

Grado en Fisioterapia

Trabajo Fin de Grado

Título:

***Efectividad de los modos capacitivo y
resistivo de la diatermia en el
tratamiento de la tendinopatía aquilea.***

Alumno: Ander Irigoyen Delabat

Tutor: Elisa Benito Martínez

Madrid, Mayo de 2025

Índice

Índice de tablas	4
Índice de ilustraciones	5
Tabla de abreviaturas	6
Resumen.....	7
Abstract	8
1. Antecedentes y estado actual del tema	9
1.1 Anatomía	9
1.2 Histología del tejido.....	10
1.3 Vascularización	11
1.4 Tendinopatía aquilea: tendinitis o tendinosis.....	12
1.5 Fases de la curación del tendón	12
1.6 Factores de riesgo	14
1.7 Tipos de tendinopatía aquilea	14
1.8 Sintomáticas y signos.....	15
1.9 Diatermia.....	15
1.10 Tratamiento habitual	19
1.11 Medición de las variables	20
- Escala EVA.....	20
- Escala VISA-A	21
- Elastografía	21
2. Evaluación de la evidencia	23
2.1 Tabla de términos	23
2.2 Tabla de búsquedas.....	24
2.2 Flujograma.....	25
3. Objetivos	26
3.1 General	26
3.2 Específicos.....	26
4. Hipótesis	27
4.1 Conceptual	27
5. Metodología.....	28
5.1 Diseño	28
5.2 Sujetos del estudio	29
5.3 Variables.....	32

5.3.1	Tabla de variables	32
5.3.2	Variables dependientes	33
5.3.3	Variables independientes	34
5.4	Hipótesis operativa	35
5.5	Recogida, análisis y análisis de datos	35
5.7	Equipo de investigación y distribución de tareas	37
6	Plan de trabajo.....	39
6.1	Diseño de la investigación	39
6.2	Etapas de desarrollo.....	46
6.3	Lugar de realización del proyecto.....	47
7	Referencias	48
8	ANEXOS.....	54
	Anexo I: cuestionario Visa-A.....	54
	Anexo II: Tabla de búsquedas general.....	57
	Anexo III: Solicitud al Comité Ético de Investigación Clínica	61
	Anexo IV: Documento diseño del estudio	62
	Anexo V: Ficha Paciente	64
	Anexo VI: Consentimiento informado	65
	Anexo VII Autorización para el repositorio	68

Índice de tablas

Tabla 1 Tabla de siglas. Elaboración propia	6
Tabla 2 Características de la tendinopatía. Elaboración propia	15
Tabla 3 Contraindicaciones de la TECAR. Elaboración propia	17
Tabla 4 Términos para las búsquedas. Elaboración propia	23
Tabla 5 Tabla de búsquedas. Elaboración propia	24
Tabla 6 Criterios de inclusión y exclusión. Elaboración propia	30
Tabla 7 Nivel de significación/Poder estadístico. Elaboración propia	31
Tabla 8 N° de muestra. Elaboración propia	32
Tabla 9 Tabla de variables. Elaboración propia	33
Tabla 10 Calendario de tratamiento. Elaboración propia	41
Tabla 11 Modificación protocolo Alfredson. Elaboración propia	43
Tabla 12 Calendario tratamiento + mediciones. Elaboración propia	45
Tabla 13 Ficha mediciones x sujeto. Elaboración propia	45
Tabla 14 Tabla de búsquedas completa. Elaboración propia	60

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Jerarquía de las fibras de colágeno. (10).....	11
Ilustración 2 Fases de la recuperación. (65).....	13
Ilustración 3 Distinción de localización. (29).....	15
Ilustración 4 Uso de la diatermia. (46)	16
Ilustración 5 Cuestionario escala analógica visual. (50)	21
Ilustración 6 tensografía de tendón de Aquiles patológico. (54)	22
Ilustración 7 tensografía de tendón de Aquiles sano.(54).....	22
Ilustración 8. Posición medición elastografía en TA. (60)	34
Ilustración 9 Máquina T-plus Diatermia (66).....	40
Ilustración 10 VISA-A parte 1(64)	54
Ilustración 11 VISA-A parte 2 (64)	55
Ilustración 12 VISA-A parte 3 (64)	56

Tabla de abreviaturas

<u>Significado</u>	<u>Siglas</u>
Tendon de Aquiles	TA
Terapia resistiva y capacitiva de transferencia de energía	TECAR
Terapia capacitiva	Cap
Terapia resistiva	Res
Escala analógica visual	EVA
Victorian Intitute of Sports Assessment – Achilles	VISA-A
Hercios	Hz
Kilopascal	Kpa
Metros por Segundo	Ms
H0	Hipótesis cero
Ha	Hipótesis alternativa

Tabla 1 Tabla de siglas. Elaboración propia

Resumen

La tendinopatía aquilea es una de las afectaciones más comunes. Aproximadamente el 65% de los adultos sedentarios han padecido esta patología, frente al 54% de corredores de élite.

Aunque los ejercicios excéntricos tienen un papel fundamental, en los últimos años, la diatermia, ha obtenido popularidad por sus efectos: analgésicos, antiinflamatorios y de proliferación celular. Sin embargo, no existen estudios que comparen que modo de diatermia es más eficaz.

Objetivos

Comparar la eficacia del tratamiento con diatermia en modo capacitivo frente al modo resistivo, combinándola con el tratamiento habitual, en pacientes con tendinopatía aquilea

Material y método

Se llevará a cabo un estudio cuasi-experimental en el que se aplicarán los criterios de inclusión y exclusión establecidos. Los participantes se dividirán en 2 grupos donde ambos recibirán el tratamiento habitual y cambiará el modo de diatermia que se le aplique.

Se evaluará el dolor (escala analógica visual), la funcionalidad (VISA-A) y la elasticidad del tendón (ultrasonido Aixplorer Ultimate). Se realizarán 3 mediciones: antes y después del primer día del tratamiento y 1 mes después. Los datos serán analizados mediante un ANOVA multifactorial o test de Friedman según la normalidad de la muestra. Si se encuentran diferencias significativas se realizará un post-hoc para identificar en qué momento se producen.

Palabras clave

Diatermia capacitiva

Diatermia resistiva

Tendinopatía aquilea

Abstract

Achilles tendinopathy is one of the most common conditions. Approximately 65% of sedentary adults have suffered from this pathology, compared to 54% of elite runners. Although eccentric exercise plays a key role in this treatment, diathermy has gained popularity in recent year due to its analgesic, anti-inflammatory, and cellular proliferation effects. However, no studies to date have compared which diathermy mode is more effective

Objectives

Compare the efficacy of diathermy treatment on capacitive mode versus resistive mode, combined with standard treatment, in patients with Achilles tendinopathy

Material and method

A quasi-experimental study will be conducted applying previously established inclusion and exclusion criteria. Participants will be divided into two groups, both receiving the same standard treatment, differing only in the diathermy mode applied.

Pain (visual analogue scale), functionality (VISA-A) and tendon elasticity (Aixplorer Ultimate ultrasound) will be evaluated. Three measurements will be taken: before and after the first treatment session, and one month later. Data will be analysed using a multifactorial ANOVA or Friedman test, depending on the normality of the sample. If significant differences are found, a post-hoc test will be conducted to identify at which time points the occur

Key words

Achilles tendinopathy

Resistive tendinopathy

Capacitive tendinopathy

1. Antecedentes y estado actual del tema

El tendón de Aquiles recibe su nombre por la obra de Homero de *La Ilíada*, en la que Aquiles es un hombre inmune a cualquier tipo de daño por ser imbuido de pequeño casi en su totalidad en un caldero mágico. Quedando el tobillo en el exterior, siendo la única parte de su cuerpo no bañada por el líquido mágico, haciendo que esta sea el único punto débil del héroe griego.

Las tendinopatías son una de las afectaciones más comunes del sistema musculoesquelético (1). De entre ellas las más comunes son la tendinopatía del manguito rotador en el miembro superior y la tendinopatía aquílea (TA) en el miembro inferior. En la actualidad esta afectación del tejido tendinoso provoca un gran impacto social al perjudicar el rendimiento de rabajadores y deportistas (2,3) .

Al contrario de lo que la gente pueda pensar, la TA es más común en personas adultas sedentarias que en atletas de alto rendimiento (4). Su tasa de incidencia es de 2,53 por cada 1000 personas adultas (5,6). Siendo en corredores habituales un del 9,1 al 10,9 habiendo una gran diferencia con los corredores de élite establecen un 52% de riesgo de verse afectados por dicha afectación del tendón al menos 1 vez en la vida (6,7). Los corredores solo representan un 35% de los afectados por la TA, estos son personas atléticas mayoritariamente por debajo de los 45 años, mientras que, las personas con mayor afectación de TA son adultos sedentarios superiores a 45 años con un 65%(5).

Hay que resaltar que la TA no solo afecta a los deportistas atletas. Siendo que dicha patología tiene mayor incidencia en deportes de carrera como corredores de pista (43% incidencia) o corredores de distancia media (83% de incidencia, siendo los deportistas más afectados) (8), también afecta a deportistas de otras disciplinas, teniendo como general una incidencia del 9% (4).

1.1 Anatomía

El tendón de Aquiles es el tendón más grande y fuerte de todo el cuerpo humano (4). Este está formado por la unión de los tendones de la musculatura del tríceps sural.

- Sóleo

- Origen: línea del sóleo y borde medial de la tibia, cara posterior de la cabeza del peroné y superficies adyacentes a lo largo de la tibia como el arco tendinoso entre la inserción tibia y peroné

- **Gastrocnemio medial**
 - o Origen: superficie posterior del fémur distal, encima del cóndilo medial
- **Gastrocnemio lateral**
 - o Origen: superficie posterolateral superior del cóndilo lateral femoral

La inserción de toda la musculatura es a través del tendón calcáneo (tendón de Aquiles), en la superficie posterior del calcáneo.

La función principal del tríceps sural es la flexión plantar del pie. Los gastrocnemios al ser biauriculares tendrán la función de flexión de rodilla (9). Esto es necesario para proveer de energía al pie y poder: andar, correr y mantener el cuerpo erguido en bipedestación.

1.2 Histología del tejido

El tendón es un tejido conectivo que conecta al músculo junto con el hueso. Su función principal es la transferencia de fuerza ejercida por el músculo al hueso, posicionando la articulación para realizar la acción (10,11). La composición del tendón es: células del tendón y matriz extracelular (11).

1.2.1 Células del tendón

Mayoritariamente se compone de tenocitos, alrededor de un 70% del tendón. Se originan a través de estímulos mecánicos en los fibroblastos provocando su alargamiento (12). Su función principal es la síntesis de colágeno y regulación de los procesos de la matriz extracelular (13). Un componente minoritario pero esencial son los macrófagos que se encargan del proceso de fagocitosis de células muertas y de mediar la respuesta inflamatoria.

1.2.2 Matriz extracelular

Esta se encuentra subdividida en 2 grupos: la sustancia fundamental (SF) y las fibras de colágeno. La SF está compuesta por: proteoglicanos (PG), glicoproteínas (GAG) agua y elastina (14).

Las fibras de colágeno presentes en el tendón en su mayoría se componen de colágeno tipo 1 (10). El colágeno tipo 1 es el 65-80% del peso en seco del tendón. Pueden ser fibrillas de colágeno individualizadas o fibras rodeadas por el endotendón (15). A su vez si se apilan un conjunto de fibras se pueden denominar fascículos, recubiertos por una vaina epitenoniana. Esta separación

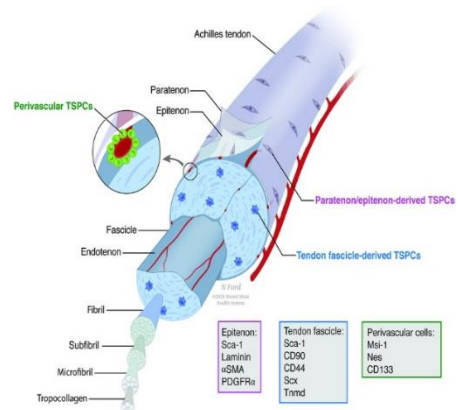


Ilustración 1 Jerarquía de las fibras de colágeno. (11)

genera un espacio entre los fascículos por donde pasará el sistema circulatorio y los nervios (11). En el caso del tendón de Aquiles los fascículos de colágeno están recubiertos por un tejido laxo fibrilar denominado paratenón (16). El colágeno tipo 3 es un 10 % de la masa seca, provee al tendón del crecimiento longitudinal de las fibras de colágeno tipo 1 limitando su expansión lateral (15).

La elastina, aunque se encuentre en un 2% de la composición del tendón esta dota al tendón de una característica indispensable, la capacidad de volver a su forma original tras la relajación muscular (17).

Las glicoproteínas son polisacáridos contenedores de un aminoazúcar encargadas del aumento de células madre específicas del tendón (15). Los proteoglicanos subgrupo de glicoproteínas que se encargan de la hidratación y organización del colágeno (13).

1.3 Vascularización

La vascularización del tendón de Aquiles es precaria. Proviene de las arterias peroneas y tibial posterior (18). La rama del tibial posterior abarcará el mayor territorio de irrigación, abasteciendo a la mayor parte del paratendón, mientras que la arteria peronea únicamente irrigará a una sección media del mismo (19). Un estudio publicado por I. Szergyuk (20) confirma lo antes mencionado mediante la introducción de anticuerpos contra la lámina, teniendo como resultado una densidad 2-2,6 mayor en las regiones proximal y distal que la región media. Es por ello por lo que se denomina que la vascularización de este tendón no es plenamente apta para su completa recuperación.

Un factor clave para la mala vascularización es la torsión de los componentes anatómicos sumado al estrés tensional. Debido a indicios de la existencia en la zona media del tendón de

irrigación de arteriolas del tibial anterior y posterior (20). La torsión justificaría la mala vascularización de la zona media del tendón de Aquiles.

1.4 Tendinopatía aquilea: tendinitis o tendinosis

La clasificación de las distintas patologías que puede experimentar un tendón no está muy bien diferenciada. Siendo que el término de tendinopatía puede hacer referencia a 2 grupos: la tendinitis y tendinosis.

La tendinitis se le denomina al proceso inflamatorio y aumento de la vascularidad en el tendón. Debido a la histología de este, no hay suficiente irrigación vascular como para que se produzca una inflamación e hinchazón mantenidos en el tiempo (8). Solo ocurrirán en procesos agudos (traumatismos, roturas ...) o mediante infiltración (21). En contraposición, **la tendinosis** cursa con aumento diámetro transversal del tendón, dolor local, degeneración del tejido debido a una pérdida de arquitectura de las fibras de colágeno, hipercelulabilidad e hiperplasia vascular (22). El mecanismo que provoca las tendinosis se describe como mecanismos repetitivos de la misma estructura sin dejar que el tejido se recupere (21).

Es por ello por lo que se define a la TA como una tendinosis (23). Debido a que la TA es una enfermedad de carácter crónico que genera cambios en la composición, elasticidad y tamaño del tejido (23,24).

1.5 Fases de la curación del tendón

Debido a la falta de estudios sobre la histopatología y la curación del tendón, se desconoce en gran medida su proceso regenerativo debido a la complejidad del mismo (21). Sin embargo, se ha llegado a la conclusión de que el tendón cursa con los mismos métodos de recuperación que el resto de las heridas. Los procesos son: inflamación, proliferación y remodelación (25).

La fase de inflamación: ocurre inmediatamente después de la lesión y tiene una duración aproximada de 3 días (14,21). Como primer paso se forma un coágulo derivado de la reacción mediada por las células inflamatorias cuyo objetivo es frenar la extravasación e impedir la entrada de células invasoras (21). Posteriormente se produce un aumento de la permeabilidad vascular debido a las citocinas, provocando la extravasación de monocitos (se transforman en macrófagos) y neutrófilos para comenzar con la fagocitosis del tejido dañado (26). Al final de esta fase se aprecia en el tendón la aparición de linfocitos T que mediaran la llegada de fibroblastos migratorios para iniciar la fase de proliferación (27).

La fase de proliferación: comienza a las 24 horas de la lesión y dura varias semanas, alrededor de varios meses (21). En esta fase se produce una liberación de los factores de crecimiento extremadamente necesarios para la curación del tendón (25). Uno de los componentes más importantes de esta fase son los fibroblastos. Su función es reconstruir la matriz extracelular mediante la formación de colágeno tipo 3 (28). Finalmente, en los últimos estadios de la fase se producirá una disminución de la síntesis de colágeno tipo 3 para remplazarlo por colágeno tipo 1 (27,28).

La fase de remodelación: conocida como la fase final de la recuperación puede tardar en finalizar entre 1-2 años. Al final de la recuperación se produce una disminución de la vascularización y del número de células (macrófagos y fibroblastos) (21,28). Se termina de transformar el colágeno tipo 3 a tipo 1 siendo (más denso y resistente) y de reorganizar la matriz extracelular. Finalmente se observará una cicatriz fibrovascular como consecuencia de la incapacidad del tendón para regenerarse por completo (27).

Es por esta recuperación incompleta que se afirma que el tendón dañado no volverá a ser igual de fuerte y funcional como lo era antes.

Otra teoría que viene de la mano de Cook y Purdam, que asocia a la tendinopatía como un modelo continuo de 3 procesos. El primer proceso se denomina **tendinopatía reactiva**, caracterizada por un engrosamiento homogéneo, sin signos claros de degeneración. El segundo proceso se conoce como **disreparación tendinosa**, donde debido a un error en la reparación se produce una desorganización de la matriz y aumento de vascularidad. Por último, se produce la **tendinopatía degenerativa**, donde el tendón sufre la muerte celular y degeneración de la matriz (29).

Nos ofrece como conclusión un modelo continuo del tendón siendo que la tendinopatía no es estática esta mejorará o empeorará dependiendo de la carga, edad... Afirma que en los procesos agudos es recomendable evitar cargas mientras que en los estadios más avanzados de la tendinopatía es necesario para promover la mejora estructural (29).

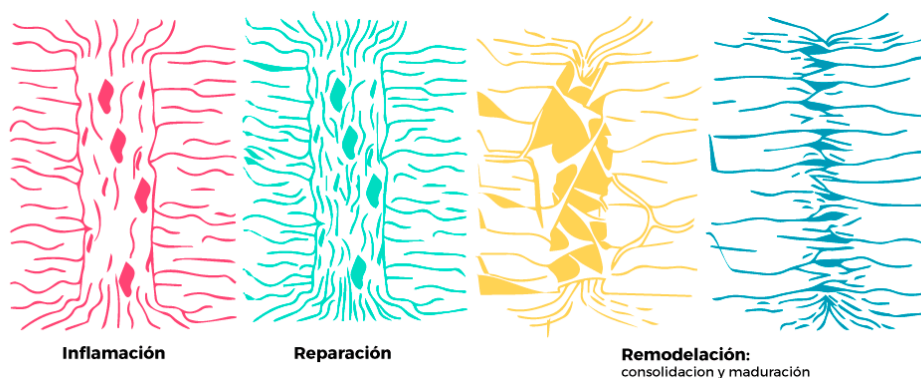


Ilustración 2 Fases de la recuperación. (66)

1.6 Factores de riesgo

Los factores de riesgo que afectan a la TA provienen de diversos sectores, es por ello que se afirma que es una patología de origen multifactorial. Lo que general los factores es una disminución de la tolerancia de la carga del tendón o a movimientos que sobrecargan al mismo (30) Para una comprensión más fácil de dichos factores se dividirán en: intrínsecos y extrínsecos (8).

Factores de riesgo intrínsecos: son los que dependen de las características internas del paciente como: anatomía, salud, envejecimiento (30). Dentro de la TA se puede dividir a su vez en factores mecánicos o sistémicos.

Mecánicos: la disminución de fuerza en flexión plantar, anormalidades de movimiento en la articulación subastragalina, vascularidad del tendón, anomalías en el pie (pie cavo) aumento de peso y falta de control de la cadera (31).

Sistémicos: aumento de peso corporal, enfermedades sistémicas, antecedentes familiares, envejecimiento (1).

Factores de riesgo extrínsecos son los que dependen del entorno y del comportamiento con el mismo del paciente (30). Estos están relacionados con el uso de antibióticos (a los 8 días del inicio del tratamiento), el calzado utilizado, precariedad de tiempo de recuperación, ejercicios lesivos para el tendón (pasar de estático a dinámico sin previo calentamiento) (1).

1.7 Tipos de tendinopatía aquilea

Dependiendo de la localización de la tendinopatía se pueden diferenciar 2 tipos de esta. **Insercional** (dolor a punta de dedo la parte posteroinferior del calcáneo) y de **no insercional** (2-6cm por encima de la inserción) (32). Según el tipo de tendinopatía tendrá un tratamiento y ejercicios distintos (33).

Características	Insercional	No insercional
Ubicación del dolor	En la inserción del tendón (calcáneo)	2-6 cm por encima de la inserción
Población típica	Sedentarios	Corredores
Cambios estructurales	Espolones óseos, osificación	Ampliación de su tamaño transversal (engrosamiento)

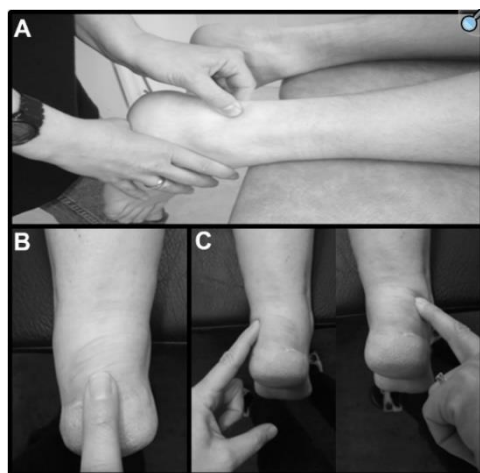
Ejercicios terapéuticos	Excéntricos modificados	Excéntricos clásicos
--------------------------------	-------------------------	----------------------

Tabla 2 Características de la tendinopatía. Elaboración propia

1.8 Sintomáticas y signos

La TA se caracteriza por presentar dolor en el área afectada (dependiendo del tipo dolor en la inserción o medial) hinchazón y disminución del rendimiento (34). El dolor dependiendo de la cronicidad de la lesión puede ir en aumento. Al principio de esta el dolor se será presente en el inicio y al final de la actividad física. Cuando el proceso patológico se encuentre en su estadio final este dolor se presentará también durante el ejercicio, afectando en las actividades de la vida diaria en los casos más graves (35,36). Los pacientes también reflejaran rigidez al despertarse y tras varias horas de estado sedentario (1).

El fisioterapeuta deberá realizar una evaluación de los síntomas mediante la palpación, buscando: dolor (localización), calor, aumento en la sección transversal, nódulos y crepitaciones (36)



La palpación puede evidenciar el tipo de TA del paciente dependiendo en qué lugar perciba un aumento de dolor. También nos proporcionará información sobre la tumefacción y el engrosamiento del tendón (8).

- A. TA no insercional
- B. TA insercional
- C. Almohadilla grasa medial lateral o la bursa

Ilustración 3 Distinción de localización. (30)

1.9 Diatermia

La diatermia, también conocida como terapia resistiva (Res) y terapia capacitiva (Cap) de transferencia de energía (TECAR) está en auge en esta última década (37). Es una terapia electro térmica no invasiva que funciona mediante la aplicación de corrientes eléctricas dentro del rango de radiofrecuencia entre los 300 kHz-1,2 MHz (38). Dentro de esta terapia se observan 2 tipos de modos de empleo que normalmente se emplean conjuntamente: capacitivo y resistivo (37,38).

Cap: La Cap es caracterizada por actuar mayoritariamente en la capa superficial del tejido, teniendo mayor impacto térmico en aquellos que contienen mayor cantidad de agua (tejido adiposo, músculo, cartílago y sistema linfático) (39). Se produce cuando una capa de cerámica actúa como medio dieléctrico y cubre el electrodo activo (40).

Res: La Res es caracterizada por actuar más profundamente teniendo mayor relevancia en los tejidos más resistentes, es decir, los que menos contenido de agua tienen (fascia, capsula, huesos y tendones) (39). No cuenta con ninguna capa de cerámica, la energía atraviesa el cuerpo hasta el electrodo inactivo (40).



Ilustración 4 Uso de la diatermia. (47)

La diatermia está tan implementada en el tratamiento de dolores musculoesqueléticos debido diversos factores (41,42).

- Aumento del flujo sanguíneo
- Vasodilatación
- Promueve la curación de los tejidos debido a la proliferación celular
- Disminuye el dolor muscular y articular
- Aumenta y provee de elasticidad al tejido conectivo
- Mejora la saturación de oxihemoglobina con el aumento a su vez de la hemoglobina total
- Aumento de temperatura tisular
- Eliminación de exceso de líquido
- Mejora en la ejecución de movimientos

Cabe remarcar el punto de que diversos estudios afirman que el aumento de flujo sanguíneo debido al efecto térmico del TECAR es el responsable del aumento de la proliferación celular. Siendo que esta última comienza con un flujo de corriente de $0,00005^a \times mm^2$ (41,43). Otro de los efectos en donde la TECAR se despunta es la disminución del dolor. El aumento de temperatura promueve la vasodilatación y el flujo de sustancias mediadoras del dolor como bradiquinina, prostaglandina y serotonina (44).

Aunque la diatermia como se ha explicado anteriormente es capaz de alcanzar unos valores de 300kHz-1,2MHz (39). Su radiofrecuencia óptima es de 448 kHz de forma intermitente, debido a

que en esta se observan mejor regeneración del tejido conjuntivo, aumento de las células mesenquimales sin afectar su capacidad de cambio a tejido óseo, cartilaginoso o adiposo (45). No obstante, se ha demostrado a su vez que con una frecuencia de 570 kHz se logra detener las células de neuroblastoma además de poder destruirlas. Es por ello por lo que este tipo de terapia no se limita únicamente a tratar lesiones musculoesqueléticas simples, sino que también está siendo implementada en tratamientos dermatofuncionales, suelo pélvico, lesiones deportivas, afectaciones del sistema linfático (45)

No obstante, la diatermia al igual que la mayoría de las terapias tiene sus contraindicaciones destacando (37) :

Absolutas	Relativas
Neoplasia maligna	Procesos supurativos
Embarazo	Enfermedad vascular
Paciente con marcapasos	Cartílago de la placa de crecimiento en niños
Aplicación directa en ojos	Animales con sobrepeso
Aplicación directa en testículos	Pacientes con implantes metálicos

Tabla 3 Contraindicaciones de la TECAR. Elaboración propia

Remarcar que las contraindicaciones relativas son de suma importancia y se deberá vigilar en todo momento el estado del paciente.

La influencia que tiene la terapia TECAR sobre el tendón está siendo investigada a fondo. No obstante, ya se conocen algunos efectos fisiológicos que cursan en el tendón, como lo es el incremento de la circulación sanguínea de la zona peritendinosa, junto con un aumento de oxihemoglobina. Esto provocará que al tendón un aumento volumen de sangre y más oxigenada (46,47). Otro efecto es el aumento de la extensibilidad del colágeno debido a la disminución de su viscosidad (47).

La pregunta de investigación trata de comparar los 2 modos de empleo de la TECAR y comprobar cuál de ellos tendría mayor efecto en el tratamiento de la TA. A continuación, se mostrarán una serie de artículos que comparan el empleo de ambos modos de empleo por separado.

El estudio publicado por C. López-de-Celis (38) compara la alta y baja potencia de capacitiva y resistiva sobre el tendón de Aquiles. Las conclusiones que llega el artículo son:

- Tanto Cap como Res de baja potencia tuvieron un efecto térmico leve sobre el tendón de Aquiles y la unión miotendinosa, por lo que podría resultar útil en una patología inflamatoria
- Tratamientos de alta potencia obtuvieron un mayor efecto térmico en la zona del tendón de Aquiles y la unión miotendinosa.
- Res genero la que mayor aumento térmico. El autor presupone que puede ser útil en patologías crónicas en las que se desee un aumento de la temperatura profunda para generar cambios elásticos del tendón

El artículo publicado por R. Clijsen (39) estudia el comportamiento de la perfusión de la microcirculación cutánea y el flujo sanguíneo intramuscular. Obteniendo los siguientes resultados

- Perfusión de la microcirculación cutánea
 - o La Cap provoco una pequeña disminución
 - o La Res provoco un aumento moderado
- Flujo sanguíneo intramuscular
 - o Se observo un aumento significativo en el Res en comparación con el placebo y el modo Cap

- Temperatura de la piel
 - o Existe una diferencia de aproximadamente 2º entre el Res y el placebo

Un artículo publicado por C. López-de-Celis (43) que estudio el comportamiento de los diferentes modos del uso de la TECAR en la tendinopatía de codo crónica concluyo que:

- Tanto la aplicación en el Cap (105 voltio-amperios) como el Res a (90 Watts) aumentan significativamente la temperatura del tendón
- Tanto la aplicación de Cap (120 voltio-amperios) como el Res (105 voltio-amperios) aumentan significativamente la temperatura de la capsula
- El único modo que consiguió una reducción significativa de la temperatura es el Cap (20 voltio-amperios)

1.10 Tratamiento habitual

Para el estudio se partirá de la base del tratamiento habitual para la TA. Este consiste en un conjunto de distintos ejercicios, técnicas manuales y máquinas con la finalidad de obtener mejoras en la funcionalidad y percepción del dolor del paciente (48).

- Ejercicio terapéutico

El protocolo Alfredson fue creado en 1998. Consta de 12 semanas de ejercicio los 7 días de la semana 2 veces al día. El número de series y de repeticiones es 3 x 15 lo que hace un total de 90 repeticiones diarias. Este protocolo fue creado con la finalidad de tener un protocolo para la tendinosis aquilea, centrándose en el ejercicio excéntrico.

- o Rodillas estiradas → paciente en un escalón con los talones flotando. Sube con ambas piernas y baja con la pierna afectada lentamente
- o Rodillas flexionadas → misma ejecución que el ejercicio anterior pero esta vez el paciente debe estar en una posición de rodillas semiflexionadas.

La intensidad del ejercicio depende de las sensaciones del paciente, empezando con un lastre de 5kg e ir aumentando progresivamente (49).

- Técnicas manuales: Las técnicas manuales utilizadas irán dirigidas a disminuir el dolor del paciente, la tonicidad de la musculatura del tríceps sural y prevención/tratamiento de puntos gatillo.
- Ultrasonido: es una modalidad de ondas sonoras de alta frecuencia. Sus efectos beneficiosos son regeneración celular, alivio del dolor, aceleración de procesos de

cicatrización y aumento de la extensibilidad del tejido. Su modo de aplicación puede realizarse para aliviar síntomas como para la recuperación funcional, especialmente si esta herramienta de fisioterapia se combina con la terapia manual y el ejercicio terapéutico. Los parámetros de aplicación del ultrasonido varían entre

- Intensidad 0,3 y 1W/cm², depende de la tolerancia del paciente
 - Frecuencia 1-3 MHz
 - Tiempo 2-15 mins depende del protocolo y objetivo terapéutico.
 - Aplicación: continua, pulsátil
- Electroestimulación: es una técnica de fisioterapia que utiliza corrientes eléctricas a través de electrodos sobre la piel para estimular los tejidos principalmente músculo y nervios. Donde sus efectos beneficiosos son:
- Fortalecimiento muscular
 - Mejora la organización del colágeno
 - Aumento del riego sanguíneo disminución del dolor
 - Prevención de atrofia muscular

1.11 Medición de las variables

Para evaluar la eficacia del tratamiento propuesto en el estudio se analizarán las variables de dolor, funcionalidad y volumen sanguíneo. Dichas variables serán recolectadas mediante las escalas EVA para el dolor, VISA-A para la funcionalidad y elastografía para la evaluar la elasticidad del tendón.

- Escala EVA

Creada en 1976 por Scott-Huskinson. Esta escala buscará proporcionarnos una valoración del grado del dolor del paciente. Es una representación subjetiva del dolor que siente el paciente (50). Dentro de las escalas es de las más fáciles de aplicar debido a su simpleza y fácil comprensión. Servirá a su vez para poder llevar un seguimiento del dolor del paciente mediante la superposición del marcador dentro de la escala.

El funcionamiento de esta escala se basa en situar al paciente en frente de una línea de 10 cm de ancho con marcas a cada centímetro. En los extremos de la escala si visualizará al lado del 10 una cara de máximo dolor (normalmente en color rojo) y una cara tranquila (normalmente en verde). En este caso se emplearán emojis (51). Al paciente se le realizará la pregunta de: En una escala del 0-10 siendo 0 la ausencia del dolor y 10 el máximo dolor posible, ¿Cuál es el dolor que sientes?

Debido a su subjetividad no se podrá substraer la información del dolor de una persona y compararla con otra. No será comparable el umbral de tolerancia al dolor de un hombre que haya sido atropellado a alguien que nunca se ha lesionado. Esta subjetividad y el no poder comparar el dolor con los distintos pacientes no afecta a la investigación debido a que nos fijaremos en la mejora individual de cada uno.

Para extraer el resultado de la muestra el fisioterapeuta recogerá la medición con una regla milimétrica y la registrará para poder compararla posteriormente con su próxima medición



Ilustración 5 Cuestionario escala analógica visual. (51)

- Escala VISA-A

La escala visa-a es un cuestionario enfocado en recopilar datos de TA. Está formado por 8 preguntas que se dividen en (Anexo I):

- Dolor 1-3
- Función 4-6
- Actividad 7-8

Tiene una forma calificación numérica inversa, yendo del 0-100. El numero 100 es obtenido por las personas asintomáticas y las personas con mayor afectación en el Aquiles estará en con valores próximos al 0 (52).

- Elastografía

La elastografía es una prueba de evaluación biomecánica de las propiedades mecánicas y contráctiles de los tejidos blandos. Mide la capacidad de reacción de músculos y tendones ante estímulos externos, destacando eléctricos y mecánicos.

En particular en el tendón se utiliza las ondas de corte (SWE). Esto es debido a las propiedades de este. su estructura organizada y su rigidez mecánica genera que la velocidad de la onda alta a través de las fibras del tendón (53).

Lo mencionado previamente es en tendones sanos, donde existe una rigidez y continuidad de sus fibras adecuadas. En un tendón patológico (como es el caso de las tendinopatías) el tendón tendrá una menor rigidez, lo que se reflejará en una disminución de propagación de la onda (54)

- La velocidad a la que se propaga la onda dentro del tejido (velocidad de onda de corte) en un tendón sano es 4,06m/s en relajación 14,58m/s en tensión. En contraposición el tendón patológico tendrá unos valores de <4,06m/s en relajación y <4,86 m/s en estiramiento(55)
- La rigidez elástica cuando se deforma el tejido debido a la onda de corte (módulo de corte) en un tendón sano es 291.91kPa. en contraposición el tendón patológico tendrá unos valores de 56.48Kpa (55)

Para la medición el paciente, este se colocará decúbito prono colocando sus pies sobresaliendo de la camilla, provocando así que el tobillo este en posición neutra 90°. Se programará la transducción a una alta frecuencia, entre 6-15Hz del equipo de Aixplorer (55). Para el contacto del transductor con la piel del paciente se hará sin demasiada presión para no alterar la rigidez del tendón y aplicando un gel. Se realizarán 3 mediciones longitudinales (54).

- Proximal (región miotendinosa)
- Media (región medial del tendón)
- Distal (región de próxima al calcáneo)

Una vez obtenidos los 3 valores se hará una media para obtener los valores de módulo de rigidez y velocidad de la onda de corte (54).

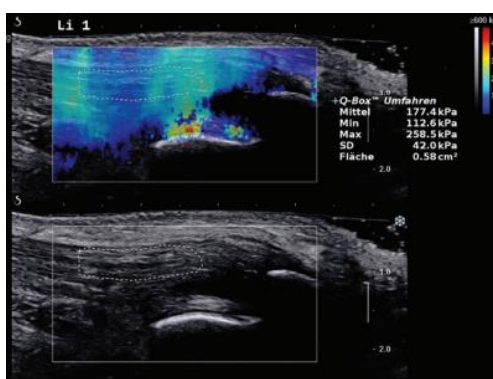


Ilustración 7 elastografía de tendón de Aquiles sano.(55)

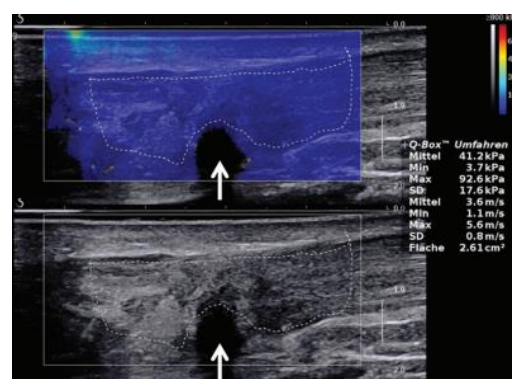


Ilustración 6 elastografía de tendón de Aquiles patológico. (55)

2. Evaluación de la evidencia

Las búsquedas de los artículos empleados para realizar esta investigación fueron extraídas de: Pubmed y EBSCO, cuyas bases de datos son: E-Journals, CINAHL Complete, Academic Search Complete y MEDLINE Complete.

El proceso de búsqueda se efectúa mediante los términos Desh y el Mesh, Utilizando el primer término en EBSCO y el segundo en Pubmed. Para que las búsquedas tuvieran mayor evidencia se aplicó un filtro para que únicamente apareciesen artículos con una longevidad igual o inferior a 5 años. La fecha de la búsqueda de los artículos consta del 27 de octubre de 2024.

Previamente se deberán definir los términos usados para obtener los resultados. En la tabla solo se representarán aquellas búsquedas existentes en ambas plataformas (EBSC y Pubmed) en el caso de que no existiera en alguna de las 2 plataformas no se verán representadas en la tabla de términos. Los términos son extraídos de la tabla de búsquedas del (ANEXO 2)

2.1 Tabla de términos

Español	Ingles	Mesh	Desc	Termino libre
Diatermia	Diathermy	Diathermy	Diathermy	Diathermy
Tendón	Tendon	Tendons	Tendons	Tendon
Tendón de Aquiles	Achilles tendon	Achilles tendon	Achilles tendon	Achilles tendon
Elastografía	Elastography	Elasticity Imaging Techniques	Elasticity Imaging Techniques	Elastography
Escala analógica visual	Visual Analoge Scale	Visual Analog Scale	Visual Analoge Scale	Visual Analoge Scale
VISA-A	VISA-A	-----	-----	VISA-A
Tendinopatía	Thendinopathy	Tendinopathy	Tendinopathy	Thendinopathy
Diatermia capacitiva	Capacitive diathermy	-----	-----	Capacitive diathermy
Diatermia resistiva	Resistive diathermy	-----	-----	Resistive diathermy
Diatermia capacitiva-resistiva	Capacitive-resistive diathermy	-----	-----	Capacitive-resistive diathermy
Terapia TECAR	TECAR therapy	-----	-----	TECAR therapy

Tabla 4 Términos para las búsquedas. Elaboración propia

2.2 Tabla de búsquedas

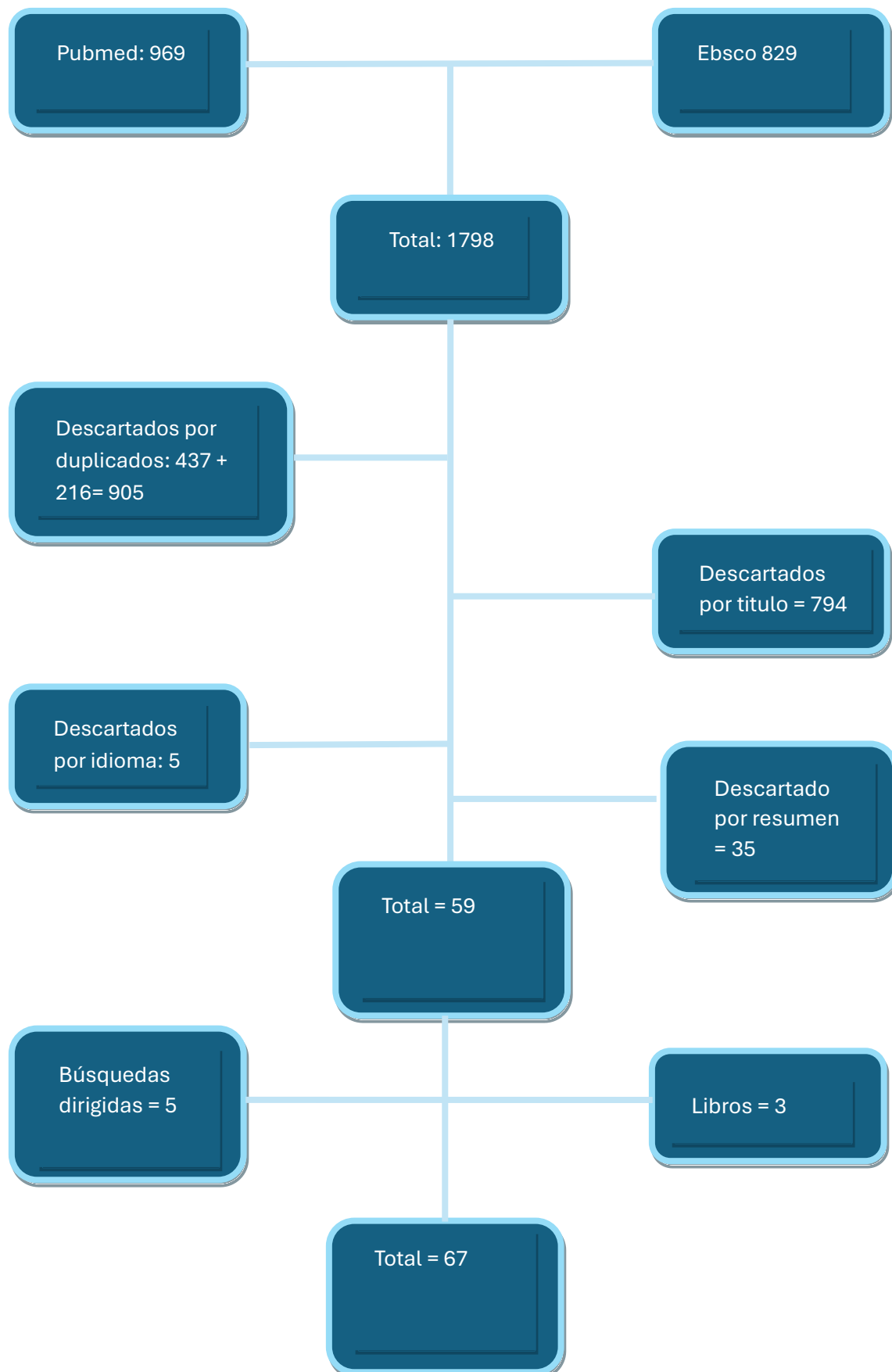
A continuación, se mostrará una tabla donde aparecerán la terminología mesh desc utilizada extraídos de una tabla de búsquedas general (ANEXO 2). En esta tabla se verá representada aparte de terminología mesh desc, términos libres en el caso de que la terminología no existiese. Las filas de color azul son las búsquedas realizadas en Pubmed y las filas de color verde son las búsquedas de EBSCO

La tabla se divide en búsqueda, estrategia, artículos encontrados y artículos seleccionados:

BUSQUEDAS	ESTRATEGIA	ARTÍCULOS ENCONTRADOS	ARTÍCULOS SELECCIONADOS
Diathermy AND tendon	Mesh and mesh	72	5
	Desc and desc	5	1
Diathermy AND Achilles tendon	Mesh and mesh	34	4
	Desc and desc	1	1
Diathermy AND tendon AND Tendinopathy	Mesh and mesh and mesh	55	5
	Desc and desc	2	1
Tendon AND Achilles tendon AND Tendinopathy	Mesh and mesh and mesh	79	13
	Desc and desc	327	5
Tendon AND EVA	Mesh and Mesh	5	1
	Desc and desc	14	3
Tendon AND VISA-A	Libre	152	1
	Desc and desc	75	2
Tendon AND Elasticity Imaging Techniques	Mesh and mesh	6	2
	Desc and desc	10	1
TECAR therapy	Libre	34	11
	Libre	17	3

Tabla 5 Tabla de búsquedas. Elaboración propia

2.2 Flujoograma



3. Objetivos

3.1 General

- Comprobar la eficacia de la diatermia modo resistivo frente a la diatermia modo capacitivo en pacientes con tendinopatía aquilea

3.2 Específicos

- Determinar si la diatermia modo resistivo mejora la **funcionalidad** (medida con escala VISA-A), en pacientes con tendinopatía aquilea, frente a la diatermia capacitiva
- Determinar si la diatermia modo resistivo disminuye **el dolor** (medido con la escala EVA), en pacientes con tendinopatía aquilea, frente a la diatermia capacitiva.
- Determinar si la diatermia resistiva mejora **la elasticidad** del tejido (medido con elastografía), en pacientes con tendinopatía aquilea, frente a la diatermia capacitiva

4. Hipótesis

4.1 Conceptual

- El modo resistivo de la diatermia es más efectivo que el modo capacitivo de diatermia para la reducción del dolor (medido con escala EVA), mejora de la funcionalidad (medido con escala VISA-A) y aumento de la elasticidad (medido con elastografía) en pacientes con tendinopatía aquilea.

5. Metodología

5.1 Diseño

El estudio se realizará mediante un ensayo clínico aleatorizado (cuasiexperimental) usando un ciego simple. El ciego irá dirigido a los pacientes, los cuales no podrán saber qué tipo de terapia están recibiendo al no poder ver la pantalla.

No será posible cegar:

- Fisioterapeuta encargado: este deberá seleccionar el tipo de TECAR (Cap y Res) aplicarlo en la zona correspondiente (Ta)

Se ha seleccionado este diseño para obtener una comparación de los resultados obtenidos entre las técnicas TECAR (Res y Cap) en pacientes con TA.

Asignación de los grupos

Los pacientes serán asignados aleatoriamente en uno de los 2 grupos. Esto se realizará tras la firma del consentimiento de participación en el estudio. Se introducirán todos los nombres de los pacientes en una lista de un programa informático que asignará aleatoriamente un número del 1 - N máx del estudio.

- Los números pares realizarán la terapia modo capacitivo
- Los números impares realizarán la terapia modo resistivo

Los datos obtenidos para la investigación que atiendan el índole personal o sanitario de cada individuo serán gestionados por los investigadores según lo estipulado en la Ley Orgánica 3/2018 de Protección de datos personales y garantía de los derechos digitales

A su vez será necesaria la aprobación del Comité Ético de Investigación Clínica (Anexo III). El estudio estará vinculado con los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos estipulado en Heliesquí en el 1964.

Antes de que se comience ninguna prueba o recogida de datos personales se le deberá entregar a cada persona que se haya comprometido con la participación del estudio una hoja donde conste en acta el diseño del estudio (independientemente de a qué grupo pertenezca). En este documento vendrá reflejado: objetivos, beneficios, contraindicaciones, de ambos procedimientos (Anexo IV). Antes de empezar el tratamiento deberá completar una plantilla

(Anexo V) En esta ficha deberá poner sus datos personales, estos datos sólo serán utilizados por el investigador principal (la información personal no será publicada, para la distinción de los pacientes dentro del estudio sin la necesidad de que se publique información personal se le adjudicará un número distinto a cada uno de los participantes)

El último paso antes de comenzar el estudio será la firma de del “consentimiento informado” (Anexo VI), siendo la firma de este una confirmación de que participará en el estudio voluntariamente.

5.2 Sujetos del estudio

Los sujetos del estudio serán personas que hayan sido diagnosticadas de TA por un médico experto del hospital 12 de octubre. Se impondrá una serie de criterios de inclusión y exclusión para obtener mayor homogeneidad de la muestra, garantizando así la validez del estudio.

Antes de comenzar el tratamiento todos los pacientes habrán tenido que leer y firmar un consentimiento informado, aceptando y comprometiéndose a completar la intervención

Inclusión	Exclusión
Diagnóstico clínico y ecográfico de TA por un médico especialista	Perdida de continuidad en el tendón, ya sea rotura parcial o total
Paciente mayor o igual a 18 años	Cirugía previa
Sexo masculino y femenino	Tratamiento previo
Dolor en el tendón de 1 mes de evolución	Uso de analgésicos
	No continuidad del tratamiento

	Marcapasos
	Alteraciones dermatológicas - Sensibilidad - Heridas en la zona de aplicación
	Menores de 18

Tabla 6 Criterios de inclusión y exclusión. Elaboración propia

Estudiaremos el tamaño de la muestra mediante la siguiente fórmula de comparación de medias:

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

Donde las variables serán

- n = tamaño de la muestra. Numero de sujetos para alcanzar una potencia estadística adecuada.
- k = es una constante estadística. Es un parámetro que depende del nivel de significación α y la potencia estadística $(1 - B)$
- SD = es la desviación típica.
- d = precisión. Es la diferencia mínima entre 2 grupos relevantes para la investigación.

En a la divulgación científica sanitaria se asume un valor para $\alpha = 0,05$. Este valor nos indica la probabilidad de cometer un error tipo 1 (rechazar H_0 cuando esta es cierta). Y el valor de la precisión será de 80%.

		Nivel de significación		
		5%	1%	10%
Poder estadístico	80%	7,8	11,7	17,1
	85%	10,5	14,9	20,9
	90%	13	17,8	24,3

Tabla 7 Nivel de significación/Poder estadístico. Elaboración propia

Mediante los porcentajes descritos en el texto anterior sobre el nivel de significación y el poder estadístico empleados en el sector sanitario, concluimos que el valor de k (constante estadística) será de 7,8.

Posteriormente se estudiará el tamaño de la muestra para cada variable dentro del estudio

Escala EVA

Se extrae la Sd y d del artículo de “H. Alfredson” del apartado de “pain scale”. SD pre 1,8 y la d es 7,64 (d= 8.12-0,48) (56)

$$n = \frac{(2 \times 7.8) \times 1,8^2}{7,64^2} = n = 0,87$$

Se necesitará al menos 1 sujeto

Elastografía

Se extrae la SD del artículo de “Lei Wang” del apartado figure 3 que hace referencia a la elasticidad de un tendón de Aquiles sano medido en KPa. SD 0,18 y la d la obtendremos de calcular el 10% de la media. d = m x 10% = 2,7 x 10% = 0,27 (57,58)

$$n = \frac{(2 \times 7.8) \times 0,18^2}{0,27^2} = n = 6,93$$

Escala Visa-a

Se extrae la Sd y la d del artículo de TL Lewis en el apartado de resultados. Sd = 14,4 (59). La d se extrae de otro artículo donde dictamina que el valor se debe encontrar entre 12-20, por ende, usaremos la media 16 (60).

$$n = \frac{(2 \times 7.8) \times 14,4^2}{16^2} = n = 12,64$$

Aproximadamente se necesiten 13 sujetos para cada grupo

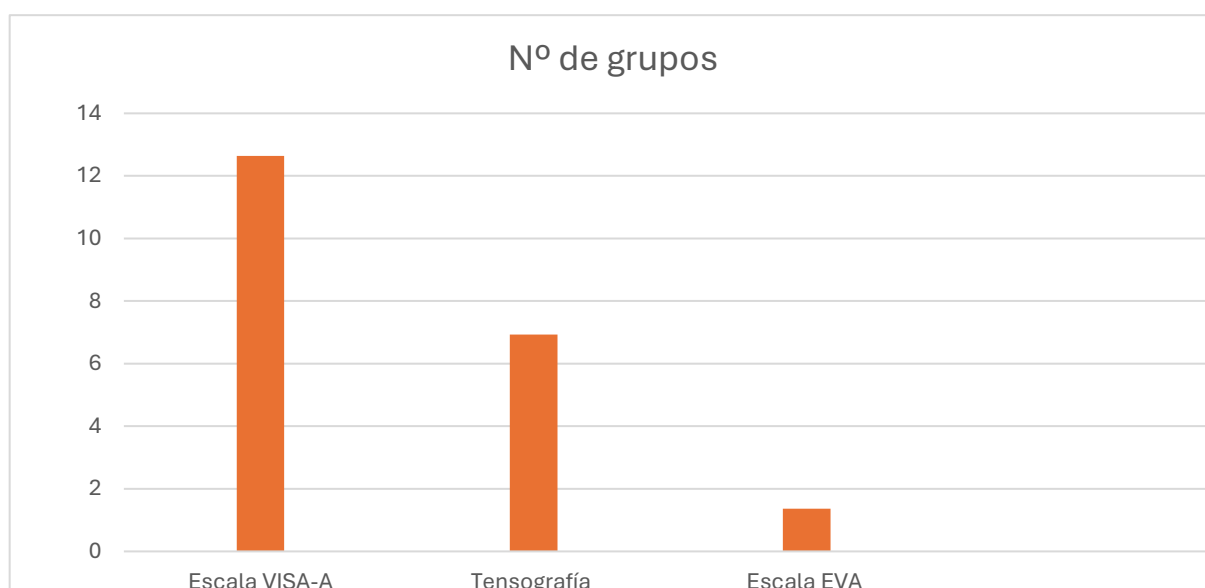


Tabla 8 N° de muestra. Elaboración propia

La variable con el valor más alto = $n = 12,64 \approx 13$ obtenida de la variable de escala VISA-A Este valor será la referencia para obtener la muestra total del estudio. Cada grupo del estudio estará formado por dicha n (13), siendo que el estudio es de 2 grupos = $2n = 26$. Es necesario añadir un 10% más de participantes debido a que las posibles pérdidas de sujetos durante el proyecto de recogida de datos no alteren la muestra ni el nivel de significación total.

Quedando un valor total de $28,6 \approx 29$. Obteniendo cada grupo 14-15 participantes.

5.3 Variables

5.3.1 Tabla de variables

Nombre de la variable	Tipo	Unidad de medida	Forma de medirla
Funcionabilidad	Dependiente cuantitativa continua	0-100	VISA-A
Dolor	Dependiente cuantitativa discreta	0-10	EVA

Elasticidad del tendón	Dependiente cuantitativa continua	Ms, kpascal	Elastografía
Tipo de tratamiento	Independiente cualitativa dicotómica	-----	Cap-Res
Momento de medición	Independiente cualitativa continua	-----	Pre-post1-post2

Tabla 9 Tabla de variables. Elaboración propia

5.3.2 Variables dependientes

- Dolor medido con escala EVA: variable cuantitativa continua

Se realizará una medición a través de una escala EVA para obtener una medida cuantificable y objetiva de la sensación del dolor del paciente. Obtendremos una variable dependiente cuantitativa discreta. El dolor se medirá con la escala EVA. Los participantes del estudio rellenarán un cuestionario de un único ítem. Siendo 0 el mínimo dolor sentido y 10 el máximo dolor que haya sentido el paciente (6).

- Funcionalidad con la escala VISA-A: variable cuantitativa continua

Se realizará la medición mediante un cuestionario Visa-a. Obtendremos una variable cuantitativa continua. La funcionalidad se medirá con la escala VISA-A (ANEXO I). Los participantes del estudio rellenarán un cuestionario de 8 ítems para valorar la funcionalidad de su tendón de Aquiles, tanto en dinámico como en estático. Cada ítem tiene un valor máximo de 10 puntos y mínimo de 0. Se hará un sumatorio total de los puntos, el valor mínimo de la escala es de 0 puntos y el máximo de 100. Cuanto mayor sea el grado de percepción de afectación en el tendón, el valor obtenido por la prueba será más próximo a 100 (59).

- Elasticidad del tejido: variable cuantitativa continua

Se realizará una medición a través de una prueba de elastografía donde se observará la elasticidad del tejido, en este caso del tendón. Obtendremos una variable cuantitativa continua medida en ms o Kpa. La metodología de la medición de la elasticidad del tendón de Aquiles se basará en el artículo de “Tobias Götschi”(61). Se empleará el ultrasonido Aixplorer Ultimate, SuperSonic Imagine, Aix-en-Provence, Francia utilizando un transductor en línea de 5 cm la misma marca. Las mediciones se realizarán con el eje del transductor orientado paralelamente a las fibras



*Ilustración 8.
Posición medición
elastografía en TA.
(61)*

- La posición del paciente se realizará decúbito prono con el pie ligeramente sobresalido de la camilla como se muestra en la ilustración 9

La realización de la prueba constará de 2 fases. En la primera se realizará una toma de imágenes en modo B para la valoración anatómica del sujeto y posteriormente se realizará la toma de las medidas con la elastografía por ondas de corte (61).

5.3.3 Variables independientes

- Tipo de tratamiento

A la hora de dividir a los grupos estos se dividirán en 2 grupos. Grupo de números pares (terapia TECAR modo resistivo) grupo de números impares (terapia TECAR modo capacitivo). Obtendremos una variable cualitativa dicotómica. Siendo:

- M CAP = 1
- M Res = 2
- Momento de medición
 - Pre = antes de la terapia
 - Post 1 = mismo día después de la terapia
 - Post 2 = 1 mes después de la última sesión de terapia

5.4 Hipótesis operativa

H0= hipótesis nula

Ha = hipótesis alternativa

- H0 = No existen diferencias estadísticamente significativas en la variación del dolor medido con escala EVA entre el uso del modo resistivo o el modo capacitivo de la diatermia
- Ha = Si existen diferencias estadísticamente significativas en la variación del dolor medido con escala Eva entre el uso del modo resistivo o el modo capacitivo de la diatermia

- H0 = No existen diferencias estadísticamente significativas en la variación de la funcionalidad medida con escala VISA_A entre el uso del modo resistivo o el modo capacitivo de la diatermia
- Ha = Si existen diferencias estadísticamente significativas en la variación de la funcionalidad medida con escala VISA_A entre el uso del modo resistivo o el modo capacitivo de la diatermia

- H0 = No existen diferencias estadísticamente significativas en la variación de la elasticidad del tejido medido con elastografía entre el uso del modo resistivo o el modo capacitivo de la diatermia
- Ha = Si existen diferencias estadísticamente significativas en la variación de la elasticidad del tejido medido con elastografía entre el uso del modo resistivo o el modo capacitivo de la diatermia

5.5 Recogida, análisis y análisis de datos

El análisis estadístico se realizó mediante el programa SPSS con la base de datos rellenada en un Excel mientras se recoge la muestra. Se dividirá el análisis en 2 partes:

Análisis descriptivo

En primera instancia se realizará un análisis descriptivo de las variables dependientes (dolor, funcionalidad y elasticidad) para obtener los datos de tendencia central (media) y medidas de

dispersión (desviación típica). Debido a que todas las variables a valorar son cuantitativas continuas las expresaremos en un histograma para favorecer la comprensión de las medidas.

Análisis inferencial

Será la segunda fase del análisis de los datos. Se comprobará que los datos cumplan con los requisitos de normalidad e igualdad de varianza para usar test paramétricos. Para ello realizaremos 2 pruebas

1. Shapiro-Wilk ($30 > n$)

Se aplicará esta prueba a cada una de las variables dependientes del estudio para comprobar la normalidad de estas

H_0 = los datos presentan una distribución normal, no hay diferencias significativas entre las medias; $p > 0,05$

2. Test de Levene

Se aplicará esta prueba a cada una de las variables del estudio para comprobar la homogeneidad de varianzas de la muestra

H_0 = las varianzas son homogéneas, existe igualdad entre las medias; $p > 0,05$

Se aplicará el test de Brown como test complementario, utilizando la mediana en vez de la media para calcular la dispersión

Siempre y cuando se cumplan estos requisitos previamente mencionados se podrá realizar la prueba de ANOVA de medidas repetidas. Se llevará acabo un ANOVA de medidas repetidas para cada una de las variables, debido a que el estudio plantea mediciones repetidas sobre los mismos pacientes. En el caso de encontrar diferencias significativas se realizará un análisis post-hoc para determinar en qué momento existen diferencias entre los grupos.

En el caso de que no se sigan los requisitos anteriores:

1. Shapiro-Wilk ($30 > n$)

H_a = los datos NO presentan una distribución normal; $p < 0,05$ rechazándose H_0 y aceptando H_a

2. Test de Levene

Se aplicará esta prueba a cada una de las variables del estudio para comprobar la homogeneidad de varianzas de la muestra

H_a = las varianzas NO son homogéneas; $p < 0,05$ rechazándose H_0 y aceptando H_a

En el caso de que no se cumplan los requisitos mencionados previamente, es decir, se acepte la H_0 , la muestra no se distribuirá de forma normal, no habrá igualdad entre las varianzas o ambas. Se llevará a cabo la prueba de Friedman (prueba no paramétrica)

Posteriormente, en caso de encontrarse diferencias significativas en la prueba de Friedman se realizará un post-hoc mediante la prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras relacionadas. Se observará las diferencias dentro de los distintos momentos de medición. Pre-post1, Pre-post2 y post1-post2.

5.6 Limitaciones del estudio

Las limitaciones del estudio son:

- Tiempo: el tiempo para diseñar desarrollar todo el proyecto de investigación es muy reducido. Esto genera que el número de artículos expuestos en la bibliografía y la extensión del proyecto se vea reducida
- Falta de artículos de peso relacionados con el tema: esto es debido a que no hay suficientes estudios de rigor. Los estudios utilizados en esta investigación se han desarrollado en animales (perros) o cadáveres. El resto de los estudios son basados en supuestos concluyendo que la diatermia podría.

5.7 Equipo de investigación y distribución de tareas

La investigación se llevará a cabo gracias a la colaboración entre el hospital universitario del 12 de Octubre, junto con la clínica Care y el apoyo de la Universidad Pontificia de Comillas. Todo ello será coordinado por el investigador principal del estudio

- Investigador principal

Ander Irigoyen Delabat, graduado en Fisioterapia en la Universidad Pontificia de Comillas. Su función será liderar la coordinación entre los miembros del estudio y una vez finalizado publicarlo.

- Fisioterapeutas

Se dividirán en 2 subgrupos.

- Mediciones: Elisa Benito Martín, diplomada en fisioterapia por la Universidad de Alcalá de Henares. Doctora en Actividad Física y Salud por la universidad de Jaén. Diplomada superior en fisioterapia osteopatía por la universidad Autónoma de Madrid. Master y Doctorado en actividad física y salud por la Universidad de Jaén. Encargada de la recogida de datos y mediciones elastográficas del tendón de Aquiles.
- Colaboradores: serán un grupo de fisioterapeutas con una experiencia clínica de al menos 5 años. Serán los encargados de aplicar la diatermia, pautar el ejercicio terapéutico

- Médico

Los médicos adjuntos del servicio de traumatología del hospital Hospital Universitario 12 de Octubre. Serán los encargados de remitir pacientes diagnosticados con TA que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión pertinentes para el estudio.

- Analista

Equipo de analistas contratado sin conflictos de intereses. Necesario el control y manejo del programa estadístico SPSS. El equipo de estadísticos recibirá los datos de ambos grupos sin saber exactamente que grupos son (cegados)

6 Plan de trabajo

6.1 Diseño de la investigación

Tras realizar la redacción del estudio de investigación con la consiguiente aprobación del Comité Ético de Investigación clínica se comenzó el reclutamiento de la muestra. Tras la confirmación del comité ético de investigación se les dará autorización a los médicos especialistas del hospital 12 de Octubre para que nos proporcionen pacientes. Los médicos harán una primera criba basándose en los criterios de inclusión y exclusión del estudio. Algunos de los criterios serán: personas mayores de 18 años diagnosticados de TA con dolor superior a un mes de evolución.

Una vez obtenido el número mínimo necesario para comenzar la investigación (n total de sujetos = 29). Para que la investigación cuente con el anonimato de los datos personales de cada paciente a estos se les asignará un número identificadorio. Este número será asignado del 1-29. Se representará en un Excel dividiendo a los 2 grupos en Cap y Res, donde Cap serán impares y Res pares.

Tras la obtención de la muestra se organizará a los pacientes en el hospital 12 de octubre, donde el investigador principal hará una breve introducción del proyecto vía online explicando ambos procedimientos, ventajas, desventajas, inconvenientes y contraindicaciones. Una vez explicado el proceso de la investigación miembros del equipo del hospital entregarán a cada participante:

- Diseño del estudio (Anexo IV)
- Consentimiento informado (Anexo VI)

Estos documentos deberán ser leídos detenidamente y rellenados para poder continuar con el estudio.

Pasada 1 semana los pacientes se comenzaron a citar pacientes de 10 en 10 en las instalaciones de Care. Una vez en el centro el paciente deberá rellenar la hoja de ficha de paciente (Anexo V). Se comenzará con la medición pre y el tratamiento ese mismo día.

Las mediciones de las variables necesarias para el estudio se realizarán con:

- iPad Air modelo 13: En este dispositivo se podrán realizar los cuestionarios de: escala VISA-A y EVA. Los cuestionarios serán guardados dentro de una carpeta con el numero identificador del paciente para poder llevar un registro online de las mediciones. Se marcará las todas las respuestas con un Apple pencil y posteriormente el fisioterapeuta realizará la medición de los puntos en el caso del cuestionario VISA-A.
- Ultrasonido Aixplorer Ultimate, SuperSonic Imagine, Aix-en-Provenc.: e utilizará para medir la elasticidad/tensión del tejido (en este caso del tendón de Aquiles). Se colocará el transductor paralelo a las fibras del tendón sin ejercer demasiada presión. Obtendremos mediciones en KPa y Ms. Las mediciones las tomará un fisioterapeuta

Para realizar la terapia usaremos

- Diatermia T-Plus (Witcare-Suiza) (38,43). Este dispositivo cuenta con un rango de potencia de 1-300 W (Res) y 1-450 VA (Cap).



Ilustración 9 Máquina T-plus Diatermia (67)

Se realizará un protocolo fundamentado en el uso de la terapia TECAR para TA. Se dividirán en 2 grupos de actuación:

- Grupo Impar → Cap
- Grupo Par → Res

A ambos grupos se les proporcionará de 8 sesiones de tratamiento durante 4 semanas. Esto equivaldrá a 2-3 sesiones por semana quedando la última semana con 1 sesiones de tratamiento. La separación entre sesiones será de 3 días (62).

En la siguiente tabla se especificará. Esta tabla se usará como modelo explicativo para los pacientes, debido a que vendrán a la clínica de 10 en 10 los días de la terapia pueden cambiar.

- Días de tratamiento TECAR + tratamiento habitual con el color verde
- Días sin tratamiento con color gris

Tabla 10 Calendario de tratamiento. Elaboración propia

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Semana 1							
Semana 2							
Semana 3							
Semana 4							

El **protocolo de la terapia TECAR** dependerá del modo que se vaya a emplear

- El grupo de la Cap
 - Colocación del paciente: decúbito prono con el pie fuera de la camilla
 - Electrón pasivo: se dispondrá de una placa de plástico para que no haya diferencias en el procedimiento
 - Electrón activo: el cabezal de la máquina será de 6 cm de diámetro.
 - Potencia: 180-200 VA (63)
 - Frecuencia: 448 kHz (64)
 - Corriente media: 0.095 +- 0.03 (38)
 - Tiempo 4 mins

La potencia de la maquina se modificará dependiendo de la sensación subjetiva del paciente. Tiene que generar calor aliviane, no debe generar quemadura ni sensación de ausencia de cambio térmico a nivel local de aplicación

- El grupo de la Res:
 - Colocación del paciente: decúbito prono con el pie fuera de la camilla.
 - Electrón pasivo: se le situará una placa de acero inoxidable de 15-20 cm en la zona del abdomen (63).
 - Electrón activo: el cabezal de la máquina será de 6 cm de diámetro.
 - Potencia: 110-120 W (63)
 - Frecuencia: 448 kHz (64)

- Corriente media: 0.120 +- 0.03 A (38)
- Tiempo de uso: 5 mins

La potencia de la maquina se modificará dependiendo de la sensación subjetiva del paciente. Tiene que generar calor aliviane, no debe generar quemadura ni sensación de ausencia de cambio térmico a nivel local de aplicación

Tratamiento habitual

El tratamiento habitual propuesto será una modificación del artículo de “Benito Elisa”. contará de 8 sesiones (48). Ejercicio terapéutico se realizará en 8/8 sesiones

- Terapia manual

Se empezará la terapia con este proceso. consistirá en un conjunto de técnicas manuales: masaje longitudinal sobre el tendón, masaje en la musculatura del tríceps sural, liberación de puntos gatillo y técnica estática sobre puntos periostóticos

- Ultrasonido

- Colocación del paciente: decúbito prono con el pie fuera de la camilla.
- Frecuencia: 3 MHz
- Intensidad: 0,1-0,45 W/cm^2
- Tiempo: 5 mins
- Modo: continuo
- Se empleará mediante movimientos longitudinales y circulares sobre a la zona tendinosa

- Electroterapia + ejercicio terapéutico

- Corriente: rectangular, simétrica y cuadrada
- Frecuencia:
 - 1 semana 84 Hz
 - 2-3 semana 86 Hz
 - 4 semana 88 Hz
- Duración del impulso

- 1 semana 250 ms
- 2-3 semana 230 ms
- 4 semana 210 ms
- Tiempo activación 10-10s con una rampa de 2s
- Intensidad: máxima tolerada por el paciente
- El ejercicio realizado por el paciente es una modificación del protocolo Alfredson. De la siguiente tabla:

Todos los ejercicios descritos se realizarán con las piernas estiradas y piernas semiflexionadas

Tabla 11 Modificación protocolo Alfredson. Elaboración propia

Sesión	Ejercicio bipodal	Ejercicio monopodal	Carga
1	12 reps x 3 series	8 reps x 2 series x lado	Peso corporal
2	15 reps x 3 series	8 reps x 3 series x lado	Peso corporal
3	15 reps x 3 series	8 reps x 3 series x lado	Peso corporal
4	12 reps x 4 series	10 reps x 3 series x lado	Peso corporal
5	12 reps x 4 series	10 reps x 3 series x lado	5 kg
6	12 reps x 4 series	8 reps x 4 series x	7 kg

		lado	
7	12 reps x 4 series	8 reps x 4 series x lado	7 kg
8	15 reps x 4 series	10 reps x 4 series x lado	10 kg

Mediciones

Realizaremos las mismas mediciones durante todo el proceso de la prueba, estas mediciones se basarán en el tiempo de aplicación de la terapia. Tendremos 3 mediciones

- Pre antes de la terapia
- Post1 después de la primera terapia
- Post2 tras un mes de la última medida

En la siguiente tabla se especificará

- Días de tratamiento con el color verde
- Días sin tratamiento con color gris
- Día de medición pretratamiento = azul Pre. Las mediciones se realizarán antes de la toma de realizar el tratamiento
- Día de medición post primer tratamiento = naranja post 1. Las mediciones se realizarán justo al acabar el tratamiento
- Día revisión mensual = rosa post2. Las mediciones se realizarán al entrar a la clínica

Tabla 12 Calendario tratamiento + mediciones. Elaboración propia

	Lunes			Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Semana 1									
Semana 2									
Semana 3									
Semana 4									
Semana 5									
Semana 6									
Semana 7									
1 mes tras la última medición									

Cada paciente tendrá una hoja programada en Excel para seguir una evaluación precisa de cada una de las variables a estudiar

Tabla 13 Ficha mediciones x sujeto. Elaboración propia

Sujeto	Grupo	EVA	VISA-A	Elastografía
Paciente N°	Cap-Res	T0	T0	T0
		X de 10	X de 100	X
		T1	T1	T1
		X de 10	X de 100	X
		T2	T2	T2
		X de 10	X de 100	X

6.2 Etapas de desarrollo

En la siguiente tabla se mostrará el desarrollo de la investigación según los tiempos y etapas de desarrollo por meses

Etapa	Fecha
Búsquedas	Octubre 2024
Diseño y redacción	Diciembre 2024-Marzo 2025
Solicitud al comité de ética	Abril 2025
Acuerdos con los hospitales	Mayo 2025
Entrevista y entrega de hojas de consentimiento	15 Junio 2025
Mediciones pre-tratamiento	23-24-25 junio 2025
Tratamiento	23 junio – 24 julio
Mediciones post-tratamiento 1	23 junio 2025
Mediciones post-tratamiento 2	24 agosto 2025
Análisis de los datos	Septiembre 2025
Elaboración de resultados	Octubre 2025

6.3 Lugar de realización del proyecto

Para poder realizar el proyecto de investigación será necesario colaborar con el centro clínico Care, localizado en C. de Ardemans, 8, Salamanca, 28028 Madrid. La clínica no precisa de maquinaria para poder realizar el proyecto, pero su obtención estará financiada por la Universidad Pontificia de Comillas.

El investigador principal no tendrá problemas en utilizar el centro clínico debido a que es propiedad de uno de los miembros del equipo de la investigación.

Cuando los pacientes lleguen a la clínica asignados por el médico traumatólogo especialista encargado de derivar los pacientes con TA con un mes de evolución, estos tendrán que pasar una entrevista rápida para corroborar que cumplen los criterios de inclusión y exclusión para poder participar en el estudio. Una vez han pasado la entrevista se serán acompañados para poder comenzar las mediciones que se realizarán en ese mismo centro.

Tras la primera medición se realizará el primer día de tratamiento y una medición posterior al tratamiento. A continuación, se le entregará un calendario a los pacientes con los días de la semana que tiene que acudir al centro y que día se realizará la última medición (aproximadamente 56 días después de la primera medición). Las sesiones de tratamiento estarán separadas por 2 días de descanso y tendrán que ser supervisadas en todo momento por un fisioterapeuta del equipo de la investigación para comprobar que todo se esté haciendo en base a lo que esta pautado dentro de la investigación. No pueden coincidir 2 en la misma sala participantes de la investigación por fines de cegamiento y de privacidad del participante del estudio.

La medición final se realizará 1 mes después de haber realizado el último tratamiento.

7 Referencias

- 1.Chen J, Wan Y, Jiang H. The effect of platelet-rich plasma injection on chronic Achilles tendinopathy and acute Achilles tendon rupture. *Platelets*. 2022;33(3):339–49.
- 2.Fedato RA, Francisco JC, Sliva G, de Noronha L, Olandoski M, Faria Neto JR, et al. Stem cells and platelet-rich plasma enhance the healing process of tendinitis in mice. *Stem Cells Int*. 2019;2019:1497898.
- 3.Darrieutort-Laffite C, Soslowsky LJ, Le Goff B. Molecular and structural effects of percutaneous interventions in chronic Achilles tendinopathy. *Int J Mol Sci*. 2020;21(19):7000.
- 4.Feeney KM. The effectiveness of extracorporeal shockwave therapy for midportion Achilles tendinopathy: a Systematic Review. *Cureus*. 2022;14(7):e26960.
- 5.Charles R, Fang L, Zhu R, Wang J. The effectiveness of shockwave therapy on patellar tendinopathy, Achilles tendinopathy, and plantar fasciitis: a systematic review and meta-analysis. *Front Immunol*. 2023;14:1193835.
- 6.Demir Benli M, Tatari H, Balcı A, Peker A, Şimşek K, Yüksel O, et al. A comparison between the efficacy of eccentric exercise and extracorporeal shock wave therapy on tendon thickness, vascularity, and elasticity in Achilles tendinopathy: a randomized controlled trial. *Turk J Phys Med Rehabil*. 2022;68(3):372–380.
- 7.de Vos R, van der Vlist AC, Zwerver J, Meuffels DE, Smithuis F, van Ingen R, et al. Dutch multidisciplinary guideline on Achilles tendinopathy. *Br J Sports Med*. 2021;55(20):1125–1134.
- 8.Silbernagel KG, Hanlon S, Sprague A. Current clinical concepts: conservative management of Achilles tendinopathy. *J Athl Train*. 2020;55(5):438–47.
- 9.Marieb EN. Anatomía y fisiología humana. 9 ed. Buenos Aires: Pearson Educación; 2010
- 10.Marr N, Zamboulis DE, Werling D, Felder AA, Dudhia J, Pitsillides AA, et al. The tendon interfascicular basement membrane provides a vascular niche for CD146+ cell subpopulations. *Front Cell Dev Biol*. 2022;10:1094124.
- 11.Walia B, Huang AH. Tendon stem progenitor cells: Understanding the biology to inform therapeutic strategies for tendon repair. *J Orthop Res*. 2019;37(6):1270–80.
- 12.Harvey T, Flamenco S, Fan C. A Tppp3+Pdgfra+ tendon stem cell population contributes to regeneration and reveals a shared role for PDGF signalling in regeneration and fibrosis. *Nat Cell Biol*. 2019;21(12):1490–503.
- 13.De Micheli AJ, Swanson JB, Disser NP, Martinez LM, Walker NR, Oliver DJ, et al. Single-cell transcriptomic analysis identifies extensive heterogeneity in the cellular composition of mouse Achilles tendons. *Am J Physiol Cell Physiol*. 2020;319(5):C885–94.
- 14.Bueno AJ, Porqueres IM. Tendón: Valoración y tratamiento en fisioterapia. : Paidotribo; 2011.

- 15.Stańczak M, Kacprzak B, Gawda P. Tendon cell biology: effect of mechanical loading. *Cell Physiol Biochem*. 2024;58(6):677–701.
- 16.Müller SA, Quirk NP, Müller-Lebschi JA, Heisterbach PE, Dürselen L, Majewski M, et al. Response of the injured tendon to growth factors in the presence or absence of the paratenon. *Am J Sports Med*. 2019;47(2):462–7.
- 17.Svård A, Hammerman M, Eliasson P. Elastin levels are higher in healing tendons than in intact tendons and influence tissue compliance. *FASEB J*. 2020;34(10):13409–18.
- 18.Chimenti RL, Cychosz CC, Hall MM, Phisitkul P. Current concepts review update: insertional Achilles tendinopathy. *Foot Ankle Int*. 2017 -10;38(10):1160–9.
- 19.Dederer KM, Tennant JN. Anatomical and functional considerations in achilles tendon lesions. *Foot Ankle Clin*. 2019 -09;24(3):371–85.
- 20.Szergyuk I, Del Carmen Yika A, Walocha JA, Pękala PA. The twisted Achilles tendon microvasculature. *Folia Morphol (Warsz)*. 2024;83(3):565–70.
- 21.Schneider M, Angele P, Järvinen TAH, Docheva D. Rescue plan for Achilles: Therapeutics steering the fate and functions of stem cells in tendon wound healing. *Adv Drug Deliv Rev*. 2018;129:352–75.
- 22.Riggin CN, Chen M, Gordon JA, Schultz SM, Soslowsky LJ, Khoury V. Ultrasound-guided dry needling of the healthy rat supraspinatus tendon elicits early healing without causing permanent damage. *J Orthop Res*. 2019;37(9):2035–42.
- 23.Dirrichs T, Schradin S, Gatz M, Tingart M, Kuhl CK, Quack V. Shear wave elastography (SWE) of asymptomatic Achilles tendons: A comparison between semiprofessional athletes and the nonathletic general population. *Acad Radiol*. 2019;26(10):1345–51.
- 24.Burton I, McCormack A. Blood flow restriction resistance training in tendon rehabilitation: a scoping review on intervention parameters, physiological effects, and outcomes. *Front Sports Act Living*. 2022;4:879860.
- 25.Yan Z, Yin H, Nerlich M, Pfeifer CG, Docheva D. Boosting tendon repair: interplay of cells, growth factors and scaffold-free and gel-based carriers. *J Exp Orthop*. 2018;5(1):1.
- 26.Kwan KYC, Ng KWK, Rao Y, Zhu C, Qi S, Tuan RS, et al. Effect of aging on tendon biology, biomechanics and implications for treatment approaches. *Int J Mol Sci*. 2023;24(20):15183.
- 27.Nichols AEC, Best KT, Loiselle AE. The cellular basis of fibrotic tendon healing: challenges and opportunities. *Transl Res*. 2019;209:156–68.
- 28.Lu J, Jiang L, Chen Y, Lyu K, Zhu B, Li Y, et al. The functions and mechanisms of basic fibroblast growth factor in tendon repair. *Front Physiol*. 2022;13:852795.
- 29.Cook JL, Purdam CR. Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy. *Br J Sports Med*. 2009;43(6):409–16.

30. Martin RL, Chimenti R, Cuddeford T, Houck J, Matheson JW, McDonough CM, et al. Achilles pain, stiffness, and muscle power deficits: midportion achilles tendinopathy revision 2018. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2018;48(5):A1–A38.
31. Maffulli N, Longo UG, Kadakia A, Spiezia F. Achilles tendinopathy. *Foot Ankle Surg* 2020 - 04;26(3):240–9.
32. Gatz M, Schweda S, Betsch M, Dirrichs T, de la Fuente M, Reinhardt N, et al. Line- and point-focused extracorporeal shock wave therapy for Achilles tendinopathy: a placebo-controlled RCT study. *Sports Health* 2021;13(5):511–518.
33. von Rickenbach KJ, Borgstrom H, Tenforde A, Borg-Stein J, McInnis KC. Achilles tendinopathy: Evaluation, rehabilitation, and prevention. *Curr Sports Med Rep.* 2021;20(6):327–34.
34. Janowski AJ, Post AA, Heredia-Rizo AM, Mosby H, Dao M, Law LF, et al. Patterns of movement-evoked pain during tendon loading and stretching tasks in Achilles tendinopathy: A secondary analysis of a randomized controlled trial. *Clin Biomech (Bristol).* 2023;109:106073.
35. Aicale R, Oliviero A, Maffulli N. Management of Achilles and patellar tendinopathy: what we know, what we can do. *J Foot Ankle Res.* 2020;13(1):59.
36. Tarantino D, Mottola R, Resta G, Gnasso R, Palermi S, Corrado B, et al. Achilles Tendinopathy pathogenesis and management: a narrative review. *Int J Environ Res Public Health.* 2023;20(17):6681.
37. Valentini S, Bruno E, Nanni C, Musella V, Antonucci M, Spinella G. Superficial heating evaluation by thermographic imaging before and after tecar therapy in six dogs submitted to a Rehabilitation Protocol: a Pilot Study. *Animals (Basel).* 2021;11(2):249.
38. López-de-Celis C, Hidalgo-García C, Pérez-Bellmunt A, Fanlo-Mazas P, González-Rueda V, Tricás-Moreno JM, et al. Thermal and non-thermal effects off capacitive-resistive electric transfer application on the Achilles tendon and musculotendinous junction of the gastrocnemius muscle: a cadaveric study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020;21(1):46.
39. Clijisen R, Leoni D, Schneebeli A, Cescon C, Soldini E, Li L, et al. Does the application of tecar therapy affect temperature and perfusion of skin and muscle microcirculation? a pilot feasibility study on healthy subjects. *J Altern Complement Med.* 2020;26(2):147–153.
40. TEZEN Ö, BİLİR EE, UZUN Ö, YANIKTAŞ D, ŞENTÜRK B, YAŞAR E. Evaluation of the efficacy of transfer energy capacitive and resistive therapy in patients with knee osteoarthritis. *Turkish Journal of Medical Sciences.* 2024 November 1;54(6):1302–9.
41. De Sousa-De Sousa L, Espinosa HG, Maté-Muñoz JL, Lozano-Estevan MDC, Cerrolaza-Tudanca S, Rozalén-Bustín M, et al. Effects of capacitive-resistive electric transfer on sports performance in paralympic swimmers: a stopped randomized clinical trial. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(21):14620.
42. De Sousa-De Sousa L, Tebar Sanchez C, Maté-Muñoz JL, Hernández-Lougedo J, Barba M, Lozano-Estevan MDC, et al. Application of capacitive-resistive electric transfer in

physiotherapeutic clinical practice and sports. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(23):12446.

43.López-de-Celis C, Rodríguez-Sanz J, Hidalgo-García C, Cedeño-Bermúdez SA, Zegarra-Chávez D, Fanlo-Mazas P, et al. Thermal and current flow effects of a capacitive-resistive electric transfer application protocol on chronic elbow tendinopathy. a cadaveric study. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(3):1012.

44.De C, Física T, Deportiva Y, Vinicio D, Fernández E, Belén MM, et al. UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD.

45.Rodríguez-Sanz J, López-de-Celis C, Hidalgo-García C, Canet-Vintró M, Fanlo-Mazas P, Pérez-Bellmunt A. Temperature and current flow effects of different electrode placement in shoulder capacitive-resistive electric transfer applications: a cadaveric study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2021;22(1):139.

46.Bito T, Tashiro Y, Suzuki Y, Kajiwarra Y, Zeidan H, Kawagoe M, et al. Acute effects of capacitive and resistive electric transfer (CRet) on the Achilles tendon. *Electromagn Biol Med* 2019;38(1):48–54.

47.Szabo DA, Neagu N, Teodorescu S, Predescu C, Sopa IS, Panait L. TECAR Therapy associated with high-intensity laser therapy (Hilt) and manual therapy in the treatment of muscle disorders: a literature review on the theorised effects supporting their use. *J Clin Med*. 2022;11(20):6149.

48.Benito E. Physiotherapy´s protocol to approach the insertional achilles tendinopathy. *JOURNAL OF HUMAN SPORT & EXERCISE* ISSN. 1988-5202 2016;11(3):358–366.

49.Qureshi AU, Hameed M, Umar M, Yasir U, Abbas Z, Jamil S, et al. A comparative study of the graston technique and alfredson protocol in the management of achilles tendinopathy. *Cureus*. 2024;16(6):e62249.

50.Xia Z, Yew KSA, Zhang TK, Rikhray IS. Lateral versus central tendon-splitting approach to insertional Achilles tendinopathy: a retrospective study. *Singapore Med J*. 2019;60(12):626–30.

51.He S, Renne A, Argandykov D, Convissar D, Lee J. Comparison of an emoji-based visual analog scale with a numeric rating scale for pain assessment. *JAMA*. 2022;328(2):208–9.

52.Cuestionario tendinopatía aquilea (VISA-A) en Español.

53.Calvo-Lobo C, Díez-Vega I, Martínez-Pascual B, Fernández-Martínez S, de la Cueva-Reguera M, Garrosa-Martín G, et al. Tensiomyography, sonoelastography, and mechanosensitivity differences between active, latent, and control low back myofascial trigger points: a cross-sectional study. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96(10):e6287.

54.Balllyns JJ, Turo D, Otto P, Shah JP, Hammond J, Gebreab T, et al. Office-based elastographic technique for quantifying mechanical properties of skeletal muscle. *J Ultrasound Med*. 2012;31(8):1209–19.

55. Taljanovic MS, Gimber LH, Becker GW, Latt LD, Klauser AS, Melville DM, et al. Shear-wave elastography: basic physics and musculoskeletal applications. *Radiographics*. 2017;37(3):855–70.
56. Alfredson H, Pietilä T, Jonsson P, Lorentzon R. Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis. *Am J Sports Med*. 1998;26(3):360–66.
57. Wang L, Guo X, Tan L, Chen Q. Quantitative assessment of normal middle deltoid muscle elasticity at various arm abduction using ultrasound shear wave elastography. *Sci Rep*. 2021;11(1):12479.
58. Mr. Satish Kumar Anumula, Ms. Chaitanya Beku, Dr. Y.S.N. Murthy. Measurement of reliability in grip Strength. 2013 18-10:6.
59. Lewis TL, Yip GCK, Robertson K, Groom WD, Francis R, Singh S, et al. Health-related quality of life in patients with Achilles tendinopathy: Comparison to the general population of the United Kingdom. *Foot Ankle Surg*. 2022;28(7):1064–8.
60. McCormack J, Underwood F, Slaven E, Cappaert T. The minimum clinically important difference on the VISA-A and lefs for patients with insertional Achilles tendinopathy. *Int J Sports Phys Ther*. 2015;10(5):639–44.
61. Götschi T, Schulz N, Snedeker JG, Hanimann J, Franchi MV, Spörri J. Three-dimensional mapping of shear wave velocity in human tendon: A proof of concept study. *Sensors (Basel)*. 2021;21(5):1655.
62. Raeisi M, Mohammadi HK, Heshmatipour M, Tarrahi MJ, Taheri N. Effect of transfer energy capacitive and resistive therapy on shoulder pain, disability, and range of motion in patients with adhesive capsulitis: A study protocol for a randomized controlled trial. *J Chiropr Med*. 2023;22(2):116–22.
63. García-Rueda L, Cabanas-Valdés R, Salgueiro C, Rodríguez-Sanz J, Pérez-Bellmunt A, López-de-Celis C. Immediate effects of TECAR therapy on gastrocnemius and quadriceps muscles with spastic hypertonia in chronic stroke survivors: a randomized controlled trial. *Biomedicines* 2023;11(11):2973.
64. Hernández-Bule ML, Paíno CL, Trillo MÁ, Úbeda A. Electric stimulation at 448 kHz promotes proliferation of human mesenchymal stem cells. *Cell Physiol Biochem*. 2014;34(5):1741–1755.
65. Martin M. Robinson, Jill Cook, Craig Purdam, John Visentini, Peter Ross, Marcus Maffulli, Karim Khan. Development and validation of a questionnaire to assess the severity of Achilles tendinopathy (VISA-A). *British Journal of Sports Medicine* 35;35(5):335–341.
66. Torres J. Histopatología del tendón. 2018; Available at: <https://jlfisios.com/cuanto-tarda-en-recuperar-un-tendon/>. Accessed Mar 20, 2025.

67.T-Plus: el equipo tecar de alta potencia para maximizar los resultados clínicos 2021 - 11-16.

8 ANEXOS

Anexo I: cuestionario Visa-A

Cuestionario VISA-A

Un índice de la gravedad de la tendinopatía de Aquiles

EN ESTE CUESTIONARIO, EL TÉRMINO DOLOR SE REFIERE ESPECÍFICAMENTE AL DOLOR EN LA REGIÓN DEL TENDÓN DE AQUILES

0 = Ausencia de dolor y 10 = Máximo dolor soportable

1. ¿Durante cuántos minutos tiene rigidez en la región de Aquiles al levantarse por primera vez por la mañana?

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

0 minutos

100 minutos

PUNTOS

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

2. Una vez que está caliente el tendón, ¿siente dolor al estirar el tendón de Aquiles completamente sobre el borde de un escalón? (manteniendo la rodilla recta)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Máximo dolor

Sin dolor

PUNTOS

3. Después de caminar en terreno plano durante 30 minutos, ¿tiene dolor en las siguientes 2 horas? (Si no puede caminar en terreno plano durante 30 minutos debido al dolor, obtenga un puntaje de 0 para esta pregunta).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Máximo dolor

Sin dolor

PUNTOS

4. ¿Tiene dolor al bajar las escaleras con un ciclo de marcha normal?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

PUNTOS

Máximo dolor

Sin dolor

5. ¿Tiene dolor durante o inmediatamente después de hacer 10 veces puntillas (una pierna) desde una superficie plana?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

PUNTOS

Máximo dolor

Sin dolor

6. ¿Cuántos saltos sobre una sola pierna puedes hacer sin dolor?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

PUNTOS

Máximo dolor

Sin dolor

7. ¿Actualmente realiza deporte u otra actividad física? Rodea la puntuación que le darías.

0

En absoluto

4

Entrenamiento modificado \pm competencia modificada

7

Entrenamiento completo \pm competencia pero no al mismo nivel que cuando comenzaron los síntomas

10

Competir al mismo nivel o más alto que cuando comenzaron los síntomas

8. Por favor complete A, B o C en esta pregunta.

- Si no siente dolor mientras realiza deportes de carga del tendón de Aquiles, por favor complete pregunta 8A solamente.
- Si tiene dolor mientras realiza deportes de carga del tendón de Aquiles pero sí no le impida completar la actividad, complete la pregunta 8B solamente.
- Si tiene dolor que le impide completar los deportes de carga del tendón de Aquiles, por favor complete la pregunta 8C solamente.

A. Si no siente dolor mientras realiza deportes de carga del tendón de Aquiles, ¿por cuánto tiempo puede entrenar / practicar?

0	7	14	21	30
Nada	0-10 min	11-20 min	21-30 min	>30 min

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

0	7	14	21	30
Nada	0-10 min	11-20 min	21-30 min	>30 min

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

0	7	14	21	30
Nada	0-10 min	11-20 min	21-30 min	>30 min

PUNTUACIÓN TOTAL:/100

Anexo II: Tabla de búsquedas general

Búsqueda	Estrategia de búsqueda	Artículos encontrados	Artículos usados
Diathermy (1)	Mesh	2778	0
	Desc	315	0
Tendón (2)	Mesh	9163	0
	Desc	13013	0
Achilles tendon (3)	Mesh	1903	0
	Desc	2027	0
Elasticity Imaging techniques (4)	Mesh	1141	0
	Desc	791	0
Visual Analog Scale (5)	Mesh	1010	0
	Desc	18930	0
VISA-A (6)	libre	173	0
	Desc	4886	0
Tendinopathy (7)	Mesh	2927	0
	desc	110	0
Capacitive diathermy (8)	Libre	26	0
	Libre	7	0
Resistive diathermy (9)	Libre	138	0
	Libre	4	0
Capacitive-resistive diathermy (10)	Libre	9	0
	Libre	4	0
Capacitive resistive radiofrecuenci (11)	Libre	49	0
	No existe	0	0
Capacitive resisitive electric tranfer therapy (12)	Libre	34	0
	No existe	0	0
TECAR therapy (13)	Libre	34	11
	Libre	17	3
1-2	Mesh and mesh	72	5
	Desc and desc	5	1
1-3	Mesh and mesh	34	4
	Desc and desc	1	1
1-4	Mesh and mesh	15	0
	Desc and desc	0	0
1-5	Mesh and mesh	5	0
	Desc and desc	14	0
1-6	Libre and libre	7	0
	Desc and desc	0	0
1-7	Mesh and mesh	110	0
	Desc and desc	3	0
1-2-3	Mesh and mesh and mesh	34	0
	Desc and desc and desc	2	0
1-2-4	Mesh and mesh and mesh	1	0
	Desc and desc and desc	0	0
1-2-5	Mesh and mesh and mesh	1	0
	Desc and desc and desc	0	0
1-2-6	Libre and libre and libre	7	0
	Desc and desc and	0	0

	desc		
1-2-7	Mesh and mesh and mesh	55	5
	Desc and desc and desc	2	1
1-2-3-4	Mesh and mesh and mesh and mesh	1	0
	Desc and desc and desc and desc	0	0
1-2-3-5	Mesh and mesh and mesh and mesh	0	0
	Desc and desc and desc and desc	0	0
1-2-3-6	Libre and libre and libre and libre	7	0
	Desc and desc and desc and desc	0	0
1-2-3-7	Mesh and mesh and mesh	31	0
	Desc and desc and desc and desc	1	0
1-2-3-4-7	Mesh and mesh and mesh and mesh and mesh	1	0
	Desc and desc and desc and desc and desc	0	0
1-2-3-5-7	Mesh and mesh and mesh and mesh and mesh	0	0
	Desc and desc and desc and desc and desc	0	0
1-2-3-6-7	Libre	7	0
	Desc and desc and desc and desc and desc	0	0
1-4-7	Mesh and mesh and mesh	0	0
	Desc and desc and desc	0	0
1-5-7	Mesh and mesh and mesh	0	0
	Desc and desc and desc	1	0
1-6-7	Mesh and mesh and mesh	7	0
	Desc and desc and desc	0	0
2-3-7	Mesh and mesh and mesh	79	13
	Desc and desc and desc	327	4
2-4	Mesh and mesh	6	0
	Desc and desc	10	0
2-5	Mesh and mesh	5	1
	Desc and desc	152	1
2-6	libre	75	2
	Desc and desc	75	0
2-4-5	Mesh and mesh and mesh	0	0
	Desc and desc and	1	0

	desc		
2-4-6	Libre	2	0
	Desc and desc and desc	0	0
2-4-5-6	Libre and libre and libre and libre	0	0
	Desc and desc and desc and desc	0	0
3-4	Mesh and mesh	2	0
	Desc and desc	2	0
3-5	Mesh and mesh	6	0
	Desc and desc	44	0
3-6	Libre	140	0
	Desc and desc	61	0
3-4-5	Mesh and mesh and mesh	0	0
	Desc and desc and desc	1	0
3-5-6	Libre and libre and libre	2	0
	Desc and desc and desc	15	0
3-4-5-6	Libre and libre and libre and libre	0	0
		0	0
4-7	Mesh and mesh	4	0
	Desc and desc	1	0
5-7	Mesh and mesh	18	0
	Desc and desc	91	0
6-7	Libre and libre	136	0
	Desc and desc	100	0

Tabla 14 Tabla de búsquedas completa. Elaboración propia

Anexo III: Solicitud al Comité Ético de Investigación Clínica

Ander Irigoyen Delabat, en calidad de investigador Principal, con documento nacional de identidad _____ y domicilio en _____, Madrid, expone al Colegio Regional de la Comunidad de Madrid su intención de llevar a cabo:

- *Efectividad de los modos capacitivo y resistivo de la diatermia en el tratamiento de la tendinopatía aquilea*

El estudio se desarrollará en _____ cumpliendo estrictamente con la normativa vigente sobre los ensayos clínicos en el Territorio Nacional y en conformidad de los principios éticos recogidos en la Declaración de Helsinki y la normativa europea y española en materia de investigación de los seres humanos

El objetivo del estudio es comparar la eficacia de ambos modos de aplicación de la diatermia, capacitivo y resistivo, en pacientes con TA, con el fin de determinar cual de ellos ofrece mejores resultados en términos de funcionalidad, dolor y elasticidad del tendón

Para la evaluación y aprobación del estudio, se adjunta la siguiente documentación

- Copia del protocolo del ensayo clínico
- Manual del Investigador
- Documentación que acredita la idoneidad de las instalaciones, del investigador principal y de los colaboradores
- Hoja de información del estudio para los sujetos participantes
- Modelos de consentimiento informado para los sujetos

Firmado:

Ander Irigoyen Delabat

En Madrid a __ de _____ del 20__

Anexo IV: Documento diseño del estudio

En relación con la normativa vigente aplicable a la realización de estudios clínicos, usted (el paciente) esta en su derecho de recibir toda información sobre el procedimiento al que se va a someter, contando así con los beneficios, riesgos o efectos adversos del procedimiento.

Lea detenidamente el “documento de diseño del estudio”, en este vienen detallados los puntos más relevantes del estudio. En el caso de que le surja alguna duda durante la lectura el equipo investigador estará a su servicio para solucionarla.

Si finalmente desea participar en el estudio es necesario que firme este documento para que conste que ha sido previamente informado. Tras la firma se le hará entrega del “*Consentimiento informado*” para confirmar la participación en el estudio. Esta última hoja también tendrá que ser firmada por el participante.

- El título de la investigación es: ***Efectividad de los modos capacitivo y resistivo de la diatermia en el tratamiento de la tendinopatía aquilea***

El fin del estudio es valorar que modo de la tecarterapia aporta mayores beneficios para el tratamiento de una TA, si el modo capacitivo o el resistivo. Se dividirán los pacientes en 2 grupos.

Explicación: la tecarterapia es una terapia que ofrece una serie de beneficios a las estructuras musculoesqueléticas como regeneración de tejidos, aumento de la vascularización etc. Estos beneficios los genera mediante la aplicación de calor mediante transferencia de corriente alterna de alta frecuencia.

- Grupo de la terapia capacitiva: se realizará una terapia pasiva con el modo capacitivo de una duración de 8 sesiones \approx 24 días
- Grupo de la terapia resistiva: se realizará una terapia pasiva con el modo resistivo de una duración de 8 sesiones \approx 24 días

La potencia de los modos irá establecida entre ciertos parámetros dentro de los cuales se podrá ajustar dependiendo del grado tolerancia al paciente.

Para comprobar los beneficios de los distintos modos mediante un estudio de las siguientes variables

- ❖ Escala EVA: mide el dolor con una puntuación del 1-10
- ❖ Escala VISA-A: mide la funcionalidad del tendón de Aquiles con un cuestionario de 8 preguntas con un valor total a 100. A valores más próximos a 100 implicaría menor funcionalidad del tendón
- ❖ Elastografía: mide la elasticidad o rigidez del tendón mediante una onda indolora que se propaga a través del tejido

La participación es totalmente voluntaria, si por motivos externos o imposibilidad de poder continuar con el estudio, el participante de este tiene completa voluntad para retirarse sin que le repercuta negativamente. Al ser un estudio voluntario los participantes no obtendrán ningún beneficio económico por participar en el estudio.

Podrá participar en el estudio si cumple los siguientes requisitos

- Diagnosticado de TA por un médico especialista
- Edad $18 \leq$
- Dolor en el tendón de Aquiles con un mes de evolución

No podrá participar en el estudio si cumple los siguientes requisitos

- Posee una pérdida de continuidad total o parcial del tendón
- Tratado previamente
- Uso de medicación analgésica
- Posee una cirugía en la estructura del estudio (tendón de Aquiles)
- Posee un marcapasos
- Poseer implantes metálicos en el MMII de la tendinopatía
- No continua con el tratamiento

Se realizarán mediciones de las variables previamente descritas: antes y después del primer día de tratamiento, el último día de tratamiento de la primera semana, es decir, el tercer día de tratamiento y un mes después de haber terminado con el tratamiento.

Se le aconseja que a la hora de venir a realizar la medición /tratamiento traiga un recambio con un pantalón corto.

Le informamos de los posibles riesgos que tiene la tecarterapia. Por lo general es una terapia segura, no obstante, se podrán producir los siguientes sucesos

- Sensación de calor excesivo
- Irritación cutánea local

En el caso de notar alguna de los siguientes síntomas deberá comunicárselo al especialista que le ese tratándose en ese momento

Con la firma de este documento declara haber leído el documento y entendido toda la información que se le proporciona sobre el estudio en le que va a participar. Posterior a la firma se le hará una entrega de una copia de este mismo documento junto con el consentimiento informado

Firmado

En Madrid, a día ____ de _____ de 20__

Anexo V: Ficha Paciente

Los datos recogidos en el estudio serán tratados de forma totalmente confidencial por los investigadores responsables. No se publicará ningún tipo de información confidencial. Para la identificación individual de cada sujeto de la prueba se le asignará un número.

La información requerida en este documento será para hacerle llegar al participante del estudio, los resultados del mismo:

- En formato físico (envió por correos)
- En formato digital (correo electrónico)

Nombre:

Apellido:

DNI:

Edad:

Correo electrónico:

Dirección:

Código postal:

Localidad:

Firmado

En Madrid a __ de ____ del 20__

Anexo VI: Consentimiento informado

- Don/Doña _____ con DNI _____, confirmo haber recibido la información detallada del estudio de investigación ***Efectividad de los modos capacitivo y resistivo de la diatermia en el tratamiento de la tendinopatía aquilea***

Por la cual he sido atendido de manera profesional siendo el equipo investigador capaz de responder todas las dudas planteadas. Me han indicado a su vez el procedimiento, objetivos, ventajas inconvenientes y metodología del estudio

Afirmo haber revisado lentamente los criterios de exclusión del estudio, comprobar mi historia clínica y responder de forma veraz al afirmar que no me incluyo ni poseo ninguna característica mencionada en la lista previamente citada.

Doy el consentimiento de la recogida de mis datos personales y variables a valorar del estudio, teniendo consciencia que ninguno de ellos será publicado expresamente y que mi participación en este estudio será de manera anónima

Mi participación es completamente voluntaria y consciente manifestando mi deseo de ser un participante en el estudio Efectividad de los modos capacitivo y resistivo de la diatermia en el tratamiento de la tendinopatía aquilea al participar de manera voluntaria en el estudio comprendo que el mismo no ofrece ningún tipo de bonificación económica por un sujeto del estudio. A su vez por la voluntariedad de este sé que el abandono del estudio no va asociado a ninguna penalización de ningún tipo, debido a esta afirmación, el abandono del estudio no requerirá de una explicación previa. Al firmar este documento recibiré una copia del consentimiento para guardarla y poder consultarla a futuro

Firma:

A ____ de _____ del 20__

Cumplimento en caso de renuncia a la participación del estudio

Mediante este escrito, comunico mi decisión de abandono del proyecto de investigación en el que estaba participando y que se indica en la parte superior del documento.

Fecha: día ____ mes ____ año ____

Fecha: día ____ mes ____ año ____

Fecha: día ____ mes ____ año ____

Fecha: día ____ mes ____ año ____

Derecho de oposición

Los datos recabados conforme a lo previsto en la ley Orgánica 15/1999 de protección de datos de Carácter Personal, en el presente consentimiento informado serán incluidos en el fichero denominado “Protección de Funcionalidad” cuya titularidad pertenece a la “Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios”

Estos datos serán almacenados en nuestros ficheros durante el tiempo imprescindible y necesario para el cumplimiento de la causa que motivó su recogida y dejando a salvo los plazos de prescripción legal existentes. La finalidad de esta recogida de datos de carácter personal es: la ejecución y cumplimiento de la relación surgida entre el titular de los datos y “La Escuela de Enfermería y fisioterapia San Juan de Dios” y su gestión administrativa, así como el cumplimiento de las obligaciones derivadas la Ley Orgánica 15/1999, de Protección de Datos de Carácter Personal. En consecuencia, UD. da, como titular de los datos, su consentimiento y autorización al responsable de los Ficheros para la inclusión de los mismos en el Fichero antes detallado. Asimismo, puede UD. en todo caso ejercitar los derechos que le asisten y que se especifican en el siguiente párrafo.

El titular de los datos declara estar informado de las condiciones y cesiones detalladas en la presente cláusula y, en cualquier caso, podrá ejercitar gratuitamente los derechos ARCO: acceso, rectificación, cancelación y oposición (siempre de acuerdo con los supuestos contemplados por la Legislación vigente) dirigiéndose a Secretaría de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia “San Juan de Dios” mediante correo electrónico a la dirección sjuandedios@comillas.edu o por correo ordinario a:

Secretaría de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia de San Juan de Dios Avenida de San Juan de Dios, 1 28350 Ciempozuelos (Madrid)

indicando en la comunicación la concreción de la petición y acompañada de los documentos acreditativos. Por todo ello, para que conste a los efectos oportunos, UD. muestra su conformidad con lo en esta cláusula detallado, de acuerdo con la firma estampada en el documento al que esta cláusula figura anexionado. En caso de que se oponga a la cesión de sus

datos en los términos previstos marque una cruz en esta casilla. En caso contrario, se entenderá que presta su consentimiento tácito a tal efecto.