Semana 2	EE caída a peso libre sin carga con velocidad elevada.	Tratamiento habitual.
Semana 3	EE caída lenta y velocidad lenta con carga bilateral.	Cabezal de 15 mm, 1000 a 2000 disparos, 2-3 bar, 15-18 Hz y aplicación directa sobre la piel.

Semana 4	EE caída más rápida con carga bilateral.	Cabezal de 15 mm, 1000 a 2000 disparos, 2-3 bar, 15-18 Hz y aplicación directa sobre la piel.
Semana 5	EE caída lenta y velocidad lenta con apoyo unipolar de la pierna sintomática.	Cabezal de 15 mm, 1000 a 2000 disparos, 2-3 bar, 15-18 Hz y aplicación directa sobre la piel.
Semana 6	EE caída rápida y apoyo unipolar de la pierna sintomática.	Cabezal de 15 mm, 1000 a 2000 disparos, 2-3 bar, 15-18 Hz y aplicación directa sobre la piel.
Semana 7	EE caída lenta y con carga en la pierna sintomática.	
Semana 8	EE caída rápida con carga bilateral con 10% del peso corporal.	Cabezal de 15 mm, 1000 a 2000 disparos, 2-3 bar, 15-18 Hz y aplicación directa sobre la piel.
Semana 9	EE-EC en la máquina de soleo trabajando tanto en excéntrico como en concéntrico con ambas piernas.	
Semana 10	EE-EC talón se eleva con la rodilla recta de pie con el babel en los hombros.	Cabezal de 15 mm, 1000 a 2000 disparos, 2-3 bar, 15-18 Hz y aplicación directa sobre la piel.
Semana 11	EE-EC en la máquina de soleo trabajando tanto en excéntrico como en concéntrico con ambas piernas con más carga	
Semana 1	EE-EC talón se eleva con la rodilla recta de pie con el babel en los hombros con más carga.	Cabezal de 15 mm, 1000 a 2000 disparos, 2-3 bar, 15-

		18 Hz y aplicación directa sobre la piel.
--	--	---

RIESGOS E INCONVENIENTES PARA EL PARTICIPANTE:

Ondas de choque

- Proximidad de un núcleo de crecimiento óseo.
- Embarazo.
- Malignidad local.
- Coagulopatías.
- Marcapasos en la zona.

Dinamómetro

- Úlceras.
- Esguinces agudo.
- Articulación inestable.
- Heridas graves abiertas.

Ejercicio excéntrico-concéntrico

- Dolor.

Para saber si se puede o no participar en este estudio, se han elaborado los siguientes criterios:

Criterios de inclusión:

- Atletas que compiten a nivel nacional de 16 a 40 años del grupo de entrenamiento de Pedro García.
- Sujetos que tengan dolor a la presión y palpación en tendón de Aquiles.
- Sujetos con dolor en la porción media de Aquiles.
- Sujetos con dolor al correr en el tendón de Aquiles.
- Sujetos con engrosamiento del tendón de Aquiles.

Criterios de exclusión:

- Embarazo o tumor.
- Enfermedad del sistema nervioso o coagulopatías.
- Marcapasos.
- Sujetos con dolor bilateral del tendón de Aquiles o enfermedades reumáticas.
- Sujetos que hayan tenido una cirugía previa o un traumatismo en la región.
- Sujetos que hayan sido tratados con inyecciones de corticoides.
- Sujetos que hayan sido tratados por otros fisioterapeutas con estas técnicas en los últimos 6 mes y problemas de inestabilidad genéticos.

8.2. ANEXO 2. CONSENTIMIENTO INFORMADO.

ENSAYO CLÍNICO: Cambios producidos en tendinopatías Aquíleas en el atleta tras la aplicación de tratamiento habitual mas ejercicio excéntrico-concéntrico frente al tratamiento habitual más ondas de choque.

SUJETO:

Don/Doña _____ con DNI _____ He leído y comprendido la hoja informativa objeto del estudio, teniendo la oportunidad de hacer preguntas y estas han sido respondidas de forma satisfactoria. Me han indicado el procedimiento y metodología del mismo, así como los objetivos, ventajas, inconvenientes y posibles riesgos para la salud. He recibido información suficiente del estudio y de las pruebas a realizar, concediendo así, el permiso de ser tratado por las personas cualificadas pertenecientes al equipo investigador de este estudio. Entiendo que la participación es voluntaria y puedo abandonar el estudio cuando lo desee sin que tenga que dar explicaciones.

Estoy de acuerdo en que mi consentimiento por escrito y otros datos estén a disposición de D. Saúl Blanco Bayona y del proyecto de investigación clínico en el que estoy participando, pero siempre respetando la confidencialidad y la garantía de que mis datos no estarán disponibles públicamente de forma que pueda ser identificado.

Los datos recogidos para este estudio serán incluidos, junto con los de otras personas que participen en este estudio, en la base de datos de carácter personal de la Universidad Pontificia de Comillas, al que sólo los investigadores aprobados para este proyecto tendrán acceso.

Comprendo que tengo los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición a mis datos de carácter personal de acuerdo con lo dispuesto en la Ley Orgánica 15/1999 de protección de datos de carácter personal, que podré ejercitar mediante solicitud ante el investigador responsable en la dirección de contacto que figura en este documento. De forma que estos datos no podrán ser cedidos sin mi consentimiento expreso.

Firmo este consentimiento informado de forma voluntaria para manifestar mi deseo de participar en este estudio de investigación sobre la eficacia de la facilitación neuromuscular.

A ____ de _____ de _____

AUTORIZACIÓN DEL FAMILIAR O TUTOR. Ante la imposibilidad de Don/Doña _____ con DNI _____ de prestar autorización para los tratamientos explicados en el presente documento de forma libre, voluntaria y consciente. Don/Doña

_____ con DNI _____ en calidad de (padre, madre, tutor legal, familiar, allegado, cuidador), decido dar mi conformidad libre, voluntaria y consciente a la técnica descrita para los procedimientos explicados en el presente documento.

Firma:

A ____ de _____ de _____

INVESTIGADOR

D. Saúl Blanco Bayona. Fisioterapeuta e investigador en la Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios perteneciente a la Universidad Pontificia de Comillas, Avda. San Juan de Dios, nº 1 28350 Ciempozuelos (Madrid), declaro haber facilitado al sujeto y/o persona autorizada, toda la información necesaria para la realización de los procedimientos explicados en el presente documento y declaro haber confirmado, inmediatamente antes de la aplicación de los mismos, que el sujeto no incurre en ninguno de los casos contraindicados explicados anteriormente, así como haber tomado todas las precauciones necesarias para que la aplicación de los procedimientos sea correcta.

Firma:

A ____ de _____ de _____

A RELLENAR POR EL PACIENTE:

REVOCACIÓN:

SUJETO: Don/Doña _____ con DNI _____ A día ____ de _____ de _____ revoco el consentimiento informado firmado el _____ en virtud de mi propio

derecho. Para que conste y haga efecto, firmo el presente documento.

Firma:

A ____ de _____ de _____

8.3 ANEXO 3. CUESTIONARIO DE RECOGIDA DE DATOS.

RECOGIDA DE DATOS PARA PACIENTE

CÓDIGO IDENTIFICADOR:

NOMBRE.....Y APELLIDOS:.....

TLF CONTACTO:

EMAIL:

TALLA (cm): PESO (kg):

TABLA DE RECOGIDA DE DATOS PARA COORDINADOR

Código del paciente	Tratamiento	Dolor Pre-Trat	Dolor Post-Trat	Momento fuerza Pre-Trat	Momento FUERZA Post-Trat	Grosor del tendón Pre-Trat	Grosor del tendón Post-Trat

TABLA DE RECOGIDA DE DATOS PARA EL MEDICO

	Código del paciente	Dolor	Momento de fuerza máxima isocinetica	Grosor del tendón
Pre-tratamiento				
Post-tratamiento				