



Grado en Fisioterapia

Trabajo Fin de Grado

**Comparar la ganancia de fuerza y ROM en tendinopatía
aquílea en atletas en un tratamiento habitual con
excéntricos vs isométricos y concéntricos.**

Alumno: Marcos Zotes Castellanos

Tutor: Adela García González

Madrid, Mayo de 2018

Resumen

Antecedentes

La tendinopatía aquilea es una lesión con una gran incidencia entre los atletas, en la cual interfieren tanto variables biomecánicas, como la activación muscular, así como el material utilizado. Debido a la falta de consenso, trataremos de encontrar el tratamiento más adecuado, comparando el ejercicio excéntrico con ejercicios isométricos y concéntricos en la patología junto con el tratamiento habitual.

Objetivos

Comparar la ganancia en el tobillo de Fuerza Máxima Isométrica y de rango de movimiento en Flexión Dorsal y Flexión Plantar en un tratamiento habitual junto con excéntricos, o junto con isométricos y concéntricos.

Diseño

Se plantea un estudio tipo experimental, analítico, aleatorio, longitudinal, prospectivo, unicéntrico y con enmascaramiento.

Metodología

El estudio irá dirigido a atletas con relación con la Federación Madrileña de Atletismo. Para pertenecer al estudio, deberán cumplir con los criterios de inclusión y de exclusión. Posteriormente, serán divididos en dos grupos: Grupo 1 (tratamiento habitual + ejercicio excéntrico) y Grupo 2 (tratamiento habitual + ejercicio isométrico + ejercicio concéntrico). Se realizarán dos mediciones, uno pretratamiento y otro post-tratamiento.

El análisis estadístico se llevará a cabo a través del SPSS

Palabras clave

Tendinopatía Aquilea, atletas, excéntricos, fuerza, rango de movimiento.

Abstract

Background

Achilles tendinopathy is a lesion with a high incidence among athletes, in which biomechanical variables interfere, as well as muscle activation, as well as the material used. Due to the lack of consensus, we will try to find the most appropriate treatment, comparing the eccentric exercise with isometric and concentric exercises in the pathology along with the usual treatment.

Objective

To compare the gain in the ankle of Isometric Maximum Force and range of motion in Dorsal Flexion and Plantar Flexion in a usual treatment together with eccentrics, or together with isometric and concentric.

Design

An experimental, analytical, random, longitudinal, prospective, unicentric and masked study is proposed.

Methodology

The study will be aimed at athletes in relation to the Madrilenian Athletics Federation. To belong to the study, they must meet the inclusion and exclusion criteria. Subsequently, they will be divided into two groups: Group 1 (usual treatment + eccentric exercise) and Group 2 (usual treatment + isometric exercise + concentric exercise). Two measurements will be made, one pre-treatment and another post-treatment.

The statistical analysis will be carried out through the SPSS

Keywords

Achilles tendinopathy, athletes, eccentric, strength, range of motion.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| Resumen | 2 |
| Antecedentes Y Estado Actual Del Tema | 5 |
| Evaluación De La Evidencia | 25 |
| Palabras Clave | 25 |
| Flujograma | 26 |
| Estrategias De Búsqueda | 28 |
| Objetivos Del Estudio | 29 |
| Hipótesis | 30 |
| Metodología | 31 |
| Diseño | 31 |
| Sujetos de estudio | 32 |
| Variables | 35 |
| Hipótesis operativa | 35 |
| Recogida, Análisis De Datos, Contraste De La Hipótesis | 37 |
| Limitaciones Del Estudio | 39 |
| Equipo Investigador | 39 |
| Plan De Trabajo | 40 |
| Diseño De La Intervención | 40 |
| Etapas De Desarrollo | 41 |
| Distribución De Tareas De Todo El Equipo Investigador | 45 |
| Lugar De Realización Del Proyecto | 46 |
| Listado De Referencias | 47 |
| Anexos | 50 |

Antecedentes Y Estado Actual Del Tema

Los tendones son estructuras viscoelásticas no contráctiles que conectan músculos contráctiles al esqueleto. Utilizan la energía elástica con el objetivo de minimizar los costes energéticos durante la locomoción. Entre las propiedades viscoelásticas más importantes de los tendones, caben destacar la histéresis mecánica y la rigidez.(1)

La rigidez viene determinada como el alargamiento del tendón bajo un rango de Fuerza dada, mientras que la histéresis mecánica se refiere a la relación entre la energía disipada elástica y que se almacena bajo una condición de estiramiento. Indica la cantidad de energía elástica disipada en forma de calor.(1)

Estas propiedades no han sido muy estudiadas en la tendinopatía de la zona medial del tendón de Aquiles, una lesión degenerativa con la participación de los fallos de adaptación en la matriz celular a cambios de carga excesiva. (1)

En un estudio se trata de comparar la viscoelasticidad en atletas con tendinopatía aquilea unilateral, y establecer relación entre las propiedades viscoelásticas y el rendimiento explosivo.(1)

La afectación de las dos propiedades provoca además una disminución del rendimiento neuromuscular explosivo. Hasta el momento no se ha determinado si la modificación de estas dos propiedades ocurre como causa o como consecuencia de la tendinopatía de la zona medial. La reducción de la rigidez del tendón tiene efectos adversos sobre el gastrocnemio medial.(1)

La tendinopatía del tendón de Aquiles es una lesión que se produce por sobreuso, y que es muy común en corredores. Tiene naturaleza crónica. Se trata de una lesión degenerativa del tercio medial como resultados de los fallos de la matriz celular para adaptarse a cambios excesivos de carga. Esta se manifiesta con signos degenerativos presentes en el tendón, relacionados con el engrosamiento en forma de huso, regiones hipoecoicas intratendinosas,

junto con proteoglicanos e inclusión de agua. Cursa con dolor, hipersensibilidad, hinchazón y alteración de la función miotendinosa.(2)

Siempre se había asumido que la tendinopatía Aquílea estaba causada por la inflamación, que era el mecanismo que suscitaba dolor. Estudios histológicos revelan que las células inflamatorias y los mediadores aparecen después de un estrés mecánico, debido a un sobreuso. Además, también se observaron durante estos estudios altas concentraciones de glicosaminoglicanos y una pérdida de la estructura jerárquica del colágeno.(3)

El mecanismo patológico subyacente no se entiende completamente. El dolor percibido y la degeneración parecen estar asociados a la cantidad de neovascularizaciones (creación de nuevos vasos sanguíneos), que deben ir acompañados de terminaciones nerviosas libres, que desencadenan los receptores del dolor y crean la sensación dolorosa. Esto ha sido demostrado a través de terapia y entrenamiento excéntrico donde se ha observado reducción de dolor y de sangre intratendinosa.(4)

Cabe destacar que esta patología, además de alteraciones estructurales, cursa con alteraciones funcionales, como la Fuerza máxima en flexión plantar.(2)

Para comprobar la influencia de la rigidez, se realizó un estudio para determinar los cambios en la rigidez del tendón del tríceps sural, y si esto puede afectar a la economía de la carrera. La intención es la de aumentar la rigidez del tendón a través de un programa de isométricos, tratando de comprobar si la rigidez del tendón es principal y determinante en la economía de la carrera, lo que provocaría una disminución del coste energético en los corredores entrenados.(5)

Para ello el coste energético fue medido mediante espirometría, mientras que la rigidez del tendón fue medida con ecografía y dinamometría.(5)

Se realizó rutina de ejercicios de 4-9-20 repeticiones al 80% de la Fuerza máxima plantar, varias veces a la semana durante 8 semanas, pautando 1 minuto de descanso entre series. No se obtuvieron diferencias significativas entre la rigidez del tendón y la economía de carrera. En cambio, si hay relación entre los cambios de la rigidez del tendón y el consumo energético, independientemente del grupo al que pertenezcan. Los corredores más económicos muestran mayor rigidez del tendón.(5)

Durante el programa de formación, ambos grupos experimentan aumento de la Fuerza. El alargamiento de un tendón para almacenamiento de energía es relevante en ciclos de estiramiento-acortamiento, donde un pre-estiramiento se produce antes de una contracción. Un tendón compatible permite mayor acumulación de energía durante el alargamiento. Esta energía puede ser liberada tras acortamiento. Un tendón compatible puede ayudar, pues permite alargar el estiramiento, mantiene baja la velocidad de acortamiento del fascículo y optimiza la relación potencia-velocidad. Un tendón altamente adaptable interfiere directamente con el acortamiento del músculo al movimiento de la articulación. Un tendón más rígido puede ser más adecuado para suministrar energía en ciertos movimientos.(5)

El almacenamiento de la energía viene del acortamiento/contracción muscular conectados al tendón. Este mecanismo se produce en el tríceps sural, poco pre-estiramiento, y acortamiento previo a contacto con el suelo, lo cual favorece la transmisión de energía al tendón. Además, se ha comprobado que un entrenamiento de 8 semanas no es suficiente para cambiar la rigidez del tendón.(6)

Debido a la inexistencia de un patrón lesional común, se realizan estudios sobre diferentes variables biomecánicas, así como de activación muscular, para tratar de buscar las posibles causas de la aparición de la lesión.

Se llevó a cabo un estudio en la biomecánica de pacientes con Tendinopatía Aquilea. Contó con 21 corredores sanos y 21 corredores con Tendinopatía Aquilea. Realizaron ensayos durante 10 minutos. En este estudio se aprecia una disminución de la Flexión de rodilla en corredores con tendinopatía Aquilea.(7)

A su vez en este estudio se especula con que la activación previa aumenta la rigidez del sistema tendinoso, para tolerar y absorber fuerza de impacto. Se considera que la disminución de la activación en el tibial anterior, podría indicar aumento de la carga del tendón, estimando la carga máxima del tendón entre 6 y 8 veces el peso corporal, por lo que aumenta la carga del tendón por la disminución de la activación de los músculos encargados de absorber impacto durante su fase excéntrica.(7)

Se necesitan realizar más estudios para saber si esto se trata de una respuesta adaptativa o de una lesión o factor causante. Para esa absorción de impacto, es importante la implicación del recto femoral excéntricamente durante la fase de apoyo, que limite el movimiento tibial que se produce asociado a la Flexión de rodilla. La reducción del rango de movimiento de la rodilla en el grupo lesionado puede ir asociada a una debilidad del cuádriceps en su fase excéntrica. Hay que destacar también la gran importancia del glúteo medio, principal estabilizador de cadera, y que, en caso de debilidad, provocará una aducción de fémur y una rotación interna tibial, lo cual provocará un aumento de la pronación.(8)

Se discuten cambios en la cinemática de la extremidad inferior, y se informa de desplazamiento en eversión de la articulación subastragalina, un proceso que se ve aumentado durante la fase media del apoyo.(2)

En uno de esos estudios, trataron medir la actividad electromiográfica de tibial anterior, peroneos y cabeza medial del gastrocnemio. Los valores medios indican menor activación de los peroneos en sujetos con tendinopatía aquilea en la fase de aceptación del peso, así como el gastrocnemio, sumando a este además una menor actividad en la fase de empuje.(2)

Para ello, se realizaron 5 minutos de carrera, y al acabar se pidió la realización de 10 ciclos de zancadas completas. Tras esto, y comparando con la pierna sana del mismo sujeto, se aprecia la modificación de la actividad del músculo peroneo en la aceptación del peso. El tibial anterior no muestra cambios, en contradicción de lo que se había supuesto hasta ahora. Ninguno experimenta cambios en el caso de llevar a cabo una pre-activación. El gastrocnemio disminuye su actividad comparado con los pacientes del grupo control en la fase de aceptación del peso. Cabría estudiar si este fenómeno es un factor predisponente o una consecuencia de la lesión.(9)

De acuerdo con otro estudio, se aprecia una disminución significativa en la actividad del tibial anterior en la fase pre-talonamiento, y en el recto femoral y glúteo medio en la fase de post-talonamiento.(7)

A su vez, el inicio y el desplazamiento del bíceps femoral y del vasto femoral durante la carrera ocurren antes con un paso un poco más corto que el paso preferido para la carrera. Cabe

destacar que este cambio en la longitud de la zancada no implica ningún tipo de cambio en el gastrocnemio.(7)

Cabe destacar los hallazgos de otro estudio, en el que los resultados obtenidos indican que una breve contracción máxima isométrica voluntaria mejora el rendimiento dinámico voluntario a través de postactivación, siempre y cuando este fenómeno se produzca dentro del intervalo de recuperación adecuado, entre 1 y 3 minutos, para mejorar el rendimiento dinámico.(10)

Además de estos datos, y de acuerdo con una revisión bibliográfica, se establece la falta de flexibilidad de la cadena muscular posterior (tríceps sural e isquiotibiales) como un factor de riesgo, que podría favorecer la aparición de esta lesión.(8)

Destacan también los datos obtenidos a través de la evaluación de los datos obtenidos en un estudio donde se trata de explicar porque el gastrocnemio medio experimenta menor desarrollo de fuerza cuando la rodilla se encuentra en una posición de flexión pronunciada. Para ello cuentan con 22 corredores, a los que se les pide la realización de contracciones isométricas máximas de flexión plantar en 6 posiciones diferentes, aguantadas durante 3-5 segundos. Las posiciones que tienen valores de ángulo de tobillo más altas en reposo mostraron valores más altos también en activo, y disminuyó a rodilla con flexión pronunciada y flexión plantar pronunciada.(5)

Las posiciones en las que se hizo el estudio fueron:

- 1 (85° flexión plantar y 160° flexión de rodilla).
- 2 (85° flexión plantar y 130° flexión de rodilla).
- 3 (90° flexión plantar y 110° flexión de rodilla).
- 4 (95° flexión plantar y 150° flexión de rodilla).
- 5 (100° flexión plantar y 100° flexión de rodilla).
- 6 (110° flexión plantar y 75ª flexión de rodilla).

En las posiciones 3, 5 y 6 el gastrocnemio medio y el lateral mostraron menos actividad que el resto. A su vez, el gastrocnemio lateral muestra menos actividad en la posición 2 y 4 que en la 1. También se aprecian diferencias en el tibial anterior en la posición 1, 5 y 6, aunque no influye en el momento de fuerza.(5)

Los cambios de longitud y el ángulo causados por alargamiento del tendón y de la aponeurosis en la unión miotendinosa también son medidos en este estudio. En la posición 1 mostró fascículos musculares más largos, mientras que en la posición 6 mostró fascículos musculares más cortos. Las diferencias de longitud del fascículo en reposo no implican que existan diferencias durante una contracción máxima en el movimiento de flexión plantar. La actividad electromiográfica en el gastrocnemio medial durante la contracción disminuyó en una posición de flexión pronunciada de rodilla. El acortamiento del gastrocnemio medial (donde tiene influencia la rotación de rodilla y tobillo) provoca elongación del tendón y la aponeurosis. Se produce debido a una respuesta neural, en forma de inhibición neural, porque el músculo alcanza una longitud crítica de acortamiento, que debido a la relación fuerza-longitud, no puede aumentar dicha fuerza, aunque el músculo esté completamente activado.(5)

Además del estudio de la biomecánica, se trataron de establecer diferencias relacionadas con el rango de edad, por lo que un estudio trató de medir y conocer las diferencias biomecánicas relativas a la edad de los corredores. Para ello, contó con 49 personas, de los cuales 29 eran corredores y 20 no, y fueron divididos en grupos en función de la edad; un grupo formado por 30 personas comprendidos entre los 60 y 69 años y otro de 19 personas comprendidos entre los 21 y 32 años, y realizaron ejercicios de carrera (2.7 m/s.) sobre 3 superficies diferentes.(6)

Se apreció que en el grupo de los mayores tiene lugar una menor amplitud de la flexión plantar de tobillo, así como del ángulo de extensión de la rodilla en el contacto. También destaca la aparición de un mayor ángulo en el despegue.(11)

Además de la existencia de estudios sobre las posibles variables biomecánicas y las variaciones de las actividades electromiográficas que causan esta lesión, existen estudios que hablan sobre estas variables y su relación con el tipo de calzado utilizado, así como del uso o no de plantillas en este tipo de patología.

En un estudio, se trató de buscar la diferencia entre correr descalzo o calzado, analizando datos electromiográficos. Se realizó a una velocidad media de 9.8 km/h (+/- 1.9). En este estudio no se aprecian cambios significativos en la angulación de rodilla ni tobillos. Los niveles

de electromiografía, corriendo descalzo, en el sóleo, gastrocnemio lateral, vasto medial y bíceps femoral en la fase de arranque, así como en el tibial anterior en la fase de contacto. Para ello, realizaron carrera durante 5 minutos calzados, 30 minutos descalzos (10x3) y 1 minuto final calzados.(12)

Algunos estudios han demostrado que los zapatos balancín pueden modificar el ángulo interno máximo durante la Flexión dorsal. El pico de la Flexión plantar de tobillo se redujo significativamente en gente con calzado balancín. La generación de energía en el tobillo y el impulso del momento de Flexión plantar también se redujeron significativamente. Así, se observa una disminución del pico de electromiografía en el tríceps sural en gente con calzado balancín, así como un aumento del pico de electromiografía del tibial anterior caminando con los zapatos balancín. Estos zapatos disminuyen la Flexión plantar en el apoyo tardío de carrera, así como caminar, en pacientes sanos.(13)

En otro estudio, se llevaron a cabo mediciones sobre 12 sujetos con tendinopatía aquilea crónica, donde se les pide que corran con y sin plantillas personalizadas. Se obtienen datos biomecánicos de miembros inferiores tridimensionales, con el objetivo de medir la flexión dorsal de tobillo, la flexión de rodilla, la eversión y la angulación de la pierna y el calcáneo a través del estudio de la postura.(14)

Los resultados de este estudio muestran diferencias cinemáticas, donde el grupo con tendinopatía aquilea presenta mayor eversión, flexión dorsal de tobillo y flexión de rodilla, aunque el uso de plantillas reduce las diferencias. Cabe destacar que, de acuerdo con este estudio, la primera mitad de movimiento se identifica como la fase más relevante en la aparición de lesiones.(14)

Se realizó otro estudio para investigar los cambios de la pisada en corredores con pisada de antepié habitual. En este, se realizó electromiografía del tríceps sural a través de contracciones isométricas pre y post esfuerzo. Se observó un pico de aumento en la tasa de carga en el momento del impacto. A su vez también se observó que estos poseen una mayor flexión dorsal, así como una menor flexión plantar en las fases finales de las carreras, en contacto con el suelo y mayor ángulo de flexión de rodilla, así como una disminución en la actividad electromiográfica a la hora de la salida en gastrocnemio medial y lateral. Estos

cambios pueden estar provocados por la fatiga muscular (reducción de la capacidad de un músculo para producir fuerza, independientemente de la fuerza que sea necesaria realizar) del músculo flexor plantar debido a que esté realizando una carga excéntrica excesiva en el aterrizaje, a un aumento del tiempo de apoyo o sean necesarios para mantener la velocidad de carrera debido a la disminución de la fuerza. Este tipo de pisadas puede ser difícil de mantener en caso de que se produzcan en carreras de larga distancia y duración. Comparando con corredores con predominio de una pisada del retropié, se observa una disminución de la fuerza de reacción de carga vertical del suelo, pico de impacto mal definido, si bien es cierto que la pisada y la técnica de carrera con el antepié es más beneficiosa.(15)

Tras conocer todas las posibles variables implicadas, como causa o consecuencia de la aparición de la tendinopatía aquilea de la zona medial, se encuentran también estudios cuyo objetivo es conseguir realizar un protocolo para este tipo de patología.

De acuerdo con una revisión, se establece un posible tratamiento, basado en: actividad suave, fortalecimiento isométrico, trabajo funcional y específico durante 3-6 semanas, haciendo énfasis en el aspecto excéntrico. Así, pautan carrera lenta a 1/3 de la distancia de entrenamiento normal alternando con días de descanso, permitiendo aumentar la velocidad o el kilometraje si no remite dolor en las 2 primeras semanas, así como seguir manteniendo días de descanso alternos hasta las 4 semanas.(16)

De acuerdo con un estudio llevado a cabo en 2007, se trató de comprobar la influencia de las plantillas junto con el tratamiento en la reducción del dolor en un periodo de 4 semanas.(3)

Para ello, realizarán 10 sesiones de 30 minutos, que constarán de fricción profunda sobre la zona media del tendón, ultrasonido pulsátil 1,5 W/cm cuadrado, hielo y entrenamiento sensorio motor (15 repeticiones de ejercicios de equilibrio y estabilización sobre cojín de equilibrio y excéntricos (saltos de caída, saltos contra movimiento)).(3)

Las plantillas que se utilizarán serán semirrígidas ajustadas con talones en forma de cuenco, junto con un soporte del arco longitudinal moldeado y cuña de detorsión.(3)

Los resultados obtenidos indican que el tratamiento a corto plazo durante 4 semanas junto con las plantillas reduce significativamente el dolor en la mayoría de los pacientes con tendinopatía aquilea, incluso sin reducir la actividad física. Además, se observa también una ganancia de fuerza en flexión plantar excéntrica.(3)

De acuerdo con otro estudio, se procedió a realizar un tratamiento de tendinopatía aquilea, que cursaran con mínimo 12 semanas de síntomas. Para ello, se llevó a cabo un tratamiento de 6 semanas de duración, basado en estiramiento excéntrico, mantenido mínimo 15 segundos, utilizando escala EVA: además destaca el uso de otra escala para valorar la satisfacción y el tiempo que tardan en tener las mismas sensaciones que antes de la lesión. En este estudio se obtuvieron resultados positivos en el 82% de los casos. El 88% eran tendinopatía aquilea de la zona medial, donde el dolor se redujo de media de un 7.2 a un 2.9 en la escala EVA después de 6 semanas de tratamiento, mientras que el dolor era de 1,1 tras 6 meses. La satisfacción fue de 7 o superior en el 80% de los casos. Además, cabe destacar que el tiempo necesario para recuperar las sensaciones previas a la lesión fue de 10 semanas. Este estudio se llevó a cabo sobre 155 sujetos, de los cuales 12 abandonaron porque no creían en el programa y 10 abandonaron porque habían mejorado antes de las 6 semanas de tratamiento. Esto demuestra la eficacia del estiramiento excéntrico, donde además de mejorar lo dicho anteriormente, abre un nuevo camino, basado en el tratamiento en 6 semanas y no 12 como hasta ahora, aumentando la carga diaria.(17)

De acuerdo con un estudio, se observan diferentes estrategias de activación para realizar contracciones explosivas, entre las piernas que han sido tratadas quirúrgicamente en el tendón aquileo y las contralaterales sanas o las piernas de los casos controles. Así, la capacidad de activación en atletas que se sometieron a cirugía indica que existe menos capacidad bilateral para activar la musculatura agonista en etapas tempranas del proceso de realización de una contracción explosiva. Esta disminución en la capacidad de activación puede estar causados por la inmovilización postoperatoria, restricciones o limitaciones de las actividades pie tobillo en los tres meses posteriores a la cirugía. Debido a esto, se está planteando prolongar el protocolo común de 16 semanas para tratar de evitar las diferencias en la capacidad de activación, puesto que se aprecia menor rigidez en el tendón, hasta 12 meses después de la intervención, así como una recuperación incompleta, en lo que a la estructura y composición se refiere. Todos estos factores favorecen la aparición de inestabilidad en esta articulación.(18)

Además, se han llevado a cabo estudios sobre el tratamiento de la lesión, donde se trata de averiguar qué tipo de contracción muscular es el más indicado en esta patología durante el proceso de recuperación, puesto que el uso del entrenamiento sensorio motor, así como el uso de ejercicios excéntricos, se encuentra cada vez más en entredicho.(3)

Se realiza un estudio con 18 participantes diagnosticados de tendinopatía aquilea y donde todos cuentan con más de 1 año de evolución, donde comparar la activación en un ejercicio excéntrico y uno concéntrico. Todos ellos realizan excéntricos y concéntricos desde flexión plantar a dorsal en el máximo rango posible, durante 8 segundos, para obtener los datos de la electromiografía. En el entorno clínico, el excéntrico se emplea como parte del programa de ejercicios terapéuticos para aliviar el dolor.(19)

Para ello, se realizan contracciones isométricas, excéntricas y concéntricas desde flexión plantar a flexión dorsal en 8 segundos, realizando 1 minuto de descanso entre cada tipo de contracción. Se mide la actividad en recto femoral, tibial anterior, peroneo largo, gastrocnemio medial y gastrocnemio lateral.(19)

Todos los músculos mostraron aumentos significativos de la activación muscular con el concéntrico en comparación con el excéntrico. Los lados lesionales mostraron un aumento mayor de la activación en el recto femoral, tibial anterior y gastrocnemio lateral.(19)

El ejercicio concéntrico aporta datos de mayor actividad de activación electromiográfica que el excéntrico. El ejercicio concéntrico recluta más unidades motoras y conduce la energía 3 veces más rápido que el excéntrico.(19)

El ejercicio excéntrico induce mayor contracción voluntaria máxima en el gastrocnemio medial de la pierna del lado lesional. Cuando los miembros inferiores rotan a externo, aumenta la contracción voluntaria máxima en el gastrocnemio medial a medida que el excéntrico se realiza. La limitación de la flexión dorsal provoca una mayor activación en el gastrocnemio medial que en el gastrocnemio lateral. En el lado no lesional se produce una mayor activación

en el recto femoral, tibial anterior y peroneo largo, mientras que en el excéntrico se produce una mayor activación en el gastrocnemio medial de la pierna lesional. De acuerdo con este estudio y los resultados obtenidos, la fuerza máxima es más débil en el grupo de pacientes que en el grupo control.(19)

El uso de ejercicios excéntricos está comprobado que conducen a un mejor resultado clínico, así como la reducción del diámetro del tendón.(3)

El excéntrico es un programa eficaz en tendinopatías en fase inicial. Tiene efectos neurológicos y miotendinosos. El excéntrico resulta insignificante a la hora de aumentar la rigidez del tendón.(1)

La investigación demuestra que el entrenamiento de resistencia o pliométrico induce cambios en las propiedades viscoelásticas, incluyendo un aumento de la rigidez o de la histéresis, por lo que está recomendado en cuando se produzca una desaparición de la sensación dolorosa.(1)

(20)Se analizan también los resultados obtenidos en otro estudio, en el que se compara la evolución y la influencia de 8 semanas de entrenamiento pliométrico, y su influencia en la articulación del tobillo, respecto al grupo control, y donde tras las 8 semanas de entrenamiento no se apreciaron diferencias significativas. El único cambio significativo fue el aumento de la rigidez pasiva en el gastrocnemio en el grupo de entrenamiento de 8 semanas de pliométricos, pero sin afectar a la rigidez pasiva del tobillo.(20)

(21)De acuerdo con un estudio llevado a cabo en el año 2015, con atletas femeninas, se trata de comparar la amplitud y frecuencia electromiográfica en el gastrocnemio en contracción balística y en rampa. Para ello se contó con 16 atletas. Los resultados muestran que no hay diferencias significativas en ambos tipos de contracciones en el 25-75-100%. Debido a esto se asume que las diferencias obtenidas se deberían a una diferente estrategia de activación de las unidades motoras encargadas de producir fuerza.(21)

(21)En la contracción balística, la amplitud de la electromiografía fue descendiendo desde el 25% hasta el 100%, mientras que, en la contracción en rampa, la amplitud de la electromiografía fue aumentando desde el 25% hasta el 100%.(21)

(21)La RMS en la contracción balística al 25%, 50% y 75% fue significativamente superior que la RMS en la contracción en rampa en 25%, 50% y 75%.(21)

(22)En otro estudio el objetivo fue medir la electromiografía en gastrocnemios y sóleos en atletas con tendinopatía aquilea durante ejercicios excéntricos con distintas posiciones de rodilla, y compararlo con sujetos sanos.(22)

(22)La existencia de la tendinopatía aquilea modifica e influye en la musculatura flexora plantar durante el excéntrico, si bien es cierto que no se conoce con exactitud porque funciona tan bien, se cree que el excéntrico favorece la síntesis de colágeno y reduce la aparición de neovascularización.(22)

Los resultados indican que hay mayor actividad electromiográfica en pacientes con tendinopatía aquilea. El gastrocnemio presenta mucha mayor actividad con extensión de rodilla, mientras que el sóleo no varía en distintas posiciones de rodilla. Puede deberse a dos factores:

- En presencia de tendinopatía aquilea se presenta menor actividad muscular en la fase inicial del apoyo, algo que puede deberse a la existencia y aparición del dolor. Es posible que, si solicitamos un ejercicio en esa fase, la actividad muscular deba ser mayor para llevarla a cabo.
- (22)Esto también puede deberse a los cambios estructurales a los que se ve sometido el tendón en esta patología.(22)

En este tipo de patologías, el excéntrico es potencialmente efectivo, puesto que se cree que tiene efectos neurológicos y miotendinosos.(2)

Con tendinopatía aquilea disminuye la actividad del gastrocnemio lateral y del tibial anterior. La teoría del dolor sugiere que dolor crónico musculoesquelético provocará cambios en la actividad motora. Esta teoría predice descenso en la motoneurona si el músculo actúa como agonista, y un aumento de su actividad si funciona como antagonista. La evidencia sobre el dolor en tendón y la inflamación neurogénica en tendinopatía crónica, se ha visto que los neuropéptidos, liberados por amielínicas, las fibras lentas (A alfa, A gamma, B – y C -) que se encuentran dentro y alrededor del tendón tiene efectos centrales al nivel espinal o supra espinal, incluyendo la sensibilización al dolor y los efectos en la excitabilidad de la motoneurona.(2)

Teniendo esto en cuenta, surge la hipótesis de que el dolor o los neuropéptidos pueden modular la excitabilidad o la activación voluntaria en las unidades motoras ipsilaterales al nivel espinal. Los resultados de los test de excitabilidad del sóleo en estudios de entrenamiento están muy asociados con los cambios en la excitabilidad en motoneuronas alfa. Este reflejo se suele ver después de una estimulación eléctrica submáxima, a través de un nervio periférico en reposo. Con este reflejo, se reclutan las fibras aferentes, inducen el potencial de acción en pequeñas motoneuronas dispuestas a lo largo del músculo. La magnitud del reflejo H (reflejo miotático) está afectada por el nivel de excitabilidad intrínseco de pequeñas motoneuronas, la magnitud de la inhibición presináptica y la magnitud de la inhibición postsináptica de unidades motoras espinales.(2)

Estudios de dolor crónico musculoesquelético demuestran que se ve reducida la capacidad máxima de la tasa contráctil de desarrollo de la fuerza, y un aumento de la electromiografía, por lo que se hipotetiza que en un grupo de atletas con tendinopatía aquilea habrá diferencia en el déficit neuromuscular respecto a los reflejos espinales evocados y tasa de la capacidad contráctil de desarrollo de la fuerza en el lado de la patología.(2)

En el año 2011, y para la elaboración de un estudio, se tomaron sujetos con menos de 30 años, con nivel de competiciones internacionales, lesión unilateral y sin la presencia de dolores crónicos que puedan ser el origen de la tendinopatía aquilea. Fueron examinados con pruebas físicas y se realizaron estudios por imagen por ultrasonografía, para comprobar la presencia de neovascularizaciones, cambios hipoecoicos o estructurales. Para el estudio clasificaron su dolor en la última semana y su grado de gravedad y 2 fisioterapeutas palparon

el tendón para identificar la zona dolorosa. Se mide el movimiento de dorsiflexión del pie activo sin dolor bilateralmente.(2)

Se lleva un control de la electromiografía del reflejo H, comprobando la actividad al querer realizar dorsiflexión de tobillo.(2)

Se recoge información sobre el sóleo, tibial anterior y el tríceps sural. Todos los datos obtenidos fueron mostrados para proporcionar retroalimentación visual y fomentar la contracción máxima y determinar el grado de relajación muscular.(2)

Para la realización del estudio se seleccionaron 25 atletas, pero solo 14 fueron admitidos. Se apreció un aumento del reflejo del sóleo en la pierna lesional respecto a la pierna sana. También destaca el descenso de la conducción neural en pacientes con tendinopatía aquilea, lo cual provoca una menor capacidad para generar fuerza de manera rápida, y alteración de la habilidad de activación entre agonista y antagonista en el lado afecto respecto al lado contrario, con mayor actividad en el antagonista en etapa de inicio de desarrollo de fuerza.(2)

Los resultados sobre la afectación de los reflejos espinales, la fuerza muscular explosiva y el reclutamiento antagonista, responden ante una tendinopatía aquilea, pero sin la capacidad de determinar si son causas o consecuencias de la misma. Estos resultados sugieren que estiramientos balísticos junto con entrenamiento excéntrico debe enfatizarse en el tratamiento de tendinopatía aquilea, para reducir la hiperactividad de las motoneuronas implicadas.(2)

No se aprecian diferencias significativas en el movimiento de flexión plantar entre el lado con tendinopatía aquilea y el lado contralateral. Es necesario realizar test dinámicos, puesto que un test isométrico puede no mostrar déficit neuromuscular.(2)

Los atletas tendrán una respuesta neural compensatoria, que tiende a normalizar y reducir la diferencia con el lado no lesional. Este mecanismo compensatorio falla a medida que se

produce un avance de la lesión, pero no se sabe el motivo por el que tiene lugar este mecanismo.(2)

(23)El excéntrico tiene resultados en la disminución del dolor, a través de la carga progresiva. Está demostrado que el excéntrico es mejor que el concéntrico en la reducción del dolor y más efectivo para conseguir la vuelta a la competición a las 12 semanas.(23)

(23)Mayor carga de trabajo a través de la curva fuerza-velocidad y así ofrecer un programa de resistencia más eficaz. La carga excéntrica no es óptima para la hipertrofia muscular o la fuerza contráctil. Los excéntricos mejoran el rendimiento muscular, así como mejora en los síntomas y nivel de funcionalidad.(23)

(23)No hay diferencias significativas en los picos de fuerza entre excéntricos y concéntricos, pero si mayor grado de oscilaciones de la fuerza. Esta eficacia clínica podría deberse a interacción entre perfil de la carga de acción oscilante excéntrico y a la distancia a la que se carga el tendón. En el movimiento extremo de flexión dorsal de tobillo, es posible que las fuerzas sean absorbidas por estructuras pasivas en oposición a las fibras musculares, porque están en longitud inferior a la óptima de la relación longitud-tensión.(23)

(23)El estiramiento en posición de movimiento extremo puede ser cuando se dirige a la fuente específica de la patología. Por eso en la tendinopatía insercional los excéntricos no funcionan tan bien.(23)

(23)La patología presenta heterogeneidad dentro del tendón en propiedades viscoelásticas. La carga excéntrica puede tener impacto selectivo en la manera de cargar al tendón durante el estiramiento. En la posición extrema de flexión dorsal, la velocidad y oscilaciones de las cargas pueden influir en la heterogeneidad. Se puede influir en la aponeurosis, por lo que se puede alterar la combinación del retroceso mecánico elástico y bucles neurológicos (reflejo espinal) de retroalimentación requerida para la función máxima.(23)

(23)El estiramiento excéntrico agresivo puede causar modulación neurológica periférica y central de umbrales de activación, así como sincronizar unidades motoras asociadas con bucle corto. Los excéntricos disminuyen la neovascularización por el estímulo de cizalla en el tendón. Esas fuerzas pueden inhibir y disminuir la infiltración vascular y la señal nociceptiva.(23)

(24)Las lesiones en el tendón son favorecidas por fuerzas de tracción, que siendo excesivas y prolongadas en el tiempo son capaces de causar la deformación plástica y ruptura del tendón. La deformación plástica es el equivalente biomecánico de una micro-lesión, que producido de manera repetida puede provocar una lesión más grave.(24)

(24)Cabe destacar la importancia de los factores etiológicos: errores de entrenamiento, mala técnica, equipo inadecuado, falta de flexibilidad y desequilibrio muscular. Los nuevos estudios indican que la lesión no se produce en el tendón, sino que se producen en el músculo, cerca de la unión miotendinosa.(24)

(25)Se realizó otro estudio sobre 48 sujetos, 27 con tendinopatía aquilea y 21 del grupo control, sometidos a análisis de miembros inferiores y corrieron descalzos 10 veces, a una velocidad autoseleccionada, y con capturas de movimiento en 3 dimensiones.(25)

(25)La tendinopatía aquilea causa dolor, discapacidad y disminución del rendimiento deportivo. Hay evidencia de que un exceso de pronación en la articulación sub-astragalina favorece la aparición de la tendinopatía aquilea, así como un alto grado de eversión de la parte posterior del pie, valgo de calcáneo, puede provocar una carga excesiva. Así, la tendinopatía aquilea, cursa con mayor pronación máxima, mayor tiempo de mantenimiento del mismo y variación de la angulación del calcáneo.(25)

(25)Se llevo a cabo una evaluación con ultrasonidos para confirmar la presencia de la patología, observando regiones hipoecoicas, espesor del tendón superior a los 6 milímetros., neovascularización, o micro desgarro intra-tendinoso, siendo necesario la presencia de uno de ellos para que no sean excluidos del estudio.(25)

(25)En este estudio se midieron gamas de valores de movimiento, velocidad máxima, valores máximos de velocidad, movimiento transversal del plano tibial, así como rangos de dorsiflexión, inversión y eversión.(25)

(25)Se observa un mayor ángulo de eversión en el grupo de tendinopatía aquilea, y no se aprecian diferencias en la inversión. Se aprecia menor velocidad en el pico de dorsiflexión del tobillo en el grupo de tendinopatía aquilea, así como mayor plano de movimiento del tobillo en el plano frontal, causado por aumento de la eversión. Además, en el grupo con tendinopatía aquilea se aprecia aumento de eversión de la articulación subastragalina y de la flexión de la rodilla.(25)

Hay controversia sobre si hay o no aumentos en la pronación, por lo que hay 3 hallazgos claves, en relación con la biomecánica del retropié:

- Gran cantidad de tendinopatías aquileas presentan exceso de pronación.
- 40% de las tendinopatías aquileas cursan con sobre pronación.
- Hay muchos corredores que experimentan una sobre pronación pero que no cursan con tendinopatía aquilea.

Tras conocer estos porcentajes, hay dos posibles hipótesis:

- Sobre pronación solo es relevante en un sub-grupo.
- (25)Sobre pronación, a no ser que esté relacionada con otras variables biomecánicas, no guarda relación por si sola con tendinopatía aquilea.(25)

(26)El tendón de Aquiles tiene una gran incidencia, entre el 5-18% de las lesiones que afectan al miembro inferior. El movimiento de hiper pronación puede deberse al varo de la parte trasera del pie o al varo exagerado del antepié. Prolongado en el tiempo, puede generar fuerzas rotacionales tibiales contradictorias. Existe actualmente una imposibilidad para asociar la pronación como causa de la tendinopatía aquilea.(26)

(26)Para este estudio, se midió a 11 sujetos, 10 hombres y 1 mujer. Habrá un grupo calzado y un grupo descalzo. Todos visitaron al podólogo antes para determinar la alineación del pie,

y medir la alineación del calcáneo con el pie relajado y con una posición neutral subastragalina. Quedaron excluidos los sujetos con poca rigidez y poca pronación visible. Se aportan plantillas personalizadas y estas alivian los síntomas, pero se retiraron durante el estudio.(26)

Los corredores correrán a velocidades cómodas. De los 11 casos, 7 son unilaterales y 4 bilaterales, a los cuales se les escogió la pierna al azar, y se estudian 6 piernas izquierdas y 5 derechas. Se obtienen datos que describen las fases de la postura de 5 pisadas.

5 sujetos presentaron dolor al caminar, a 8 les impedía correr, aunque este dolor desapareció en 4 de ellos al iniciar la carrera. El examen podológico reveló:

- En el grupo de tendinopatía aquilea 7 presentaban eversión, 3 neutros y 1 inversión.
- En el grupo control 6 presentaban eversión, 3 neutros y 2 inversión.

(26)Todos ellos, excepto 1, presentaban la misma alineación en ambas piernas.(26)

(26)En el análisis de datos, se apreció una reducción de la flexibilidad del tobillo por la opresión del gastrocnemio o sóleo relacionado con tendinopatía aquilea, atribuido esto a una contracción prolongada en el tiempo del tríceps sural para tratar de controlar la pronación. Algunos sujetos del estudio presentaban flexión dorsal de tobillo pasiva limitada, este hecho podría aumentar la tensión en tendinopatía aquilea durante la marcha, en contraposición con la tendencia a mayor flexión dorsal de tobillo máxima en el grupo con tendinopatía aquilea. Ese aumento podría deberse a la debilidad de los flexores plantares.(26)

(26)En los corredores calzados se aprecia mayor eversión y flexión de rodilla en aquellos que tienen tendinopatía aquilea, debido a que el uso del calzado exagera la cinemática, lo cual hace que la lesión tenga mayor probabilidad de aparición en atletas calzados.(26)

(26)De acuerdo con una revisión sistemática, la tendinopatía aquilea está asociada con mayor eversión en la parte trasera del pie, menos abducción de la pierna, menos velocidad en el movimiento de dorsiflexión del pie, así como menor flexión durante la marcha.(26)

(26) A su vez, y a nivel muscular, los pacientes con tendinopatía aquilea presentan retraso en la actividad del tibial anterior, así como un aumento de la duración de activación del sóleo y gastrocnemio lateral, acompañado de una reducción en la amplitud de activación del glúteo medio y recto femoral poco antes o tras el talonamiento.(26)

(27) El propósito de otro estudio fue estudiar las propiedades mecánicas del tendón del tríceps sural y de la aponeurosis. Para ello se contó con 66 hombres, de los cuales 10 eran no activos en el deporte, 28 eran atletas de resistencia y 28 atletas de velocidad. Para ello, se realizaron flexiones plantares isométricas máximas, medidas con dinamómetro. Para llevar a cabo este estudio, partían de una posición del tobillo neutra, con un periodo de calentamiento de 2-3 minutos realizando contracciones isométricas submáximas. A la hora de llevar a cabo la medición, se informó a todos los participantes que llevaran a cabo una rampa ascendente durante 3 segundos y que mantuvieran el pico máximo de fuerza durante 2-3 segundos. Los datos cinemáticos se recogieron con 8 cámaras. A su vez, se utilizó una sonda de ultrasonidos para poder comprobar los cambios que se producían en la aponeurosis del tendón durante el desarrollo de la prueba. De acuerdo con los resultados obtenidos durante este estudio, se apreció una mayor rigidez del tendón además de mayor fuerza del tendón en el grupo de velocistas que en los otros dos grupos, mientras que no se aprecian diferencias significativas entre el grupo de atletas de resistencia y el grupo de no activos. Además, se extrae del estudio que los sujetos capaces de desarrollar más fuerza serán capaces de tolerar mayor carga mecánica debido a una mayor rigidez del tendón.(27)

Llegamos a la conclusión de que la tendinopatía Aquilea de tipo no insercional tiene tanto factores biomecánicos como de activación de la musculatura, como causa o efecto de la aparición de esta, así como del tipo de calzado usado y la posible influencia de este en el tipo de zancada o apoyo realizado.

Debido a esto, y unido a la falta de criterio para establecer un tratamiento unánime, con el que se consigan los mejores resultados, llevaremos a cabo dos tratamientos diferentes y mediremos los resultados obtenidos a través del goniómetro Hawk así como con el dinamómetro Isocinético, para tratar de obtener datos objetivos sobre la ganancia de Fuerza Máxima Isométrica, así como el rango de movimiento de la Flexión Dorsal y Flexión Plantar

del pie, comparando ambos tratamientos y comprobando cual nos aporta mejores resultados en esta patología.

Para llevar a cabo este estudio, se realizarán las mediciones a través de un dinamómetro isocinético y del goniómetro digital Hawk.

(28)El dinamómetro isocinético se ha establecido como el aparato estándar para cuantificar la medición de la fuerza muscular en los diferentes momentos de las articulaciones, de tal manera que estos pueden ser medidos tanto de manera estática como dinámica, además de ser utilizados también para determinar las propiedades mecánicas de músculos y tendones. Además, se ha demostrado que los posibles fallos que nos pueden resultar de las fuerzas gravitacionales o por los movimientos mínimos rotacionales que tienen lugar en la realización del movimiento, algo que solamente podría ser medible y corregible si se aplicaran rayos x de manera simultánea al movimiento. (28)

(30)(29)A su vez, no se encuentran artículos que hablen sobre el goniómetro digital Hawk, debido a que se trata de un sistema muy novedoso, pero si artículos que hablen sobre goniómetros digitales, que realizan mediciones en distintas articulaciones, con el fin de comprobar la confiabilidad de los goniómetros digitales. De este modo, se trató de comprobar la confianza y fiabilidad en el hombro, de acuerdo con el estudio llevado a cabo por Mullaney et al. y los resultados obtenidos indican que podemos usarlos para medir con fiabilidad rangos de movimientos en las articulaciones, pero sin utilizarlos de manera alterna con goniómetros estándar. En este estudio demuestra que la utilización de los goniómetros digitales tiene un nivel de precisión mayor que los goniómetros estándar, lo cual favorece el uso de estos frente a un goniómetro estándar.(29) (30)

Evaluación De La Evidencia

Se llevó a cabo una búsqueda electrónica el día 11 de diciembre de 2017 en las siguientes bases de datos electrónicas: Pubmed, Cinahl y Ebsco, obteniendo un total de 116 artículos. Además, se llevaron a cabo búsquedas manuales en Google académico y libros.

Esta búsqueda fue limitada a artículos de los últimos 13 años, porque a pesar de existir bibliografía suficiente en los últimos 5 años, algunos de los artículos más importantes sobre este tema fueron publicados hace más de 5 años.

Palabras Clave

1. Tendinopatía Aquílea
2. Excéntrico
3. Isométrico
4. Concéntrico
5. Fuerza
6. Rango de Movimiento
7. Atletas
8. Tríceps Sural
9. Tratamiento

| ESPAÑOL | INGLÉS | MESH | DECS | TÉRMINO LIBRE |
|----------------------|--|----------------------|----------------------|---------------|
| Tendinopatía Aquílea | Achilles Tendinopathy Calcaneal Tendinopathy | No | No | Si |
| Excéntrico | Eccentric Eccentric exercise Eccentric contraction Eccentric strenght | No | No | Si |
| Isométrico | Isometric Isometric exercise Isometric contraction Isometric strenght | No No Si No | No No Si No | Si |
| Concéntrico | Concentric Concentric exercise | No | No | Si |

| | | | | |
|---------------------|---|----------------|----------------|----|
| | Concentric contraction Concentric strenght | | | |
| Fuerza | Strenght Muscle strenght | No Si | No Si | Si |
| Rango de Movimiento | Range of Motion Range of movement | Si No | Si No | Si |
| Atletas | Athletes Sportsman Runners | Si No No | Si No No | Si |
| Tríceps Sural | Triceps Surae Gastrocnemious Muscle Soleus Muscle | No | No | Si |
| Tratamiento | Treatment Therapy Physioterapy treatment | No Si No | No No No | Si |

Flujograma

Artículos obtenidos en búsqueda electrónica en Pubmed y Ebsco

116

|

Tras descartar los artículos repetidos

101

Tras aplicar el filtro de artículos publicados posteriormente al 2005

68

Tras descartar los artículos incompatibles por idioma

65

Tras descartar los artículos por lectura crítica

26

Tras añadir los archivos encontrados con búsquedas manuales

30

Estrategias De Búsqueda

Sobre las estrategias de búsqueda, se añaden captura de pantalla en los anexos, donde se aprecian las estrategias de búsqueda llevadas a cabo en las diferentes bases de datos.

Objetivos Del Estudio

Objetivo General: valorar cambios de Fuerza en tríceps sural y ROM del plano sagital del pie, en atletas masculinos comprendidos entre los 18 y los 35 años, con tendinopatía aquílea en un tratamiento habitual junto con excéntricos versus un tratamiento habitual junto con isométricos y concéntricos.

Objetivo Específico: comparar la ganancia de Fuerza isométrica máxima en tríceps sural, medida a través de dinamómetro isocinético en atletas masculinos comprendidos entre los 18 y los 35 años, con tendinopatía aquílea en un tratamiento habitual junto con excéntricos y en un tratamiento habitual junto con isométricos y concéntricos.

Objetivo Específico: comparar la ganancia de ROM en la flexión dorsal del pie, medido con HAWK, en atletas masculinos comprendidos entre los 18 y los 35 años, con tendinopatía aquílea en un tratamiento habitual con excéntricos y en un tratamiento habitual con isométricos y concéntricos.

Objetivo Específico: comparar la ganancia de ROM en la flexión plantar del pie, medido con HAWK, en atletas masculinos comprendidos entre los 18 y los 35 años, con tendinopatía aquílea en un tratamiento habitual junto con excéntricos y en un tratamiento habitual junto con isométricos y concéntricos.

Hipótesis

El tratamiento habitual junto con ejercicios excéntricos nos aportará mejores resultados que un tratamiento habitual junto con ejercicios isométricos y concéntricos, en la ganancia de Fuerza isométrica máxima en tríceps sural y la ganancia de ROM de Flexión Dorsal y Flexión Plantar del pie, en el tratamiento de una tendinopatía aquilea en atletas

Metodología

Diseño

Para llevar a cabo este estudio de investigación se diseña un estudio analítico, experimental, aleatorio, longitudinal, prospectivo, unicéntrico y con enmascaramiento.

Se ha seleccionado este tipo de estudio para valorar la relación causa-efecto cuando se aplican dos técnicas diferentes como técnicas complementarias a un tratamiento común, para comprobar si dependiendo del tipo de intervención se aprecian unos resultados diferentes. Para llevarlo a cabo, se establece un estudio longitudinal, donde los sujetos de estudio serán sometidos a una medición pre y post-tratamiento. En este estudio se llevará a cabo una aleatorización para lograr una buena distribución de los sujetos.

Para prevenir sobre posibles sesgos que tuvieran lugar en el estudio, se propone un enmascaramiento, donde tanto los sujetos como el investigador pueden saber a qué grupo pertenecen, pero la persona destinada a analizar los resultados no sabrá a qué grupo pertenecen los sujetos, para evitar que el investigador pueda influir subjetivamente en la interpretación de los resultados.

Para llevar a cabo el estudio se tiene en cuenta los principios éticos universales recogidos en el 2008 en la Declaración de la Asociación Médica Mundial, actualizados de la de Helsinki en el 1964. Además, se le entregará al Comité Ético de Investigación Clínica una solicitud de aprobación para que permita llevar a cabo el estudio. A su vez, se pedirá un informe de colaboración de la Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios, relativa a la Universidad Pontificia de Comillas, para que el estudio pueda desarrollarse en dicho centro.

Todos los sujetos que forman parte del estudio recibirán el consentimiento informado por escrito, que deberán firmar, y donde se les informará de los objetivos que tratamos de lograr en este estudio, como se va a llevar a cabo, cuál será la metodología que seguiremos, además

de los protocolos y los riesgos que pudieran aparecer durante el transcurso del estudio. Se garantiza que todos los datos personales quedarán para el estudio y que estos no serán utilizados para otros medios sin su consentimiento. Todos ellos además recibirán el documento de revocación, en el que el paciente será informado de que podrá retirarse del estudio cuando lo desee sin ser necesario que estos den explicaciones ni recibir penalizaciones.

Sujetos de estudio

Este estudio va dirigido a atletas de élite, varones, que sufran dolor en la zona aquilea con una evolución mayor a 6 meses de sintomatología.

Con el objetivo de conseguir una homogeneidad en la muestra, nuestro estudio cuenta con criterios de inclusión y exclusión:

| CRITERIOS DE INCLUSIÓN |
|---|
| Atletas varones de élite. |
| Edad comprendida entre 18 y 40 años. |
| Diagnóstico médico de Tendinopatía Aquilea en zona medial. |
| Síntomas durante un periodo mayor de 6 meses sin haber sido tratado con técnicas invasivas o quirúrgicas. |

| CRITERIOS DE EXCLUSIÓN |
|---|
| No ser atleta, o serlo con un entrenamiento inferior a 4 días semanales |
| Diagnóstico médico de Tendinopatía Aquilea en la zona insercional |
| Evolución de un periodo menor a 6 meses |
| Haber recibido tratamiento invasivo o quirúrgico |
| Rotura parcial o total del tendón |
| Procesos quirúrgicos previos en miembros inferiores |

A la hora de llevar a cabo el estudio, se realiza un estudio no estratificado, puesto que no se dispone de un listado de los miembros que forman la población de nuestro estudio, consecutivo, ya que se seleccionarán los sujetos que cumplan con los criterios del estudio a medida que van apareciendo y durante un periodo de tiempo determinado.

La muestra se divide en dos grupos, de tal manera que uno de los grupos será tratado con el tratamiento convencional junto con ejercicios excéntricos, y el otro grupo será tratado con el tratamiento convencional junto con ejercicios isométricos y concéntricos. Los sujetos serán asignados a uno de los grupos de manera aleatoria, pues a su llegada, les pediremos que escojan una de las 18 bolas que habrá dentro de una bolsa opaca, donde habrá 9 rojas y 9 azules, y dependiendo del color que saquen serán asignados a un grupo o al otro.

Para calcular el tamaño necesario de nuestra muestra, aplicaremos la fórmula:

$$n = \frac{2k \times SD^2}{d^2}$$

SD: Desviación Típica

d: precisión

El cálculo del tamaño de nuestra muestra se realizará en todas nuestras variables dependientes: Fuerza Máxima Isométrica, ROM Flexión Plantar y ROM Flexión Dorsal.

Después de haber realizado el cálculo muestral sobre todas nuestras variables dependientes, seleccionaremos aquel que nos dé un resultado mayor, pues será el caso que más sujetos necesite para extrapolar los datos de nuestro estudio a la población diana.

Debido a la ausencia de estudios que nos aporten datos objetivables con los que poder llevar a cabo un cálculo muestral, ha sido imposible realizar el mismo para las variables de rango de movimiento en Flexión plantar y Flexión dorsal del pie, por lo que solo se ha podido realizar el cálculo muestral sobre nuestra variable de Fuerza Máxima Isométrica.

La variable K se obtiene al utilizar para este estudio un nivel de confianza del 5%. El nivel de significación ($\alpha = 0,05$) indica que aceptamos una probabilidad de error del 5% al rechazar la hipótesis nula. A su vez, establecemos la potencia ($1-\beta$), que suele ser 0,80 lo que nos indica un 80% de probabilidades de detectar diferencias en una determinada magnitud. De esta manera extraemos el valor que tendrá K en la fórmula, y que será igual a 7.8

Para llevar a cabo el cálculo muestral sobre nuestra variable Fuerza Máxima Isométrica, se realiza tomando como referencia el artículo (5), que consta de una desviación típica de 6,6. De acuerdo con los valores medios obtenidos en este estudio (101,2), una variación que sea superior al 10% (10,12) del valor medio, entre los resultados obtenidos al realizar la medida el primer y último día de tratamiento, indicarían cambios significativos. Tras conocer estos valores, y conocer el valor de k (7,85), todos los datos son sustituidos en la muestra y obtenemos un valor de 9 sujetos en cada grupo de estudio.

CALCULADORA GRANMO

“Aceptando un riesgo alfa de 0.05 y un riesgo beta de 0.2 en un contraste bilateral, se precisan 9 sujetos en el primer grupo de estudio y 9 en el segundo para apreciar una diferencia igual o superior al 10% (10,12). Se asume una desviación estándar común de 6.6, además de estimar una tasa de pérdida de seguimiento del 15%.”

Variables

| VARIABLES DEPENDIENTES | TIPO | INSTRUMENTO DE MEDICIÓN | UNIDADES |
|----------------------------|--------------------------|----------------------------|------------|
| <u>Fuerza Isométrica</u> | Cuantitativa Continua | Dinamómetro Isocinético | Newton (N) |
| <u>ROM Flexión Plantar</u> | Cuantitativa Continua | HAWK | Grados (°) |
| <u>Rom Flexión Dorsal</u> | Cuantitativa Continua | HAWK | Grados (°) |

| VARIABLES INDEPENDIENTES | TIPO | UNIDADES |
|--------------------------|---------------------------|--|
| Momento De Medición | Cualitativa Dicotómica | 0: pretratamiento 1: postratamiento |
| Tipo De Intervención | Cualitativa Dicotómica | 0: tto. habitual junto con excéntricos 1: tto.habitual junto con isométricos y concéntricos |

Hipótesis operativa

Hipótesis operativa para el objetivo “valorar cambios en la ganancia de Fuerza isométrica máxima en cuádriceps en atletas masculinos comprendidos entre los 18 y 35 años, con tendinopatía aquilea en un tratamiento habitual junto con excéntricos y en un tratamiento habitual junto con isométricos y concéntricos.”

- Hipótesis Nula (H0): no hay diferencias estadísticamente significativas en la ganancia de Fuerza Isométrica máxima en tríceps sural en atletas masculinos comprendidos entre los 18 y los 35 años con tendinopatía aquilea, entre un tratamiento habitual junto con isométricos y concéntricos respecto a un tratamiento habitual junto con excéntricos.

- Hipótesis Alternativa (H1): hay diferencias estadísticamente significativas en la ganancia de Fuerza Isométrica máxima en tríceps sural en atletas masculinos comprendidos entre los 18 y los 35 años con tendinopatía aquilea, entre un tratamiento habitual junto con excéntricos respecto un tratamiento habitual junto con isométricos y concéntricos.

Hipótesis operativa para el objetivo “valorar cambios en la ganancia de ROM en la flexión dorsal del pie en atletas masculinos comprendidos entre los 18 y los 35 años, con tendinopatía aquilea en un tratamiento habitual junto con excéntricos y en un tratamiento habitual junto con isométricos y concéntricos.”

- Hipótesis Nula (H0): no hay diferencias estadísticamente significativas en la ganancia de ROM en Flexión Dorsal del pie en atletas masculinos comprendidos entre los 18 y los 35 años con tendinopatía aquilea, entre un tratamiento habitual junto con isométricos y concéntricos respecto a un tratamiento habitual junto con excéntricos.
- Hipótesis Alternativa (H1): hay diferencias estadísticamente significativas en la ganancia de ROM en Flexión Dorsal del pie en atletas masculinos comprendidos entre los 18 y los 35 años con tendinopatía aquilea, entre un tratamiento habitual junto con excéntricos respecto a un tratamiento habitual junto con isométricos y concéntricos.

Hipótesis operativa para el objetivo “valorar cambios de la ganancia de ROM en la flexión plantar del pie en atletas masculinos comprendidos entre los 18 y los 35 años, con tendinopatía aquilea en un tratamiento habitual junto con excéntricos y en un tratamiento habitual junto con isométricos y concéntricos.”

- Hipótesis Nula (H0): no hay diferencias estadísticamente significativas en la ganancia de ROM en Flexión Plantar del pie en atletas masculinos comprendidos entre los 18 y los 35 años con tendinopatía aquilea, entre un tratamiento habitual junto con isométricos y concéntricos respecto a un tratamiento habitual junto con excéntricos.
- Hipótesis Alternativa (H1): hay diferencias estadísticamente significativas en la ganancia de ROM en Flexión Plantar en atletas masculinos comprendidos entre los 18 y los 35 años con tendinopatía aquilea, entre un tratamiento habitual junto con excéntricos respecto a un tratamiento habitual junto con isométricos y concéntricos.

Recogida, Análisis De Datos, Contraste De La Hipótesis

Recogida de datos:

Inicialmente, y después de que los sujetos hayan aceptado participar en este estudio, se les pedirá que firmen la hoja de información, así como el documento de consentimiento informado (ANEXOS), para después poder completar la hoja de recogida de datos, donde quedarán recogidas las mediciones de todas nuestras variables, tanto pre como post-tratamiento, asignando un número a cada uno de nuestros pacientes.

La Fuerza Máxima Isométrica será medida a través del dinamómetro isocinético, que nos aportará datos medidos en Newton (N)

El rango de movilidad tanto de Flexión Plantar como Flexión Dorsal de tobillo será medido a través del goniómetro digital Hawk, que nos aportará los datos medidos en grados (°).

Análisis de datos:

Los datos obtenidos en nuestras mediciones serán analizados por el programa IBM SPSS statistics Desktop 22.0 que serán a su vez trasladados a una hoja de Excel para llevar a cabo su estudio.

Análisis Descriptivo:

A través de la estadística descriptiva se estudia mínimo, máximo, media, desviación típica y varianza para todas las variables cuantitativas independientes de nuestro estudio, con el objetivo de poder valorar posteriormente las diferencias dentro de la población.

Tras esto, realizaremos una prueba de normalidad a través de SPSS, con el objetivo de averiguar los test que utilizaremos para el contraste de hipótesis.

Análisis inferencial:

Analizaremos nuestras tres variables independientes, presentes en los dos grupos de nuestro estudio.

En ambos grupos se llevarán a cabo mediciones de todas nuestras variables, tanto al inicio como al final de nuestro estudio. Con esto, tratamos de comprobar la modificación de los valores obtenidos de cada una de las variables entre las mediciones pre y post-tratamiento.

Cuando se disponga de estos resultados, se compararán los valores obtenidos utilizando las medias de cada una de las variables.

Se comprueba la normalidad de ambos grupos del estudio a través del test de Kolmogorov-Smirnov, así como la homogeneidad de las varianzas a través del test de Levene.

Si en ambas pruebas se obtiene $P > 0.05$, esto indicará que se cumple el principio de normalidad, y utilizaremos test paramétricos, T-student, mientras que, si no es así, y $p < 0.05$, utilizaremos test no paramétricos, Test U de Maan-Whitney.

Si al realizar estas pruebas, hay diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$ entre ambos grupos, rechazaremos la hipótesis nula y aceptaremos la hipótesis alternativa.

Si, por el contrario, no hay diferencias estadísticamente significativas, $p > 0.05$ entre ambos grupos, aceptaremos la hipótesis nula, pues existe riesgo de que esos resultados se deban al azar.

Estos resultados se representarán a través de un diagrama de cajas.

Limitaciones Del Estudio

La limitación principal de este estudio es la dificultad de encontrar un grupo suficientemente grande de atletas masculinos de élite o amateur con alta carga de entrenamiento, que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión.

Equipo Investigador

El equipo que formará parte de este estudio de investigación estará compuesto por:

Un Fisioterapeuta, que será el investigador principal.

Un médico, que tendrá una experiencia de 10 años en la medicina deportiva, y que habrá participado previamente en estudios y proyectos de investigación.

Un Fisioterapeuta, con formación y máster en Fisioterapia Deportiva, con experiencia superior a 5 años, y conocedor de todas las técnicas que se realizarán durante el tratamiento.

Finalmente, el equipo investigador de este proyecto lo completará un estadista, especialista en análisis de datos estadísticos, con la titulación necesaria, y con experiencia previa en otros proyectos de investigación.

Las tareas que desempeñará cada uno de los miembros del equipo investigador dentro de este proyecto serán descritas más adelante.

Plan De Trabajo

Diseño De La Intervención

Se realiza un estudio analítico, experimental, longitudinal, prospectivo, unicéntrico, con enmascaramiento.

Tras formular la pregunta PICO, se elaboró una estrategia de búsqueda en bases de datos electrónicas (EBSCO Y PUBMED). Y se procede a la obtención de artículos relacionados con nuestro estudio, así como a su lectura, con los que se realizarán los antecedentes y el estado actual del tema.

Tras esta parte, nos disponemos a formular objetivos e hipótesis, así como establecer la metodología.

Dentro de la fase de la metodología, se establecen los criterios de inclusión y exclusión. También se calcula el tamaño de la muestra. A través de un muestreo aleatorio simple, se forman los diferentes grupos de estudio para llevar a cabo nuestro estudio.

Tras la fase de medición y la de recogida de datos, se llevará a cabo un análisis de estos, a través del programa informático IBM SPSS statistics.

Como paso final, se elaboran y se publican las conclusiones a las que hemos llegado tras analizar los datos obtenidos en este estudio.

Etapas De Desarrollo

| TAREAS | 1 TRIMESTRE | 2 TRIMESTRE | 3 TRIMESTRE |
|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| DISEÑO DEL PROYECTO | X | | |
| REUNIONES DEL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN | X | X | X |
| SELECCIÓN DE LA MUESTRA | | X | |
| REUNIÓN CON LOS PARTICIPANTES | | X | X |
| EVALUACIONES Y TESTS | | X | X |
| INICIO DEL TRATAMIENTO | | X | X |
| RECOGIDA Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS | | X | X |
| CONCLUSIONES | | | X |

TABLA 1. ELABORACIÓN PROPIA

Todo el proceso de elaboración y el desarrollo del estudio ha tenido lugar en varias fases:

En la fase inicial, durante el primer trimestre, se ha llevado a cabo la elaboración de la pregunta PICO, además de llevarse a cabo la búsqueda de información estableciendo estrategias de búsquedas en las distintas bases de datos. A esta etapa pertenece también la elaboración del flujograma, los antecedentes y el estado actual del tema.

También se elaboraron dentro de esta etapa los objetivos del estudio, así como la formulación de hipótesis.

En la fase siguiente, durante el segundo trimestre, se diseñaron los protocolos de tratamiento que serán utilizados en nuestro estudio, la recogida de datos, así como la elaboración del documento de consentimiento informado. Además, también comienzan a realizarse las primeras mediciones. Los datos se recogerán en una tabla como la siguiente:

| NÚMERO DEL PACIENTE | FLEX. PLANTAR FP0 | FLEX. PLANTAR FP1 | FLEX. DORSAL FD0 | FLEX. DORSAL FD1 | FUERZA MÁXIMA FM0 | FUERZA MÁXIMA FM1 |
|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

TABLA 2. RECOGIDA DE DATOS. ELABORACIÓN PROPIA

Protocolos de Medición

Diagnóstico médico: a su llegada, los atletas serán sometidos a una ecografía por parte del médico, de tal manera que se pueda apreciar alguna modificación en el tendón que indique que presenta dicha patología.

Medición del momento de fuerza máximo isométrico con dinamómetro isocinético:

Previo a realizar esta medición, los atletas realizarán 10 minutos de calentamiento en bicicleta estática al 50% de su frecuencia cardiaca máxima.

Una vez llevado a cabo el calentamiento, y de acuerdo con lo descrito por Arampatzis et al, (5), se colocará al paciente en decúbito prono, colocándole con 160° de Flexión de rodilla y 85° de flexión plantar, posición en la que se detecta mayor actividad electromiográfica de la musculatura que queremos medir

Tras esto, colocaremos el eje del dinamómetro encima de la rodilla, en la zona central, y que se prolongue hasta llegar al pie, y se realizará con la zapatilla puesta.

Posteriormente, se realizará la medición, para la cual se realizarán 3 contracciones isométricas, de donde se extraerá la media de los valores máximos de cada contracción. Para llevar a cabo esta medición, se utilizará el test isométrico en línea.

Esta medición será llevada a cabo al inicio y al final del tratamiento.

Medición del rango de movimiento del tobillo en Flexión Dorsal y Flexión Plantar:

Para la realización de esta medición, los atletas realizarán ejercicios de cinesiterapia activa durante 5 minutos, guiada por los fisioterapeutas, realizando estos ejercicios en la máxima amplitud articular, pero sin llegar a la zona dolorosa si la hay.

Al acabar el calentamiento, se colocará al atleta en bipedestación al borde de la camilla de tal manera que sus pies no hagan contacto con el suelo.

Posteriormente, y partiendo de una posición de dorsiflexión neutra, se coloca el Hawk en el maléolo peroneo, atado con una cincha, y se pedirá al atleta que realice 5 ciclos de Flexión Dorsal y Flexión Plantar, de tal manera que extraeremos los valores máximos alcanzados tanto en la Flexión Dorsal como en la Flexión Plantar.

Esta medición se realizará en el inicio y en el final del tratamiento.

Protocolos de trabajo:

Protocolo de trabajo conjunto:

De acuerdo con lo establecido por Mayer et al. en el año 2007 (3), ambos grupos de tratamiento verán complementado su tipo de ejercicio junto con:

- 5 minutos de fricción profunda sobre la zona media del tendón.
- 20 minutos de ultrasonido pulsátil 1,5 W/cm cuadrado.
- 5 minutos de hielo

Protocolo de trabajo para el grupo 1 (tratamiento habitual + ejercicios excéntricos):

Se realiza ejercicio excéntrico sobre un escalón de tal manera que el talón no llegue a tener contacto con el suelo. Se realizará en apoyo monopodal, partiendo de la máxima Flexión dorsal posible, por lo que todo el peso corporal está apoyado sobre la pierna afecta, llegando a la máxima flexión dorsal posible. No se realizará fase concéntrica, pues para volver a la posición de inicio, se ayudará de la pierna sana. Se realizarán 12 series de 12 repeticiones, con un descanso de 2 minutos entre cada una de las series y que se desarrollará durante 8 semanas de tratamiento.

Las series se realizarán:

- 6 con la pierna totalmente estirada.
- 6 con una ligera flexión de rodilla.

La carga se irá aumentando de manera progresiva, de tal manera que el primer día el paciente realizará 2x6 series, que se irán aumentando hasta realizar 12x8 a las dos o tres semanas, y que al mes de tratamiento sea capaz de realizar 12x12 sin ningún tipo de molestia. La carga será modificada de manera individualizada en función de las sensaciones de cada uno de los atletas.

Al finalizar cada sesión de tratamiento, se realizan 5 estiramientos pasivos tipo I con una duración de 20 segundos y descanso de 1 minuto entre cada estiramiento.

Los atletas abandonarán el tratamiento en el caso de que aumenten sus dolencias y aparezca un dolor invalidante. Las modificaciones en el número de series y repeticiones se realizarán en función a las sensaciones de cada uno de los atletas.

Protocolo de trabajo para el grupo 2 (tratamiento habitual + ejercicios isométricos + ejercicios concéntricos):

El protocolo de isométricos y concéntricos consta de la misma evolución en cargas que el protocolo de excéntricos, con la diferencia de que las 12 series se dividirán entre 6 series de isométricos y 6 de concéntricos.

En los isométricos, a diferencia que en el ejercicio concéntrico y excéntrico, el talón se encontrará en apoyo encima del escalón.

Para la realización del ejercicio isométrico, el paciente contará con una carga lo suficientemente grande que, tratando de realizar una contracción concéntrica, este sea incapaz de realizarla.

Para la realización del ejercicio concéntrico, se partirá de una posición inicial de máxima Flexión Dorsal y se llegará a la máxima posición de Flexión Plantar.

En este grupo, al igual que en el de tratamiento excéntrico, al finalizar cada sesión se realizarán estiramientos pasivos tipo I, 5 repeticiones de 20 segundos con descanso de 1 minuto entre cada estiramiento.

Distribución De Tareas De Todo El Equipo Investigador

El investigador principal será el encargado de controlar la realización y llevar a cabo tanto los ejercicios excéntricos como concéntricos del protocolo al que correspondan. Además de esto, como investigador principal, se encargará de la coordinación y el trabajo de manera conjunta de todos los miembros del equipo investigador. También será el encargado de llevar a cabo las mediciones.

El médico, se encargará de realizar la valoración inicial, apoyada por pruebas de imagen (ecografía), para asegurarnos de que todos los pacientes cumplen con los criterios de inclusión, previamente descritos.

Un Fisioterapeuta con máster en Fisioterapia Deportiva, conocedor de todas las técnicas complementarias a los excéntricos, concéntricos e isométricos, y comunes a ambos protocolos de tratamiento. Será el encargado de llevar a cabo los 5 minutos de fricción profunda sobre la zona media del tendón, aplicar los 20 minutos de ultrasonido pulsátil 1,5 W/cm cuadrado, así como aplicar hielo y controlar el tiempo.

El estadista será la persona encargada de elaborar el informe final, así como de analizar e interpretar los datos obtenidos.

Lugar De Realización Del Proyecto

El estudio será llevado a cabo en la Escuela de Enfermería y Fisioterapia de "San Juan de Dios", perteneciente a la Universidad Pontificia de Comillas, y ubicada en Avenida San Juan de Dios, 1, 28350, en Ciempozuelos (Madrid).

Tanto el proceso de valoración como el de tratamiento tendrán lugar en el laboratorio de biomecánica, donde se encuentra el dinamómetro Isocinético Primus RS BTE technology, Maryland, Baltimore, que utilizaremos para llevar a cabo la medición de los momentos de Fuerza Máxima Isométrica. En este mismo laboratorio se encuentra el Hawk, que será utilizado para llevar a cabo las mediciones de ROM tanto de la Flexión Dorsal como de la Flexión Plantar.

Todos los datos y mediciones obtenidos durante este proceso serán informatizados para analizarlos posteriormente a través del programa informático IBM SPSS statistics.

Listado De Referencias

- (1) Wang H-, Lin K-, Su S-, Shih TT-, Huang Y-. Effects of tendon viscoelasticity in Achilles tendinosis on explosive performance and clinical severity in athletes. *Scand J Med Sci Sports*. 2012 December;22(6):147.
- (2) Wang H, Lin K, Wu Y, Chi S, Shih TT, Huang Y. Evoked spinal reflexes and force development in elite athletes with middle-portion Achilles tendinopathy. *The Journal Of Orthopaedic And Sports Physical Therapy*. 2011 October;41(10):785-794.
- (3) Mayer F, Hirschmüller A, Müller S, Schuberth M, Baur H. Effects of short-term treatment strategies over 4 weeks in Achilles tendinopathy. *Br J Sports Med*. 2007 Jul;41(7):e6.
- (4) Baur H, Müller S, Hirschmüller A, Cassel M, Weber J, Mayer F. Comparison in lower leg neuromuscular activity between runners with unilateral mid-portion Achilles tendinopathy and healthy individuals. *J Electromyogr Kinesiol*. 2011 Jun;21(3):499-505.
- (5) Arampatzis A, Karamanidis K, Stafilidis S, Morey-Klapsing G, DeMonte G, Brüggemann G. Effect of different ankle- and knee-joint positions on gastrocnemius medialis fascicle length and EMG activity during isometric plantar flexion. *Journal Of Biomechanics*. 2006;39(10):1891-1902.
- (6) Fletcher J, Esau S, MacIntosh B. Changes in tendon stiffness and running economy in highly trained distance runners. *Eur J Appl Physiol* 2010 Nov;110(5):1037-1046.
- (7) Connick MJ, Li F. Changes in timing of muscle contractions and running economy with altered stride pattern during running. *Gait & Posture* 2014;39(1):634-637.
- (8) Azevedo LB, Lambert MI, Vaughan CL, O'Connor CM, Schwellnus MP. Biomechanical variables associated with Achilles tendinopathy in runners. *Br J Sports Med* 2009 Apr;43(4):288-292.
- (9) Baur H, Müller S, Hirschmüller A, Cassel M, Weber J, Mayer F. Comparison in lower leg neuromuscular activity between runners with unilateral mid-portion Achilles tendinopathy and healthy individuals. *J Electromyogr Kinesiol*. 2011 Jun;21(3):499-505.
- (10) Miyamoto N, Kanehisa H, Fukunaga T, Kawakami Y. Effect of postactivation potentiation on the maximal voluntary isokinetic concentric torque in humans. *Journal Of Strength And Conditioning Research*. 2011 January;25(1):186-192.
- (11) Karamanidis K, Arampatzis A, Brüggemann G. Adaptational phenomena and mechanical responses during running: effect of surface, aging and task experience. *European Journal Of Applied Physiology*. 2006 October;98(3):284-298.
- (12) Strauts J, Vanicek N, Halaki M. Acute changes in kinematic and muscle activity patterns in habitually shod rearfoot strikers while running barefoot. *Journal of Sports Sciences*. 2016 January;34(1):75-87.

- (13) Sobhani S, Hijmans J, van den Heuvel E, Zwerver J, Dekker R, Postema K. Biomechanics of slow running and walking with a rocker shoe. *Gait & Posture* 2013 September;38(4):998-1004.
- (14) Donoghue OA, Harrison AJ, Coffey N, Hayes K. Functional data analysis of running kinematics in chronic Achilles tendon injury. *Med Sci Sports Exerc.* 2008 Jul;40(7):1323-1335.
- (15) Jewell C, Boyer KA, Hamill J. Do footfall patterns in forefoot runners change over an exhaustive run? *Journal of Sports Sciences.* 2017 January;35(1):74-80.
- (16) Paluska SA. An overview of hip injuries in running. *Sports Medicine.* 2005 August;35(11):991-1014.
- (17) Verrall G, Schofield S, Brustad T. Chronic Achilles Tendinopathy Treated With Eccentric Stretching Program. *Foot & Ankle International.* 2011 September;32(9):843-849.
- (18) Wang H, Chiang H, Chen W, Shih TT, Huang Y, Jiang C. Early Neuromechanical Outcomes of the Triceps Surae Muscle-Tendon After an Achilles' Tendon Repair. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation.* 2013 August;94(8):1590-1598.
- (19) Yu J. Comparison of Lower Limb Muscle Activity during Eccentric and Concentric Exercises in Runners with Achilles Tendinopathy. *J Phys Ther Sci.* 2014 Sep;26(9):1351-1353.
- (20) Fouré A, Nordez A, Guette M, Cornu C. Effects of plyometric training on passive stiffness of gastrocnemii and the musculo-articular complex of the ankle joint. *Scand J Med Sci Sports.* 2009 December;19(6):811-818.
- (21) Ricard MD, Ugrinowitsch C, Parcell AC, Hilton S, Rubley MD, Sawyer R, et al. Effects of rate of force development on EMG amplitude and frequency. *International Journal of Sports Medicine.* 2005 January;26(1):66-70.
- (22) Reid D, McNair PJ, Johnson S, Potts G, Witvrouw E, Mahieu N. Electromyographic analysis of an eccentric calf muscle exercise in persons with and without Achilles tendinopathy. *Physical Therapy in Sport.* 2012 August;13(3):150-155.
- (23) 1 S P, C University, Perth, Australia; 2 D P Royal Perth Hospital, Perth, Australia; Australian Institute of Sport, et al. G T Allison,1,2 C Purdam3. *British Journal of Sports Medicine.* 2009 /04/01;43(4):276-279.
- (24) Almekinders LC, Weinhold PS, Maffulli N. Compression etiology in tendinopathy. *Clinics in Sports Medicine.* 2003;22(4):703-710.
- (25) Ryan M, Grau S, Taunton J, Horstmann T, Maiwald C, Krau I. Biomechanical Discrimination Between Healthy Runners and Runners with Mid-portion Achilles Tendinopathy. *Clinical Journal of Sport Medicine.* 2006 March;16(2):185.
- (26) Donoghue OA, Harrison AJ, Laxton P, Jones RK. Lower limb kinematics of subjects with chronic achilles tendon injury during running. *Res Sports Med* 2008;16(1):23-38.

(27) Arampatzis A, Karamanidis K, Morey-Klapsing G, De Monte G, Stafilidis S. Mechanical properties of the triceps surae tendon and aponeurosis in relation to intensity of sport activity. *Journal Of Biomechanics*. 2007;40(9):1946-1952.

(28) Mechanical correction of dynamometer moment for the effects of segment motion during isometric knee extension tests.

(29) Mullaney MJ, McHugh MP, Johnson CP, Tyler TF. Reliability of shoulder range of motion comparing a goniometer to a digital level. *Physiotherapy Theory and Practice*. 2010 Jul;26(5):327-333.

(30) Yaikwawongs N, Limpaphayom N, Wilairatana V. Reliability of digital compass goniometer in knee joint range of motion measurement. *Journal of the Medical Association of Thailand = Chotmaihet thangphaet*. 2009 Apr;92(4):517.

Anexos

Búsqueda realizada en Ebsco y Cinahl:

Monday, December 11, 2017 1:27:51 PM

| # | Consulta | Limitadores y ampliadores | Último acceso realizado a través de | Resultados |
|-----|------------------|---------------------------------------|---|------------|
| S19 | S1 AND S7 AND S8 | Modos de búsqueda - Booleano/Frase | Interfaz - EBSCOhost Research Databases Pantalla de búsqueda - Búsqueda avanzada Base de datos - MEDLINE with Full Text;CINAHL with Full Text;MEDLINE | 6 |
| S18 | S7 AND S17 | Modos de búsqueda - Booleano/Frase | Interfaz - EBSCOhost Research Databases Pantalla de búsqueda - Búsqueda avanzada Base de datos - MEDLINE with Full Text;CINAHL with Full Text;MEDLINE | 38 |
| S17 | S8 AND S10 | Modos de búsqueda - Booleano/Frase | Interfaz - EBSCOhost Research Databases Pantalla de búsqueda - Búsqueda avanzada Base de datos - MEDLINE with Full Text;CINAHL with Full Text;MEDLINE | 3,207 |
| S16 | S5 AND S10 | Modos de búsqueda - Booleano/Frase | Interfaz - EBSCOhost Research Databases Pantalla de búsqueda - Búsqueda avanzada Base de datos - MEDLINE with Full Text;CINAHL with Full Text;MEDLINE | 6 |

| | | | | |
|-----|-----------------------|---------------------------------------|---|-----|
| S15 | (S1 AND S10) AND (S7) | Modos de búsqueda - Booleano/Frase | Interfaz - EBSCOhost Research Databases Pantalla de búsqueda - Búsqueda avanzada Base de datos - MEDLINE with Full Text;CINAHL with Full Text;MEDLINE | 28 |
| S14 | S1 AND S10 | Modos de búsqueda - Booleano/Frase | Interfaz - EBSCOhost Research Databases Pantalla de búsqueda - Búsqueda avanzada Base de datos - MEDLINE | 489 |

<http://web.b.ebscohost.com/ehost/searchhistory/PrintSearchHistory?sid=52819009-f391-4e31-b9cc-b5fd5f050a45%40pdc-v-sessmgr01&vid=50&...> 1/3

11/12/2017 Imprimir historial de búsqueda: EBSCOhost

| | | | | |
|-----|------------|---------------------------------------|--|----|
| S13 | S1 AND S11 | Modos de búsqueda - Booleano/Frase | with Full Text;CINAHL with Full Text;MEDLINE Interfaz - EBSCOhost Research Databases Pantalla de búsqueda - Búsqueda avanzada Base de datos - MEDLINE with Full Text;CINAHL with Full Text;MEDLINE | 2 |
| S12 | S7 AND S11 | Modos de búsqueda - Booleano/Frase | Interfaz - EBSCOhost Research Databases Pantalla de búsqueda - Búsqueda avanzada Base de datos - MEDLINE with Full Text;CINAHL with Full Text;MEDLINE | 26 |

| | | | | |
|-----|--|---------------------------------------|---|-----------|
| S11 | (S10) AND (S6 AND S10) | Modos de búsqueda - Booleano/Frase | Interfaz - EBSCOhost Research Databases Pantalla de búsqueda - Búsqueda avanzada Base de datos - MEDLINE with Full Text;CINAHL with Full Text;MEDLINE | 1,194 |
| S10 | S2 OR S3 OR S4 | Modos de búsqueda - Booleano/Frase | Interfaz - EBSCOhost Research Databases Pantalla de búsqueda - Búsqueda avanzada Base de datos - MEDLINE with Full Text;CINAHL with Full Text;MEDLINE | 119,708 |
| S9 | treatment OR (MH"therapy") OR physiotherapy treatment | Modos de búsqueda - Booleano/Frase | Interfaz - EBSCOhost Research Databases Pantalla de búsqueda - Búsqueda avanzada Base de datos - MEDLINE with Full Text;CINAHL with Full Text;MEDLINE | 8,778,426 |
| S8 | triceps surae OR gastrocnemius muscle OR soleus muscle | Modos de búsqueda - Booleano/Frase | Interfaz - EBSCOhost Research Databases Pantalla de búsqueda - Búsqueda avanzada Base de datos - MEDLINE with Full Text;CINAHL with Full Text;MEDLINE | 31,973 |
| S7 | (MH"athletes") OR sportsman OR runners | Modos de búsqueda - Booleano/Frase | Interfaz - EBSCOhost Research Databases Pantalla de búsqueda - Búsqueda avanzada | 38,510 |

| | | | | |
|----|---|---------------------------------------|---|--------|
| S6 | (MH"range of motion") OR range of movement | Modos de búsqueda - Booleano/Frase | Base de datos - MEDLINE with Full Text;CINAHL with Full Text;MEDLINE Interfaz - EBSCOhost Research Databases Pantalla de búsqueda - Búsqueda avanzada Base de datos - MEDLINE with Full Text;CINAHL with Full Text;MEDLINE | 25,745 |
| S5 | strenght OR (MH"muscle strenght") | Modos de búsqueda - Booleano/Frase | Interfaz - EBSCOhost Research Databases Pantalla de búsqueda - Búsqueda avanzada Base de datos - MEDLINE with Full Text;CINAHL with Full Text;MEDLINE | 218 |
| S4 | concentric OR concentric exercise OR concentric contraction OR concentric stretch | Modos de búsqueda - Booleano/Frase | Interfaz - EBSCOhost Research Databases Pantalla de búsqueda - Búsqueda avanzada Base de datos - MEDLINE with Full Text;CINAHL with Full Text;MEDLINE | 31,410 |
| S3 | isometric OR isometric exercise OR (MH"isometric contraction") OR isometric stretch | Modos de búsqueda - Booleano/Frase | Interfaz - EBSCOhost Research Databases Pantalla de búsqueda - Búsqueda avanzada Base de datos - MEDLINE with Full Text;CINAHL with Full Text;MEDLINE | 74,352 |
| S2 | eccentric OR eccentric exercise OR eccentric contraction OR eccentric stretch | Modos de búsqueda - Booleano/Frase | Interfaz - EBSCOhost Research Databases Pantalla de búsqueda - Búsqueda avanzada Base de datos - MEDLINE with Full Text;CINAHL with Full Text;MEDLINE | 25,473 |
| S1 | achilles tendinopathy OR calcaneal tendinopathy | Modos de búsqueda - Booleano/Frase | Interfaz - EBSCOhost Research Databases Pantalla de búsqueda - Búsqueda avanzada Base de datos - MEDLINE with Full Text;CINAHL with Full Text;MEDLINE | 2,285 |

Búsqueda realizada en Pubmed:

[Recent queries in pubmed](#)

[Search,Query,Items found,Time](#)

- #1,"Search (achilles tendinopathy) OR calcaneal tendinopathy",1913,12:34:03
- #2,"Search (((eccentric) OR eccentric exercise) OR eccentric contraction) OR eccentric stretch",11467,12:34:56
- #3,"Search (((isometric) OR isometric exercise) OR (MH""isometric contraction"")) OR isometric stretch",384972,12:36:18
- #4,"Search (((concentric) OR concentric exercise) OR concentric contraction) OR concentric stretch",14679,12:37:03
- #5,"Search (strength) OR (MH ""muscle strenght""),265561,12:37:42
- #6,"Search ((MH""range of motion"")) OR range of movement",48242,12:38:18
- #7,"Search (((MH""athletes"")) OR sportsman) OR runners",7505,12:38:51
- #8,"Search ((triceps surae) OR gastrocnemius muscle) OR soleus muscle",304358,12:39:59
- #9,"Search ((treatment) OR (MH ""therapy"")) OR physiotherapy treatment",9832183,12:41:46
- #10,"Search ((((((eccentric) OR eccentric exercise) OR eccentric contraction) OR eccentric stretch)) OR (((isometric) OR isometric exercise) OR (MH""isometric contraction"")) OR isometric stretch)) OR (((concentric) OR concentric exercise) OR concentric contraction) OR concentric stretch)",402931,12:43:12
- #11,"Search ((((((((((eccentric) OR eccentric exercise) OR eccentric contraction) OR eccentric stretch)) OR (((isometric) OR isometric exercise) OR (MH""isometric contraction"")) OR isometric stretch)) OR (((concentric) OR concentric exercise) OR concentric contraction) OR concentric stretch))) AND (((MH""range of motion"")) OR range of movement))) AND (((MH""athletes"")) OR sportsman) OR runners)",548,12:44:51
- #12,"Search ((((((((((((((eccentric) OR eccentric exercise) OR eccentric contraction) OR eccentric stretch)) OR (((isometric) OR isometric exercise) OR (MH""isometric contraction"")) OR isometric stretch)) OR (((concentric) OR concentric exercise) OR concentric contraction) OR concentric stretch))) AND (((MH""range of motion"")) OR range of movement))) AND (((MH""athletes"")) OR sportsman) OR runners))) AND ((achilles tendinopathy) OR calcaneal tendinopathy)",10,12:45:18
- #13,"Search ((((((((((((((eccentric) OR eccentric exercise) OR eccentric contraction) OR eccentric stretch)) OR (((isometric) OR isometric exercise) OR (MH""isometric contraction"")) OR isometric stretch)) OR (((concentric) OR concentric exercise) OR concentric contraction) OR

concentric stretch))) AND ((strength) OR (MH ""muscle strenght"")) AND (((MH""athletes"")) OR sportsman) OR runners)",535,12:46:51

#14,"Search (((((((((eccentric) OR eccentric exercise) OR eccentric contraction) OR eccentric stretch)) OR (((isometric) OR isometric exercise) OR (MH""isometric contraction"")) OR isometric stretch)) OR (((concentric) OR concentric exercise) OR concentric contraction) OR concentric stretch))) AND ((strength) OR (MH ""muscle strenght"")) AND (((MH""athletes"")) OR sportsman) OR runners))) AND ((achilles tendinopathy) OR calcaneal tendinopathy)",6,12:47:18

#15,"Search (((((((((eccentric) OR eccentric exercise) OR eccentric contraction) OR eccentric stretch)) OR (((isometric) OR isometric exercise) OR (MH""isometric contraction"")) OR isometric stretch)) OR (((concentric) OR concentric exercise) OR concentric contraction) OR concentric stretch))) AND (((MH""range of motion"")) OR range of movement)",14202,12:48:00

#16,"Search (((((((((eccentric) OR eccentric exercise) OR eccentric contraction) OR eccentric stretch)) OR (((isometric) OR isometric exercise) OR (MH""isometric contraction"")) OR isometric stretch)) OR (((concentric) OR concentric exercise) OR concentric contraction) OR concentric stretch))) AND (((MH""range of motion"")) OR range of movement))) AND (((triceps surae) OR gastrocnemius muscle) OR soleus muscle)",2878,12:48:26

#17,"Search (((((((((eccentric) OR eccentric exercise) OR eccentric contraction) OR eccentric stretch)) OR (((isometric) OR isometric exercise) OR (MH""isometric contraction"")) OR isometric stretch)) OR (((concentric) OR concentric exercise) OR concentric contraction) OR concentric stretch))) AND (((MH""range of motion"")) OR range of movement))) AND (((triceps surae) OR gastrocnemius muscle) OR soleus muscle))) AND (((MH""athletes"")) OR sportsman) OR runners)",76,12:48:52

#18,"Search (((((((((eccentric) OR eccentric exercise) OR eccentric contraction) OR eccentric stretch)) OR (((isometric) OR isometric exercise) OR (MH""isometric contraction"")) OR isometric stretch)) OR (((concentric) OR concentric exercise) OR concentric contraction) OR concentric stretch))) AND (((MH""range of motion"")) OR range of movement))) AND (((triceps surae) OR gastrocnemius muscle) OR soleus muscle))) AND (((MH""athletes"")) OR sportsman) OR runners))) AND ((achilles tendinopathy) OR calcaneal tendinopathy)",3,12:49:15

#19,"Search (((((((((eccentric) OR eccentric exercise) OR eccentric contraction) OR eccentric stretch)) OR (((isometric) OR isometric exercise) OR (MH""isometric contraction"")) OR isometric stretch)) OR (((concentric) OR concentric exercise) OR concentric contraction) OR concentric stretch))) AND ((strength) OR (MH ""muscle strenght""))",34112,12:49:57

#20,"Search (((((((((eccentric) OR eccentric exercise) OR eccentric contraction) OR eccentric stretch)) OR (((isometric) OR isometric exercise) OR (MH""isometric

#21,"Search (((((((((eccentric) OR eccentric exercise) OR eccentric contraction) OR eccentric stretch)) OR (((isometric) OR isometric exercise) OR (MH""isometric contraction"")) OR isometric stretch)) OR (((concentric) OR concentric exercise) OR concentric contraction) OR concentric stretch))) AND ((strength) OR (MH ""muscle strenght"")) AND (((triceps surae) OR gastrocnemius muscle) OR soleus muscle))) AND (((MH""athletes"")) OR sportsman) OR runners)",158,12:50:56

#22,"Search (((((((((((((eccentric) OR eccentric exercise) OR eccentric contraction) OR eccentric stretch)) OR (((isometric) OR isometric exercise) OR (MH""isometric contraction"")) OR isometric stretch)) OR (((concentric) OR concentric exercise) OR concentric contraction) OR concentric stretch))) AND ((strength) OR (MH ""muscle strenght"")) AND (((triceps surae) OR gastrocnemius muscle) OR soleus muscle))) AND (((MH""athletes"")) OR sportsman) OR runners))) AND ((achilles tendinopathy) OR calcaneal tendinopathy)",2,12:51:23

#23,"Search (((((triceps surae) OR gastrocnemius muscle) OR soleus muscle)) AND ((achilles tendinopathy) OR calcaneal tendinopathy)) AND (((MH""athletes"")) OR sportsman) OR runners)",14,12:52:18

Anexo 1: Aspectos Éticos

Solicitud de evaluación por el CEIC de la Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia 'SAN JUAN DE DIOS'.

Don/ Dña _____ (nombre y apellido del promotor) en calidad de _____ (relación con la entidad promotora) con domicilio social en _____

EXPONE:

Que desea llevar a cabo el estudio _____ Que será realizado en el Servicio de _____ en la Universidad Pontificia de Comillas por _____ (nombre y apellidos) que trabaja en el Área (Servicio) _____ como investigador principal _____

Que el estudio se realizará tal y como se ha planteado, respetando la normativa legal aplicable para los ensayos clínicos que se realicen en España y siguiendo las normas éticas internacionalmente aceptada. (Helsinki última revisión). Los datos recogidos durante este estudio estarán en pleno cumplimiento con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre de protección de datos de carácter personal (LOPD).

Por lo expuesto, SOLICITA:

Le sea autorizada la realización de este ensayo cuyas características son las que se indican en la hoja de resumen del ensayo y en el protocolo y que a tenor de los medicamentos que se investigan son.

- Primer ensayo clínico con un PEI.
- Ensayo clínico posterior al primero autorizado con un PEI (Indicar nº de PEI)
- Primer ensayo clínico referente a una modificación de PEI en trámite (Indicar nº de PEI)
- Ensayo clínico con una especialidad farmacéutica en una nueva indicación (respecto a las autorizadas en la ficha técnica)
- Ensayo clínico con una especialidad farmacéutica en nuevas condiciones de uso (Nuevas poblaciones, nuevas pautas posológicas, nuevas vías de administración, etc)
- Ensayo clínico con una especialidad farmacéutica en las condiciones de uso autorizadas.
- Ensayo de bioequivalencia con genéricos.
- Otros.

Para lo cual se adjunta la siguiente documentación:

- 4 copias del protocolo de ensayo clínico.
- 3 copias del Manual del investigador.
- 3 copias de los documentos referentes al consentimiento informado, incluyendo la hoja de información para el sujeto de ensayo.
- 3 copias de la Póliza de Responsabilidad Civil.
- 3 copias de los documentos sobre la idoneidad de las instalaciones.
- 3 copias de los documentos sobre la idoneidad del investigador principal y sus colaboradores.
- Propuesta de compensación económica para los sujetos, el centro y los investigadores.

Firmado:

El promotor.

En _____ a _____ de _____ de _____ .

Anexo 2: Hoja de información al paciente (HIP) y consentimiento informado (CI)

Usted Tiene derecho a conocer el procedimiento al que va a ser sometido como participante en este estudio y las complicaciones más frecuentes que puedan ocurrir. Con la firma del presente documento ratifica que se le ha informado de todos los riesgos que tiene la terapia a utilizar. Así mismo ha consultado todas las dudas que se le planteen. Del mismo modo, ha podido resolver las cuestiones planteadas sobre la sistemática de evaluación y riesgos que esta posee.

OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo principal es demostrar que la combinación del ejercicio excéntrico junto con el tratamiento habitual nos aportará mejores resultados en la ganancia de fuerza y rango de movimiento en el tobillo que ejercicio isométrico y concéntrico junto con el tratamiento habitual.

PROCEDIMIENTO

Este estudio lo realizaremos en la Universidad Pontifica de Comillas (Ciempozuelos). Consistirá en un trabajo físico (ejercicio excéntrico/isométrico/concéntrico) combinado con la terapia habitual.

El tratamiento será desarrollado durante un periodo de 9 semanas y se formaran dos grupos donde uno de ellos realizará tratamiento habitual junto con excéntrico y otro tratamiento habitual junto con isométricos y concéntricos para comprobar cuales nos aportan mejores resultados. Previo al entrenamiento se realizarán varias mediciones.

Fase de la medición:

- Mediremos la fuerza con el dinamómetro isocinético.
- Mediremos el rango de movimiento en el tobillo, tanto Flexión Dorsal como Flexión Plantar, con el goniómetro digital Hawk.

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

SUJETO

D/Dña. _____ con DNI _____

Se me ha informado sobre el tratamiento que será llevado a cabo, y ha sido explicada en cuanto al consentimiento informado la importancia de la firma que este documento posee. He tenido la oportunidad de hacer preguntas sobre los procedimientos e intervenciones del estudio. Firmando abajo consiento que se me apliquen los procedimientos que se me ha explicado de forma suficiente y comprensible.

Entiendo que tengo el derecho de rehusar en cualquier momento. Entiendo mi plan de trabajo y consiento en ser tratado por un fisioterapeuta colegiado.

Declaro no encontrarme en ninguna de los casos de las contraindicaciones especificadas en este documento.

Declaro haber facilitado de manera leal y verdadera los datos sobre estado físico y salud de mi persona que pudiera afectar a los procedimientos que se me van a realizar. Asimismo, decido, dar mi conformidad, libre, voluntaria y consciente a los procedimientos que se me han informado.

Firma:

_____ de _____ de _____

Tiene derecho a prestar consentimiento para ser sometido a los procedimientos necesarios para la realización del presente estudio, previa información, así como a retirar su consentimiento en cualquier momento previo a la realización de los procedimientos o durante ellos.

INVESTIGADOR

D/Dña. _____ con DNI _____

Fisioterapeuta e investigador de la Escuela de Enfermería y fisioterapia "San Juan de Dios" (Universidad Pontificia Comillas Madrid) declaro haber facilitado al sujeto y/o persona autorizada, toda la información necesaria para la realización de los procedimientos explicitados 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

relacionados anteriormente, así como haber tomado todas las precauciones necesarias para que la aplicación de los procedimientos sea correcta.

Firma:

_____ de _____ de _____