

**Universidad de Zaragoza  
Facultad de Ciencias de la Salud**

***Grado en Fisioterapia***

Curso Académico 2015 / 2016

**TRABAJO FIN DE GRADO**

EFFECTIVIDAD INMEDIATA DE LA ELONGACIÓN MUSCULAR  
ELÉCTRICA FREnte AL ESTIRAMIENTO MEDIANTE FNP EN SUJETOS  
JÓVENES CON ACORTAMIENTO DE LA MUSCULATURA ISQUIOTIBIAL:  
ENSAYO CLÍNICO ALEATORIZADO

EFFECTIVENESS OF ELECTRICAL MUSCLE ELONGATION VERSUS FNP  
STRETCHING OF HAMSTRINGS IN YOUNG SUBJECTS WITH MUSCLE  
SHORTENING: A RANDOMIZED CLINICAL TRIAL

**Autor/a:** Izaskun Zarraluqui Anciso

## **ÍNDICE**

RESUMEN .....	3
INTRODUCCIÓN .....	4
HIPÓTESIS.....	11
OBJETIVOS .....	11
MATERIAL Y MÉTODOS.....	12
RESULTADOS .....	19
DISCUSIÓN.....	29
CONCLUSIONES.....	35
BIBLIOGRAFÍA.....	36
ANEXO I. HOJA DE INFORMACIÓN PARA EL PACIENTE .....	43
ANEXO II. MODELO CONSENTIMIENTO INFORMADO .....	47
ANEXO III. CUESTIONARIO IPAQ VERSIÓN CORTA .....	48
ANEXO IV. PROTOCOLO DE CORRECCIÓN DEL TEST IPAQ .....	50

## **RESUMEN**

**Introducción:** El acortamiento isquiotibial es un trastorno musculoesquelético muy frecuente que ocasiona un aumento en el riesgo de lesiones del miembro inferior y tronco. Los estiramientos son considerados una de las técnicas de elección en el tratamiento del acortamiento muscular con el propósito de mejorar la amplitud del movimiento en las estructuras limitadas.

**Objetivo:** Analizar y comparar la efectividad inmediata en la ganancia de amplitud articular mediante la Elongación Muscular Eléctrica (EME) frente a los estiramientos con Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (FNP) en sujetos jóvenes con acortamiento isquiotibial.

**Material y métodos:** Ensayo Clínico Aleatorizado a simple ciego. 60 sujetos jóvenes con acortamiento isquiotibial fueron asignados aleatoriamente en 2 grupos: 30 en el grupo de estiramiento con EME y 30 en el de FNP. Las variables estudiadas fueron edad, altura, peso, sexo, IMC, lateralidad, actividad física, horas de sedestación al día, grados PRE y POST intervención y ganancia. Se utilizó el test AKE para medir el grado de extensibilidad de los músculos isquiotibiales y el cuestionario IPAQ para la clasificación de la actividad física.

**Resultados:** En ambos grupos hubo una mejoría en el rango de movimiento tras el tratamiento, obteniendo una ganancia superior, estadísticamente significativa, en el grupo EME ( $p=0,016$ ). Los hombres presentaron un mayor grado de acortamiento de la musculatura isquiotibial que las mujeres ( $p=0,008$ ). No se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre el grado de acortamiento y las variables de actividad física ( $p=0,055$ ) y horas de sedestación ( $p=0,09$ ).

**Conclusiones:** El estiramiento mediante EME logra un aumento inmediato de la extensibilidad de la musculatura isquiotibial mayor que en el estiramiento mediante FNP.

**Palabras clave:** estiramiento muscular; FNP; elongación muscular eléctrica; acortamiento isquiotibial.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El acortamiento de los músculos isquiotibiales es un trastorno musculoesquelético muy frecuente, de etiología desconocida, que se caracteriza por la falta de flexibilidad en dicha musculatura (1).

La flexibilidad muscular según Zachezeweski (2) se define como la "capacidad de un músculo para elongarse, permitiendo a una articulación (o varias articulaciones en serie) moverse a través de un rango de movimiento óptimo". La pérdida de ésta es definida por Bandy et al. (3) como la "disminución en la capacidad de un músculo para deformarse, resultando con ello una reducción del rango de movimiento (RDM) en una articulación o un grupo de articulaciones".

La *flexibilidad* es una de las cualidades físicas fundamentales que hay que trabajar y conservar para mantener una buena condición física (4). Hasta hace relativamente poco tiempo, no se le daba especial importancia pero actualmente, es muy común el trabajo de esta cualidad dentro de los programas de entrenamiento deportivos y de rehabilitación ya que reducen la incidencia de las lesiones musculares y tendinosas, minimizando y aliviando los dolores musculares y permitiendo un mayor desarrollo físico de la musculatura (4-6).

Los músculos isquiotibiales son músculos biarticulares y tónicos que están relacionados con el mantenimiento de la postura del cuerpo. Debido a sus características fisiológicas y a la constante tensión a la que están sometidos, tienen tendencia a la rigidez y a la retracción, aspecto que se acentúa según el estilo de vida de cada individuo (1).

La pérdida de flexibilidad de estos músculos aumenta el riesgo de padecer lesiones musculares y repercute no sólo en la articulación de la cadera y la rodilla, sino que también lo hace a nivel del tronco, modificando la postura, el funcionamiento de la columna vertebral y de la marcha (7).

A nivel del tronco, provoca una alteración en el ritmo lumbo-pélvico ya que la pelvis es llevada a retroversión, se atenúa o invierte la lordosis lumbar y provoca una disminución del rango de movilidad de la flexión de la articulación coxofemoral y puede provocar lumbalgia (8,9). La atenuación o

inversión de la lordosis lumbar fisiológica lleva invariablemente al cambio biomecánico en la distribución de presiones y la consiguiente afección vertebral en forma de acuñamiento anterior del cuerpo de la vértebra, un aumento de la curvatura dorsal y una posible afección de los discos intervertebrales (10) ocasionando hernias discales (11), espondilosis o espondilolistesis (12). La aparición de tendinopatía rotuliana y dolor femoropatelar (6), también se relaciona con el acortamiento isquiotibial

El acortamiento de la musculatura isquiotibial afecta a una población variada. La frecuencia de esta afectación puede estar relacionada con numerosas variables como la edad, el sexo, el nivel de actividad física, las horas de sedestación al día, el estado muscular y de otros tejidos conjuntivos, los límites de normalidad establecidos y el método diagnóstico (13,14).

La mayoría de estudios se dirigen a los problemas que causa en la niñez (15) pero los valores normales y patológicos de los músculos isquiotibiales no están bien estudiados en la edad adulta (6).

### 1.1 ETIOLOGÍA

Sjolie además de otros autores (13,14) atribuyen el acortamiento isquiotibial a una mezcla de factores genéticos, escasa actividad física y sedestación prolongada. También se asocia con la práctica deportiva, debido a la función habitual de los isquiotibiales en los deportes de carrera corta y en los que favorecen la semiflexión de las rodillas, como el esquí, el patinaje, el futbol, el rugby, el baloncesto, el tenis, el judo y voleibol (1,15).

#### **Posibles factores de riesgo asociados al acortamiento isquiotibial**

- Genética
- Edad
- Sexo masculino
- Sedestación prolongada
- Escasa actividad física
- Práctica de deportes que favorecen la semiflexión de rodillas

**Tabla 1-** Posibles factores de riesgo asociados al acortamiento muscular

## **1.2 TRATAMIENTO**

Los estiramientos musculares son considerados una de las técnicas de elección en el tratamiento del acortamiento muscular con el propósito principal de mejorar la amplitud del movimiento en las estructuras limitadas (16). La literatura científica frecuentemente habla de 3 tipos de estiramientos: estáticos, dinámicos y de Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (17) [*Tabla 2*].

Diversos estudios informan de numerosos beneficios del estiramiento en relación con el mantenimiento de la flexibilidad: a) aumento del rango de movimiento tanto en sujetos sanos como lesionados (18); b) disminución del dolor (9); c) aumento de la tolerancia al estiramiento(19); d) aumento del rendimiento deportivo, sobre todo en deportes que soliciten rangos de movimiento elevados (gimnasia, artes marciales)(20); e) reducción del riesgo de lesiones (17); f) colaboración en la vuelta a la calma y en la recuperación del organismo tras realizar un esfuerzo intenso y mejoría en la coordinación (20).

En el campo de la fisioterapia, los estiramientos son cada día más utilizados en los protocolos de tratamiento de distintas patologías como elemento correctivo y compensador de las disfunciones y alteraciones posturales.

Dentro de estas técnicas se encuentran los estiramientos mediante Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (FNP) que se posicionan como una de las técnicas más efectivas para aumentar la flexibilidad (20). Es por esta razón por la que se incluye esta técnica en este estudio.

<b>ESTIRAMIENTOS ESTÁTICOS (20)</b>	Llegar al límite de RDM de forma lenta y controlada. Mantener la posición final de estiramiento. Pueden ser <b>pasivos</b> o <b>activos</b> .	Indicados en caso de acortamiento o hipomovilidad estructural de la musculatura
<b>ESTIRAMIENTOS DINÁMICOS (20,21)</b>	<b>ACTIVOS:</b> movimiento controlado y lento en todo el RDM. Posición final se mantiene poco tiempo o no se mantiene.  <b>BALÍSTICOS:</b> Movimiento de rebote y rítmico que usa el momento oscilatorio del segmento corporal para elongar vigorosamente el músculo más allá del RDM.	No recomendado por: -Complejidad técnica -Aumento de riesgo de lesión. -Aparición reflejo miotáctico
<b>ESTIRAMIENTOS MEDIANTE FNP (20,22-24)</b>	<b>CONTRACCIÓN-RELAJACIÓN:</b> contracción isotónica concéntrica del músculo que hay que estirar seguido por una fase de relajación y un estiramiento pasivo.  <b>SOSTÉN-RELAJACIÓN:</b> contracción isométrica del músculo que hay que estirar seguida de una fase de relajación y un estiramiento pasivo.  <b>CONTRACT-RELAX ANTAGONIST CONTRACT (CRAC):</b> es igual que CR pero la última fase del estiramiento es activa por contracción del antagonista en vez de pasiva.	-La inhibición autógena y la inhibición recíproca han sido aceptadas como la explicación neurofisiológica para las ganancias superiores de movilidad respecto a otras técnicas. -Aumentan la tolerancia al estiramiento.

**Tabla 2 Tipos de estiramientos**

### ***El estiramiento mediante Facilitación Neuromuscular***

**Propioceptiva (FNP)** es el tipo de estiramiento de contracción previa más utilizado. Es un método mundialmente conocido creado entre 1946 y 1950 por Herman Kabat e introducido por Knott y Voss en 1968 tanto en el ámbito deportivo como en el terapéutico. Este método proviene del ámbito de la rehabilitación y está destinado a promover o acelerar la respuesta del mecanismo neuromuscular por medio de la estimulación de los propioceptores. La principal característica es el uso de la contracción muscular para conseguir un efecto inhibitorio sobre el tono muscular que se encuentra aumentado (25).

A pesar de la gran cantidad de tipos de técnicas diferentes, el interés generado por la técnica de estiramiento muscular ha conllevado en los últimos años a la aparición de nuevos métodos de trabajo como la **Elongación Muscular Eléctrica (EME)**, cuyo objetivo es mejorar la extensibilidad de la musculatura acortada de manera rápida y eficaz mediante un tipo de corriente específica y con una frecuencia y dosis determinada (26).

La elongación muscular por medio de corrientes tipo TENS, con impulso rectangular bifásico simétrico (NMES, estimulación eléctrica neuromuscular), es un procedimiento de fisioterapia muy extendido en los últimos años pero muy poco conocido. Tras hacer una revisión de la literatura científica tan sólo encontramos 7 artículos que hablen sobre esta técnica (15,26-31). Este procedimiento cuenta con una gran cantidad de argumentos a su favor, sobre todo cuando lo que se pretende es obtener resultados a corto plazo. Por estas razones, he decidido analizar la efectividad inmediata de esta técnica en sujetos con acortamiento de la musculatura isquiotibial.

La EME ofrece una serie de ventajas sobre los métodos convencionales utilizados en el ámbito deportivo o de fisioterapia. La fundamentación científica de este método de trabajo se basa en la arquitectura y comportamiento del tejido conjuntivo y en la neurofisiología. La práctica clínica, por otro lado, ha demostrado que este método posee una eficacia extraordinaria (32).

Entre las ventajas que presenta este tipo de estiramiento se encuentran:

- La contracción del músculo produce calor en el interior de éste. De esta forma, durante la elongación se produce un efecto positivo en la matriz del colágeno, disminuye la viscosidad y el músculo se vuelve más flexible (32).
- La contracción eléctrica provocada sobre el músculo puede ser mucho más fuerte que la fuerza producida voluntariamente. Por lo tanto, la tensión suplementaria es causada por un aumento en las unidades motoras que oscila entre el 20 y el 60% de reclutamiento añadido (32).
- El efecto producido en las capas más profundas del tejido conjuntivo es considerablemente mayor que el producido con técnicas de elongación tradicionales. La contracción inducida eléctricamente produce tensión en todas las direcciones y en la totalidad del tejido conjuntivo muscular (32).
- Durante el procedimiento de elongación, la corriente eléctrica restringe la transmisión nociceptiva, y es probable que este efecto ocurra incluso en el asta dorsal de la médula espinal. Así pues, la elongación se produce de manera muy suave y el tono muscular no se incrementa como reacción defensiva al dolor causado por la elongación. Este hecho conlleva a su vez un riesgo ya que al reducirse el control propioceptivo sobre la elongación, ésta puede resultar excesiva (32).
- La corriente eléctrica influye sobre el sistema nervioso autónomo. Con otras técnicas de estiramiento, se produce un incremento en la actividad vegetativa a través de la transmisión nociceptiva, lo cual tiene como consecuencia una vasoconstricción relativa. Por el contrario, con el empleo del procedimiento de NMES estos fenómenos no surgen (32).
- El tipo de corrientes empleada estimula específicamente las motoneuronas y producen contracciones de forma segura y son bien toleradas por el paciente. Además el valor galvánico es cero; en consecuencia no provocan cauterización sobre la piel, lo que evita el aumento de la aferencia nociceptiva después del tratamiento (32).

### **1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

Debido al amplio campo de actuación de los estiramientos, a la alta incidencia y a las repercusiones que puede llevar un acortamiento de la musculatura isquiotibial en sujetos jóvenes, existen gran cantidad de técnicas que están en constante evolución gracias a las múltiples investigaciones realizadas que tratan de mejorar la metodología para una mayor efectividad tanto a corto como a largo plazo.

Teniendo en cuenta la necesidad que existe en el conocimiento de la novedosa técnica de Elongación Muscular Eléctrica y los limitados estudios científicos existentes, nos planteamos como objetivo principal de este estudio conocer el efecto inmediato que tiene la Elongación Muscular Eléctrica con corrientes tipo TENS sobre la amplitud articular en sujetos jóvenes con acortamiento isquiotibial y comparar su eficacia con otra técnica más estudiada como es el estiramiento mediante FNP.

## **2. HIPÓTESIS**

El estiramiento de los músculos isquiotibiales mediante Elongación Muscular Eléctrica (EME) produce una ganancia inmediata de amplitud articular mayor que con una técnica de Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (FNP) en sujetos jóvenes con acortamiento de la musculatura isquiotibial.

## **3. OBJETIVOS**

El objetivo principal de este estudio será:

- Analizar y comparar la efectividad inmediata en la ganancia de amplitud articular a través de la Elongación Muscular Eléctrica frente a los estiramientos mediante FNP en sujetos jóvenes con acortamiento de la musculatura isquiotibial.

Los objetivos secundarios de este estudio serán:

- Comprobar si existe relación entre el sexo del sujeto y el grado de acortamiento muscular.
- Comprobar si existe relación entre la actividad física que realiza el sujeto y el grado de acortamiento.
- Comprobar si existe relación entre las horas de sedestación que pasa el sujeto al día y el grado de acortamiento.

## **4. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **4.1 MATERIAL**

- Ordenador portátil Asus® VivoBook S300CA
- Camilla de altura regulable
- 2 cinchas
- Inclinómetro Suunto®
- Aparato digital EMS/TENS modelo SEM 44 de Vitalcontrol®.
- Electrodos SANITAS® desechables auto-adhesivos de 50 x 100 mm
- 2 plicas con cinta adhesiva

### **4.2 DISEÑO Y POBLACIÓN DEL ESTUDIO**

Se realizó un estudio experimental longitudinal y prospectivo, en concreto un Ensayo Clínico Aleatorizado y controlado a simple ciego con 2 grupos paralelos.

#### ***4.2.1 Emplazamiento***

Se propuso la participación voluntaria de sujetos con edades comprendidas entre 18 y 26 años tras haber leído la hoja de información proporcionada [ANEXO I] y haber firmado el consentimiento informado [ANEXO II]. La recogida de datos necesarios para la realización del estudio se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Zaragoza y en el Colegio Mayor Universitario Santa Isabel entre marzo y mayo de 2016.

#### ***4.2.2 Criterios de exclusión:***

Se excluyeron aquellos sujetos que habían padecido alguna alteración musculoesquelética en miembros inferiores en el último año, aquellos que estaban tomando medicamentos que indujeran la relajación o contracción muscular, aquellos que realizaran un programa de estiramientos en isquiotibiales de forma organizada, aquellos que padecían de dolor lumbar agudo, aquellos que padecían alguna afección reumática en fase aguda, aquellas que estuvieran embarazadas o tuvieran posibilidades de estarlo,

aquellos que llevaran marcapasos u otro tipo de implante eléctrico o metálico, aquellos que padecieran diabetes, epilepsia o algún tipo de cáncer.

#### ***4.2.3 Criterios de inclusión:***

Se incluyeron en el estudio los sujetos con edades comprendidas entre 18 y 26 años, que presentaban acortamiento isquiotibial ( $20^{\circ}$  ó más de falta de extensión de rodilla medida a través del test AKE).

#### ***4.2.4 Aleatorización:***

A los pacientes se les asignó un grupo de tratamiento de forma aleatoria equilibrada. Se realizaron 30 fichas con la letra A (que pertenecían al tratamiento con EME) y 30 fichas con la letra B (que pertenecían al tratamiento con FNP). El sujeto que cumplía los criterios de inclusión cogía una ficha a ciegas y se le realizaba dicho tratamiento. Tras la elección de la ficha, ésta se desechaba.

#### ***4.2.5 Enmascaramiento:***

El investigador que medía la amplitud pre-test y post-test no estaba presente en el momento de la intervención por lo tanto no sabía a qué grupo de intervención pertenecía el sujeto. El investigador que realizaba la intervención no estaba presente en el momento de las mediciones.

### **4.3 MÉTODOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN**

#### ***4.3.1 Test AKE***

Para llevar a cabo la valoración pre-test y post-test, se empleó el ***Test del Ángulo poplíteo (TAP)/ Active Knee Extension Test (AKE)*** [Figura 1], test de referencia para medir la flexibilidad de los músculos isquiotibiales utilizada por varios autores (33–36). La fiabilidad intra-examinador para el test de extensión activa de rodilla (AKE) es alta, con valores de ICC entre 0,78 y 0,97 (37).

El paciente se coloca en decúbito supino con una cincha fijando la pelvis a la altura de las espinas iliacas antero-superiores y la otra en la zona media del muslo en el que no se va a intervenir. Se le dispone al paciente una flexión de  $90^{\circ}$  de cadera y rodilla y el tobillo y el pie se colocan en posición neutra

para no poner a tensión al nervio ciático. El muslo del sujeto contacta con la cinta adhesiva colocada entre las dos plicas para dar a los sujetos información visual y táctil y a partir de esa posición se le pide al sujeto: "mientras su muslo está en contacto con la cinta, intente extender lentamente la rodilla hasta que notes sensación de tirantez". En ese instante, el investigador mide con un *inclinómetro* el RDM colocándolo en la mitad de la cresta tibial. Se realizará el procedimiento 3 veces sin calentamiento previo dejando entre una y otra 10 segundos de descanso. El resultado fue medido conforme al método de Norkin and White (38) considerando 0º la extensión completa de rodilla.



**Figura 1** Realización test AKE

Los valores de movilidad de la musculatura isquiosural en sujetos sanos oscilan entre 28º y 38º de flexión de rodilla (13). Frecuentemente se establecen 20º de flexión como el RDM a partir del cual se considera que la musculatura isquiotibial está acortada (5,13).

#### **4.3.2 Cuestionario IPAQ**

El nivel de actividad física y el tiempo de sedestación se recogieron mediante la **versión corta en formato auto-administrado del Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ)**(39). [ANEXO III y IV]

La versión corta del IPAQ está diseñada para ser utilizada en pacientes de 15 a 69 años, se compone de 9 ítems y proporciona información sobre el tiempo

empleado en los últimos 7 días en caminar, en realizar actividades de intensidad moderada y vigorosa y en actividades sedentarias.

Este cuestionario evalúa tres características específicas de actividad: intensidad (leve, moderada o vigorosa), frecuencia (medida en días por semana) y duración (tiempo por día). La actividad de intensidad moderada se considera como aquella que produce un incremento moderado en la respiración, frecuencia cardíaca y sudoración por lo menos durante 10 min continuos y, la actividad vigorosa, como la que produce un incremento mayor de las mismas variables, durante 10 min o más. En el anexo se puede ver el protocolo de corrección del cuestionario.

#### 4.4 INTERVENCIONES

##### 4.4.1 Grupo de intervención: Elongación muscular eléctrica (EME):

El aparato de electroestimulación utilizado fue el modelo SEM 44 Vitalcontrol® con corrientes de impulso rectangular bifásico simétrico (NMES, estimulación eléctrica neuromuscular). En nuestro caso se siguieron las recomendaciones de Maya et al. (32) en cuanto a la aplicación de la técnica y los parámetros utilizados. Los electrodos se colocaron de forma longitudinal al vientre muscular, un electrodo de 50x100 mm en el tercio proximal de los isquiotibiales y otro de las mismas dimensiones en el tercio medio-distal del semitendinoso y semimembranoso. El equipo utilizado nos permitía personalizar los parámetros así que se seleccionó una duración de fase de impulso de 300 $\mu$ s y una frecuencia de 80 Hz.

*Descripción de la técnica [Figura 2]:* Se comienza aplicando la corriente, durante unos instantes, a una intensidad sólo perceptible, para que el sujeto pueda familiarizarse con la sensación de ésta. El estiramiento se realiza en decúbito supino, con el miembro inferior que debe estirarse con la cadera flexionada, la rodilla extendida y la pierna sobre el hombro del investigador que ejecuta la técnica. El músculo es elongado hasta que aparece una sensación de tope elástico (barrera motriz). A continuación, se aumenta la intensidad hasta que se produzca una contracción del músculo clara y tolerada (de forma involuntaria). El investigador resiste esa contracción de forma que no se produzca movimiento (contracción isométrica). Una vez que ha desaparecido la contracción parcialmente, como

consecuencia de la adaptación de la corriente, se elonga de nuevo buscando una nueva barrera motriz. A continuación se pregunta al paciente si nota una sensación de estiramiento o de corriente eléctrica.

Si es sensación de estiramiento, se aumenta la intensidad de la corriente hasta que la sensación de estiramiento desaparezca y si es de corriente se elonga un poco más el músculo.

La duración del procedimiento se determina cuando se sigue notando sensación de estiramiento a pesar de haber aumentado la intensidad de corriente. La técnica no sobrepasó los 60 segundos de duración.



**Figura 2** Técnica de Elongación Muscular Eléctrica

#### **4.4.2 Grupo control: Estiramiento mediante FNP (Hold-relax)**

Se realizó una sesión de FNP mediante la siguiente metodología de sostén-relajación [Figura 3]:

- 1) Puesta en tensión: flexión pasiva de cadera con la rodilla flexionada hasta que el investigador nota la primera resistencia muscular. Se coloca la pierna del sujeto en el hombro del investigador y éste realiza una extensión de rodilla pasivamente hasta que note sensación de estiramiento. El individuo debe tener el pie en flexión plantar para evitar el estiramiento neural.
- 2) Se pide al sujeto que haga una contracción activa de los isquiotibiales durante 5 s en una acción isométrica de baja intensidad (20% FM de flexión de rodilla) a través del comando: "intenta doblar la rodilla haciendo fuerza sobre mi hombro"

3) Relajación postisométrica de los isquiotibiales de unos 3 segundos seguida de un aumento del RDM hasta nuevo síntoma o signo de tensión muscular. Se mantiene esta posición 30 segundos.

Esta secuencia fue repetida 3 veces con intervalos de descanso de 15 s entre ellas.



**Figura 3** Técnica de FNP

#### **4.5 DEFINICIONES Y MÉTODOS DE MEDIDA DE LAS VARIABLES**

##### ***4.5.1 Variables principales:***

- PRE-AKE (Grados medidos antes de la intervención)
- POST-AKE (Grados medidos después de la intervención)
- GANANCIA (Grados de ganancia de rango de movimiento= PREAKE – POSTAKE)

Los ángulos de falta de extensión de rodilla medidos antes y después de la intervención son calculados como la media de las 3 mediciones recogidas a través del test AKE.

##### ***4.5.2 Variables secundarias:***

Edad, Grupo de intervención (EME/FNP), Sexo (F/M), Pierna Dominante (I/D), Altura (m), Peso (Kg), IMC (Kg/m<sup>2</sup>), tiempo de sedestación al día (horas) y nivel de actividad física (bajo/moderado/alto).

#### **4.6 MÉTODOS ESTADÍSTICOS**

El procesamiento y análisis de los datos se realizó mediante el programa estadístico SPSS® versión 19. El nivel de significación utilizado en todo el estudio fue  $\alpha=0.05$ .

Las variables cuantitativas se describieron mediante la media, desviación típica, mínimos y máximos. Las variables cualitativas se describieron con frecuencia y porcentajes.

De forma previa a la aplicación de las pruebas de hipótesis se comprobó la normalidad de las variables con la prueba de Kolmogorov-Smirnov ( $n \geq 30$ ) y los supuestos de aplicación de cada una de las pruebas utilizadas.

Para estudiar la relación entre variables cuantitativas y cualitativas se utilizó la t de Student (T-Test) y el análisis de la variancia ANOVA (para datos independientes) con la corrección de Bonferroni o de Games-Howell según el cumplimiento de la homogeneidad de variancias (Prueba de Levene).

#### **4.7 CONSIDERACIONES ÉTICAS**

Inicialmente, se les explicó a los participantes del estudio el propósito del mismo, indicándoles su finalidad como trabajo Fin de Grado de Fisioterapia y entregándoles una hoja de información sobre el estudio [ANEXO]. Los sujetos accedieron a formar parte del estudio de manera voluntaria, firmando para ello un consentimiento informado.

Los sujetos aceptaron la posibilidad de una posterior difusión de los datos del estudio, el cual es original y no contiene material inédito de otros autores, habiendo sido diseñado y desarrollado cumpliendo los principios éticos de la Declaración de Helsinki para estudios de Salud.

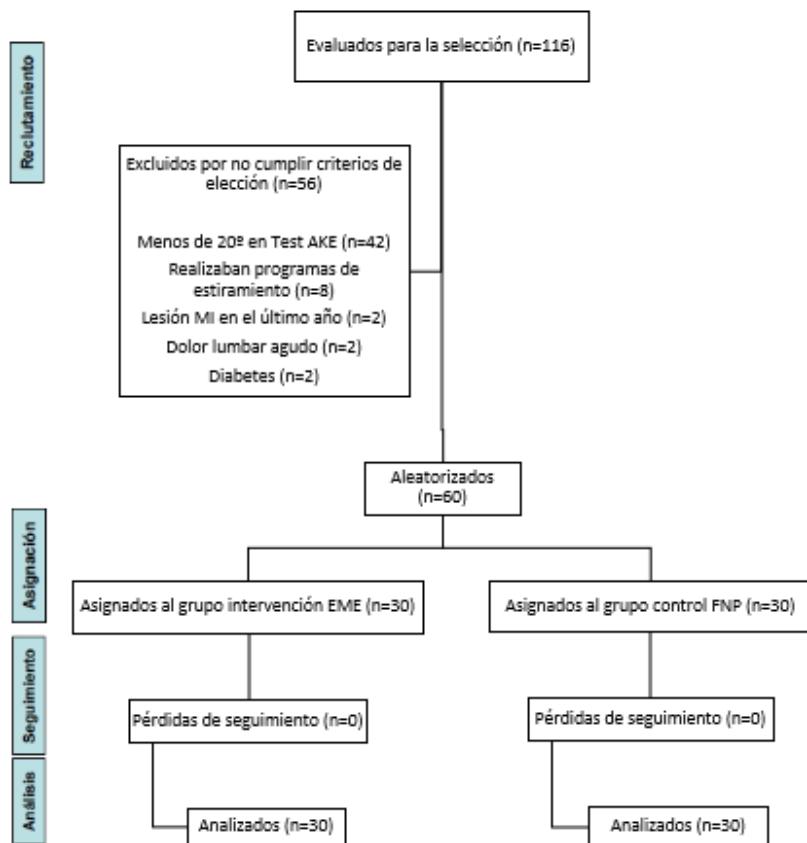
## 5. RESULTADOS

### 5.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO

#### 5.1.1 Características de la población de estudio

Se evaluaron a 116 sujetos y tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se obtuvo una muestra final de 60 sujetos que fueron distribuidos aleatoriamente y de forma equilibrada en dos grupos: grupo intervención EME ( $n=30$ ) y grupo control FNP ( $n=30$ ). No hubo pérdidas de seguimiento y finalmente se analizaron a los 60 sujetos que fueron aleatorizados.

El número de participantes inicialmente reclutados y las razones de exclusión se pueden observar en la *figura 1*. Las principales razones de exclusión fueron: no tener el suficiente grado de acortamiento (menos de 20º en el test AKE), realizar programas de estiramientos habitualmente, haber tenido alguna lesión en el último año, padecer dolor lumbar agudo y padecer diabetes.



**Figura 4** Diagrama de flujo de Ensayo Clínico Aleatorizado: reclutamiento, asignación, seguimiento y análisis

### 5.2.2 Características demográficas

Se realizaron estadísticos descriptivos para las variables cuantitativas [Tabla 3] y cualitativas [Tabla 4] por separado comparando los 2 grupos de intervención.

	EME				FNP				p
	Media	DE	Min	Max	Media	DE	Min	Max	
<b>Edad</b>	21,17	1,93	18	26	21,53	2,34	18	26	0,51
<b>Altura</b>	1,69	0,07	1,58	1,89	1,73	0,08	1,6	1,93	0,10
<b>Peso</b>	65	9,5	50	89	66	12,38	48	90	0,72
<b>IMC</b>	22,58	2,54	17,99	29,4	21,95	2,66	17,57	29,05	0,35
<b>Horas sedestación</b>	5,97	2,44	2	12	5,57	2,57	2	12	0,53
<b>Pre-AKE</b>	35,74	9,62	20,33	60,67	36,65	6,69	22,67	50,67	0,67
<b>Post-AKE</b>	24,7	9,99	10	48	28,5	7,75	10,67	40	0,10
<b>Ganancia</b>	11,04	3,89	2,33	21	8,15	5,04	0	20,33	0,01

*Tabla 3 Estadísticos descriptivos de las variables cuantitativas del estudio por grupo de intervención*

		EME		FNP		TOTAL	
		n	%	n	%	n Total	%Total
<b>Sexo</b>	<i>Masculino</i>	16	47,1%	18	52,9%	34	100%
	<i>Femenino</i>	14	53,8%	12	46,2%	26	100%
<b>Pierna dominante</b>	<i>Derecha</i>	28	51,9%	26	48,1%	54	100%
	<i>Izquierda</i>	2	33,3%	4	66,7%	6	100%
<b>Actividad física</b>	<i>Baja</i>	3	50%	3	50%	6	100%
	<i>Moderada</i>	16	50,0%	16	50%	32	100%
	<i>Alta</i>	11	50,0%	11	50%	22	100%
<b>IMC (OMS)</b>	<i>Infrapeso</i>	1	50%	1	50%	2	100%
	<i>Normopeso</i>	24	50%	24	50%	48	100%
	<i>Sobrepeso</i>	5	50%	5	50%	10	100%

*Tabla 4 Estadísticos descriptivos de las variables cualitativas del estudio por grupos de intervención*

Al comparar las variables relativas a los datos demográficos (edad, altura, peso e IMC) entre el grupo control y el grupo intervención se ha mostrado que ninguna de las variables recogida en este apartado mostraba diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ( $p>0,05$ ). Por lo tanto, se puede considerar que ambos grupos eran homogéneos en cuanto a dichas variables. [Tabla 3]

La *edad* media fue similar en ambos grupos:  $21,17 \pm 1,93$  en el grupo EME y  $21,53 \pm 2,34$  en el grupo FNP. La *altura* media en ambos grupos también fue similar siendo levemente superior en el grupo FNP (1,73m) que en el grupo EME (1,69m). Respecto al *peso* también es similar,  $65\text{Kg} \pm 9,5$  en el grupo EME y  $66\text{Kg} \pm 12,38$ . El valor medio del *IMC* fue  $22,58\text{Kg/m}^2 \pm 2,54$  en el grupo EME y  $21,95\text{Kg/m}^2 \pm 2,66$ .

En cuanto la distribución del *sexo* se puede observar que en el grupo EME el 53,3% (n=16) fueron hombres y el 46,7% (n=14) fueron mujeres. En el grupo FNP el 60% (n=18) fueron hombres y el 40% (n=12) fueron mujeres.

Si se tiene en cuenta la *clasificación de la OMS según el IMC*, se observa que el 80% (n=48) de la muestra se encuentran en situación de normopeso, encontrando sólo 2 sujetos que se encuentra en situación de infrapeso y 10 sujetos en situación de sobrepeso.

Si se considera la clasificación del test IPAQ que determina el *nivel de actividad física*, se puede observar que el 53,3% de los sujetos realizaban actividad física moderada, el 36,7% realizaban actividad física intensa y el 10% realizaban actividad física baja.

Si se observa la *pierna dominante* de los sujetos podemos ver que el 90% de los sujetos son diestros (n=54) y el 10% (n=10) son zurdos.

## 5.2 ANÁLISIS COMPARATIVO

De forma previa a la aplicación de las pruebas de hipótesis se comprobó la ley de normalidad de las variables con la prueba de Kolmogorov-Smirnov [Tabla 5] y se pudo observar que todas ellas presentaban una distribución normal ( $p>0,05$ ).

N	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra					Z de Kolmogorov-Smirnov	Sig. asintót. (bilateral)		
	Parámetros normales <sup>a,b</sup>		Diferencias más extremas						
	Media	DT	Absoluta	Positiva	Negativa				
<b>EDAD</b>	60	21,35	2,14	,131	,131	-,069	,1,011 ,258		
<b>ALTURA</b>	60	1,71	0,08	,123	,123	-,055	,955 ,322		
<b>PESO</b>	60	65,50	10,95	,109	,109	-,059	,844 ,475		
<b>IMC</b>	60	22,27	2,60	,093	,093	-,062	,721 ,676		
<b>SEDESTACIÓN</b>	60	5,77	2,49	,146	,146	-,100	,1,131 ,155		
<b>PRE-AKE</b>	60	36,20	8,23	,118	,110	-,118	,913 ,375		
<b>POST-AKE</b>	60	26,60	9,07	,092	,076	-,092	,716 ,684		
<b>GANANCIA</b>	60	9,60	4,70	,083	,068	-,083	,639 ,809		

**Tabla 5** Prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov para una muestra

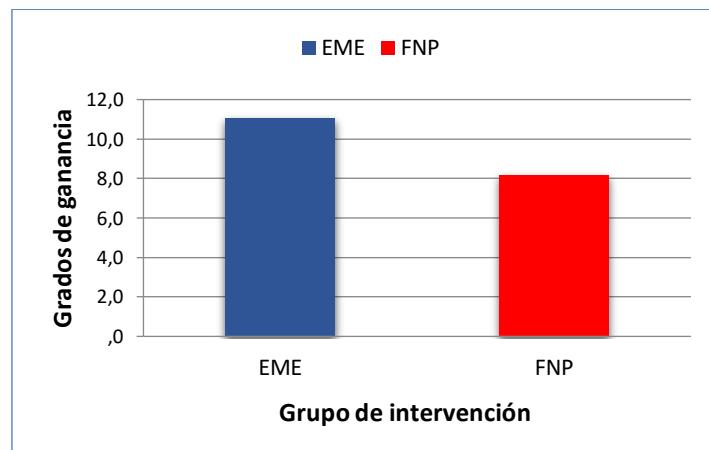
### 5.2.1 Análisis comparativo de ganancia por grupo de intervención

Se puede observar que en el grupo control (FNP) se produjo una ganancia media de  $8,15^{\circ}\pm5,04$  mientras que en el grupo intervención (EME) fue de  $11,04^{\circ}\pm3,88$  [Tabla 6].

Tras hacer la prueba T de Student [Tabla 7] se vio que en ambos grupos de intervención hubo una ganancia del rango de movimiento tras el tratamiento siendo estadísticamente significativo superior ( $p=0,016$ ) en el grupo de intervención (EME).

Grupo	N	Media	DE	Min	Max
EME	30	11,0444	3,88802	2,33	21
FNP	30	8,1556	5,04519	0	20,33

**Tabla 6** Estadísticos descriptivos de la ganancia en ambos grupos de intervención



**Figura 5** Gráfico de líneas de la ganancia media por grupo de intervención

Prueba T de muestras independientes									
	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas				Prueba T para la igualdad de medias				
	F	Sig.	T	GI	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
Ganancia	2,540	,116	2,484	58	,016	2,88889	1,16291	,56108	5,21670
			2,484	54,464	,016	2,88889	1,16291	,55785	5,21992

**Tabla 7** Prueba T para muestras independientes de la variable Ganancia

### 5.2.2 Análisis comparativo de grados PRE Y POST

Las medidas PRE-intervención no mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,672$ ) entre el grupo EME y el grupo FNP por lo que al inicio de la investigación los grupos eran comparables y homogéneos respecto a la medida PRE. Las medidas POST-intervención tampoco mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,105$ ). [Tabla 8]

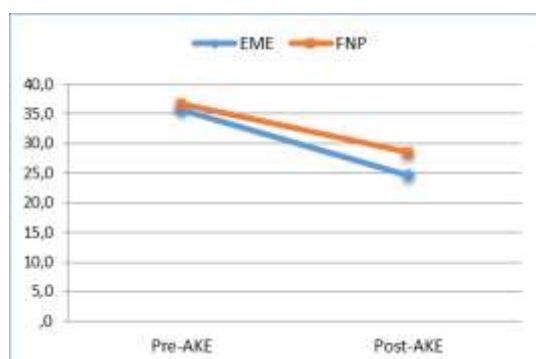
Prueba T de muestras independientes									
	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas			Prueba T para la igualdad de medias					
	F	Sig.	T	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
<b>PRE</b>	2,834	,098	-,426	58	,672	-,91111	2,13905	-5,1928	3,37066
			-,426	51,720	,672	-,91111	2,13905	-5,2039	3,38175
<b>POST</b>	1,504	,225	-1,64	58	,105	-3,8000	2,30885	-8,4216	,82167
			-1,64	54,621	,105	-3,8000	2,30885	-8,4277	,82777

**Tabla 8** Prueba T de muestras independientes para variables PRE y POST

Los grados de falta de extensión de rodilla medidas PRE-intervención son  $35,74^{\circ} \pm 9,62$  en el grupo EME y  $36,66^{\circ} \pm 6,69$  en el grupo FNP. Los grados medidas POST-intervención son  $24,7 \pm 9,99$  en el grupo EME y  $28,5 \pm 7,75$  en el grupo FNP [Tabla 9].

	Grupo	Media	DE
<b>PRE-TEST</b>	<b>EME</b>	35,74	9,62
	<b>FNP</b>	36,66	6,69
<b>POST-TEST</b>	<b>EME</b>	24,70	9,99
	<b>FNP</b>	28,50	7,75

**Tabla 9** Estadísticos descriptivos de las medidas PRE y POST por grupo de intervención



**Figura 6** Gráfico de líneas de comparación de las medidas PRE Y POST por grupo de intervención

Para estudiar conjuntamente las diferencias entre los grupos de intervención y entre las medidas pre y post realizamos una comparación de medias de datos emparejados.

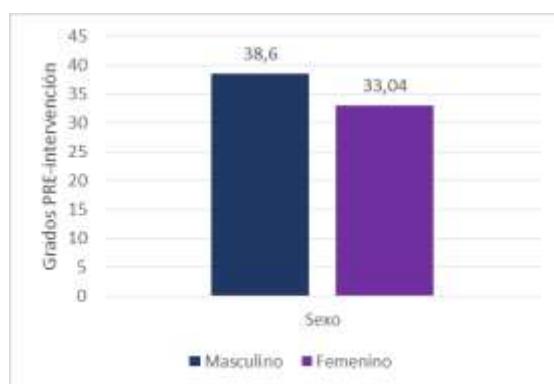
Los grados de falta de extensión de rodilla medidos antes de la intervención (PRE) son significativamente superiores ( $p<0,0001$ ) a los medidos después (POST) tanto en el grupo EME como en el grupo FNP [Tabla 10].

Comparacion de medias en datos emparejados							
Grupo			Diferencia de medias (Pre-Post)	Error típ.	Sig. <sup>a</sup>	Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia <sup>a</sup>	
						Límite inferior	Límite superior
EME	PRE	POST	11,044*	,822	,000	9,398	12,690
FNP	PRE	POST	8,156*	,822	,000	6,510	9,802

**Tabla 10** Comparación de medias en datos PRE-POST por grupo de intervención

### 5.2.3 Análisis comparativo del grado de acortamiento por sexo

Se realiza una comparación de medias entre el grado de acortamiento antes de la intervención por grupo de sexo y se puede observar que los hombres presentan un mayor grado de acortamiento que las mujeres ( $p=0,008$ ) [Tabla 12]. Mientras los hombres presentan  $38,6^{\circ}\pm6,7$  de acortamiento de media, las mujeres presentan  $33,04^{\circ}\pm9,06$ . [Tabla 11] [Figura 4]



**Figura 7** Diagrama de barras de la media de los grados medidos PRE- intervención por sexo

**Tabla 11** Estadísticos descriptivos de los grados PRE-intervención por sexo

Sexo	Media	DE
MASCULINO	38,6078	6,70367
FEMENINO	33,0413	9,06701

Comparacion de medias de medida Pre-intervención por grupo de sexo						
	(I)Sexo	(J)Sexo	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig. <sup>a</sup>	Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia <sup>a</sup>
						Límite inferior Límite superior
<b>Pre-test</b>	Masculino	Femenino	5,557*	2,035	,008	1,483 9,630
	Femenino	Masculino	-5,557*	2,035	,008	-9,630 -1,483

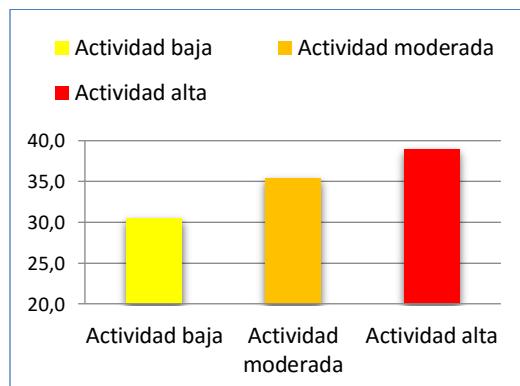
**Tabla 12** Comparación de medias de medida PRE-intervención por grupo de Sexo

#### 5.2.4 Análisis comparativo de la actividad física con el grado de acortamiento

En nuestra muestra se pudo observar que aquellos que realizaban actividad baja tenían un grado de acortamiento de  $30,50 \pm 7,7$ , aquellos que realizaban actividad moderada tenían  $35,36 \pm 8,29$  y los que realizaban actividad intensa  $38,97 \pm 7,5$  [Tabla 13].

	N	Media	DE	Min	Max
<b>Act.baja</b>	6	30,55	7,7	20,33	39,67
<b>Act.media</b>	32	35,36	8,29	21	60,67
<b>Act.intensa</b>	22	38,97	7,5	22,33	51,33

**Tabla 13** Estadísticos descriptivos de los grados PRE intervención respecto a la actividad física



**Figura 8** Gráfico de líneas de la media de los grados de acortamiento según la actividad física

Para comprobar si hay relación entre la variable actividad física y los grados de acortamiento iniciales se realiza un análisis de la varianza ANOVA unifactorial para datos independientes.

La variabilidad atribuida a los grupos de actividad física no supera la variabilidad de error o intra-grupo y no se encuentran diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,055$ ), es decir, la variable independiente (actividad física) no es explicativa de la variabilidad de la variable dependiente (grados de acortamiento) [Tabla 14].

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
PRE	Inter-grupos	386,040	2	193,020	3,050	,055
	Intra-grupos	3607,115	57	63,283		
	Total	3993,156	59			

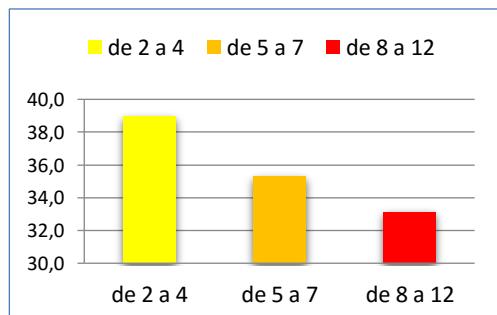
**Tabla 14** ANOVA para actividad física y grados PRE intervención

#### 5.2.5 Análisis comparativo de las horas de sedestación y el grado de acortamiento

Aquellos que pasaban de 2 a 4 horas sentados tenían una medida de Pre-test de  $38,96^{\circ}\pm6,55$ , los que pasaban de 5 a 7 horas tenían  $35,30^{\circ}\pm10,16$  y los que pasaban de 8 a 12 horas presentaban  $33,14^{\circ}\pm5,92$  [Tabla 15].

	N	Media	DE	Min	Max
2-4	23	38,96	6,55	20,33	51,33
5-7	23	35,30	10,16	21	60,67
8-12	14	33,14	5,92	22,33	43,33

**Tabla 15** Estadísticos descriptivos de los grados PRE intervención por grupos de horas de sedestación



**Figura 9** Gráfico de líneas de los grados PRE intervención por grupos de horas de sedestación

Para ver si las horas de sedestación afectaban al grado de acortamiento se dividió la muestra en 3 grupos según el tiempo que pasaban sentados al día y se realizó un análisis de varianzas ANOVA.

La variabilidad atribuida a los grupos de sedestación no supera la variabilidad de error o intra-grupo. El modelo es no significativo ( $p=0,09$ ) [Tabla 16]. La variable “horas de sedestación” no es explicativa de la variabilidad de la variable “Pre-AKE”. Es decir, no existe relación entre sedestación y grados PRE-intervención.

ANOVA					
PRE-AKE	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter-grupos</b>	324,060	2	162,030	2,517	,090
<b>Intra-grupos</b>	3669,096	57	64,370		
<b>Total</b>	3993,156	59			

**Tabla 16** ANOVA de los grados PRE-intervención por grupo de Sedestación

## **6. DISCUSIÓN**

### **6.1 LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

La principal limitación del estudio es que sólo se midió la efectividad inmediatamente después del estiramiento y no se estudió la efectividad de los estiramientos a corto, medio o largo plazo.

Otra de las limitaciones importantes es que no hay un cegamiento total. La misma persona que realizaba el tratamiento era la que realizaba el análisis estadístico y además el individuo sabía a qué grupo de intervención pertenecía. Para otros futuros estudios habría que tener en cuenta este aspecto y realizar un estudio a doble o triple ciego.

Antes de comenzar a hacer el estudio no se realizó el cálculo del tamaño muestral sino que desde un principio se consideró el número de sujetos que iba a tener. Además, al tener acceso sólo a jóvenes de 18 a 26 años los resultados no se pueden extraer a la población general. En futuros estudios se tendría que tener en cuenta este aspecto y estudiar una población con rangos de edades más amplios para ver una posible asociación entre la edad y la flexibilidad en los músculos isquiotibiales.

La versión corta del cuestionario IPAQ utilizado para determinar el nivel de actividad física no nos da información sobre el tipo de actividad física realizado por lo que en estudios posteriores sería recomendable realizar un cuestionario más amplio para poder establecer relaciones entre el tipo de deporte practicado y el grado de acortamiento.

Sólo se midieron los grados de acortamiento con el test AKE lo que nos impide comparar los resultados con otros estudios que utilizan otro tipo de test para medir la extensibilidad isquiotibial como el de "Elevación de la pierna recta (LSR)", "Passive Knee Extension (PKE)", "Toe-touch (TT)" o "Sit and reach".

## **6.2 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y REVISIÓN DE LA LITERATURA CIENTÍFICA**

Son muchos los estudios sobre el acortamiento isquiotibial que revelan un aumento del rango de movimiento tras emplear un tratamiento basado en la realización de estiramientos. Estos estudios comparan los resultados que se obtienen antes y después de la intervención, así como la eficacia de los diferentes tipos de estiramientos como es el estiramiento activo (40), el estiramiento estático pasivo (27,36,41), el estiramiento mediante FNP (23,28,42–44) incluso el estiramiento mediante RPG (42) y Kinesiotaping (45,46).

A pesar de la gran cantidad de literatura científica existente acerca de los estiramientos de los músculos isquiotibiales, apenas se pueden encontrar publicaciones que traten sobre la elongación muscular a través de corriente eléctrica y las existentes no son de buena calidad metodológica.

Tras hacer la búsqueda bibliográfica solo se encontraron 7 artículos que nos hablasen de este tipo de estiramientos y 6 de ellos lo aplican en los músculos isquiotibiales de sujetos con las mismas características que en nuestro estudio, sujetos jóvenes y sanos (15,26–28,30,31,41). Dentro de estos artículos ninguno utilizaba la misma metodología ni de intervención ni de medición de la extensibilidad de los músculos isquiotibiales lo que dificulta la comparación de los resultados encontrados.

En nuestro estudio, para medir la extensibilidad de los isquiotibiales se utilizó un test de recorrido angular ya que éstos poseen una mayor aceptación de validez que los test lineales (34,47).

En nuestro caso, se eligió el test del ángulo poplíteo o AKE, ya que el test SLR presenta un menor índice de fiabilidad y además pone a tensión el nervio ciático y el componente capsulo-ligamentoso de la parte posterior de la rodilla pudiendo causar molestias (34).

En cuanto al tipo de corrientes utilizadas, Espejo-Antúnez et al.(26) utilizaba corrientes interferenciales mientras que en el resto de estudios se utilizaban corrientes tipo TENS con impulso rectangular bifásico simétrico diferenciándose entre ellos en cuanto a los parámetros.

En nuestro estudio, se realizó el estiramiento con corrientes tipo TENS con impulso rectangular bifásico a 80 Hz y 300  $\mu$ s tal y como Albornoz-Cabello y Maya-Martín (32) describen en su publicación.

Ninguno de los artículos encontrados usa estos parámetros exactos pero Pérez-Machado et al. (30) y Hoyo-Lora et al. (28) realizaron el estiramiento con unos parámetros parecidos a los nuestros (40 Hz y 300  $\mu$ s) y Piqueras-Rodriguez et al. (15) realizó el mismo protocolo que nosotros pero con 40 Hz y trenes de impulso de 1 segundo. Además de no coincidir en los parámetros, cada estudio tiene un diseño diferente en cuanto al tiempo de intervención y de seguimiento, encontrando sólo 3 en los que se midiera la efectividad inmediata del tratamiento: Espejo-Antúnez et al.(26) aplica corrientes interferenciales obteniendo una ganancia de 3,33º, Pérez-Machado et al.(30) aplica corrientes tipo TENS a 80 Hz ganando 9,4º y Maciel et al.(41) aplicando corrientes TENS a 100 Hz 40  $\mu$ s gana 6º.

Los efectos inmediatos que se obtuvieron en nuestro estudio fueron mucho mayores que los nombrados en estudios anteriores. El grupo de intervención obtuvo una ganancia media inmediata de 11,04º, llegando a obtener en algún sujeto hasta 21º de ganancia en una sola intervención de apenas 1 minuto de duración. Esto puede deberse a que al utilizar unos parámetros que inducen una contracción muscular producen tensión en todas las direcciones y en la totalidad del tejido conjuntivo y produce calor en el interior de éste favoreciendo la viscosidad de la matriz del colágeno haciendo que el músculo sea más flexible.

En cuanto al estiramiento mediante FNP que se utilizó en el grupo control se obtuvieron también unos resultados estadísticamente significativos con una ganancia media de amplitud de 8,15º.

Resultados muy similares a los obtenidos por Puentedura et al.(23) que tras hacer un protocolo similar al nuestro obtenía una ganancia de 8,9º. En este ensayo la fuerza se aplicaba mediante un sistema de poleas con peso y se hacían 4 repeticiones del estiramiento con una contracción isométrica de 10 segundos y un estiramiento estático de 10 segundos.

En cuanto al tiempo de estiramiento mediante FNP, en nuestro estudio se consideraron 5 segundos de contracción isométrica y 30 segundos de mantenimiento del estiramiento.

Diversos estudios han comparado los efectos de distintas duraciones de estiramiento en el aumento del RDM mostrando resultados contradictorios. Bandy e Iron (5) compararon los efectos de tres duraciones de estiramiento (15, 30 y 60 segundos) observando que las duraciones de 30 y 60 segundos eran más efectivas que las de 15 segundos, pero sin encontrar diferencias entre los 30 y 60 segundos.

Los resultados obtenidos tanto en el grupo de FNP como en el grupo de EME nos permiten orientar nuevas líneas de trabajo hacia la influencia de la duración de la intervención, ya que debido al diseño del presente trabajo no podemos indicar cuál es la más idónea.

La ganancia de RDM a través de los estiramientos se debe a diversos mecanismos neurofisiológicos que siguen siendo estudiados. La inhibición recíproca y la autógena han sido aceptados como explicación de la mayor ganancia de RDM respecto a otro tipo de estiramientos (19). Comúnmente se creía que la contracción isométrica previa del músculo que iba a ser estirado producía una posterior relajación debido a que se producía una activación de los órganos tendinosos de Golgi que a su vez producían una inhibición en las motoneuronas alfa facilitando así la elongación. Pero para los músculos isquiotibiales y el sóleo se ha estudiado que tras su contracción no se produce una relajación significativa pero sí se observa cuando se produce el estiramiento estático (48). Actualmente se ha estudiado con EMG que si se realiza un estiramiento de forma pausada, el reflejo de estiramiento no produce apenas activación muscular.

La falta de evidencia científica que apoye la idea que los órganos tendinosos de Golgi y los husos musculares son capaces de producir una relajación de los músculos estirados mediante FNP nos hace pensar que hay otros mecanismos implicados en la ganancia de rango de movimiento (19). En algunos estudios se atribuye la ganancia de RDM a los cambios en las propiedades viscolásticas del músculo (5) pero otros defienden que la ganancia se atribuye más a un aumento de la tolerancia al estiramiento aunque esta propiedad no está estudiada en estiramientos mediante FNP (19).

Por último, tengo que destacar que sería importante una unificación de la nomenclatura de los diferentes tipos de estiramientos mediante FNP ya que es bastante confusa y dificulta la interpretación de los resultados de las diferentes investigaciones.

En nuestro estudio, además de analizar la efectividad de ambos tipos de estiramientos, se quiso comparar la flexibilidad en los isquiotibiales en hombres y mujeres antes de la intervención para ver si el sexo masculino presentaba un mayor acortamiento que las mujeres tal y como concluyeron Youdas et al. (13) y Sjolie (14) en sus publicaciones. En nuestro estudio coincidimos con estos autores ya que los hombres presentan un grado de acortamiento estadísticamente significativo mayor que las mujeres ( $p=0,008$ ).

Además de comparar por sexo, se comparó el grado de acortamiento de los isquiotibiales según el nivel de actividad física realizada ya que según algunos estudios (14,15,33) atribuían una disminución de la flexibilidad isquiotibial a una vida sedentaria o a la práctica de actividad física intensa de deportes que favorecen la flexión de rodillas tales como el fútbol, patinaje, rugby, esquí...

En nuestro estudio no se obtuvieron resultados estadísticamente significativos, aunque nos acercamos, ( $p=0.055$ ) por lo que no se puede establecer una relación causal pero se puede observar en la muestra que los sujetos que practicaban actividad física intensa presentaban un mayor grado

de acortamiento que los que realizaban actividad moderada o baja. Ésto puede deberse a que cuando se produce un aumento del volumen muscular, el músculo tiende a perder su capacidad de estiramiento, la fuerza del músculo y su potencia están por encima, en detrimento de su flexibilidad por lo que si no se realizan estiramientos, se producirá un acortamiento progresivo. Como ya hemos citado en las discusiones, una de las limitaciones era que no habíamos preguntado por el tipo de actividad física que realizaban por lo que no se pueden atribuir estos resultados a que se deba a practicar deportes en los que se favorece la flexión de rodillas.

Por último, observamos en nuestro estudio como influenciaban las horas de sedestación durante el día al grado de acortamiento ya que Sjolie (14) es su estudio demostró que, en zonas donde se usaba el autobús escolar, los alumnos tenían una menor flexibilidad de los isquiotibiales que en zonas donde los alumnos utilizan bicicleta o se dirigen al colegio caminando.

No obtuvimos resultados estadísticamente significativos entre los grados de acortamiento y las horas de sedestación pero se pudo observar que aquellos que pasaban más horas sentados, tenían menor acortamiento que aquellos que pasaban menos horas sentados. Esto puede deberse a que aquellos que pasan menos tiempo sentados, pasan más tiempo realizando actividad física.

Considero que los resultados obtenidos con la EME son alentadores en el estudio de la flexibilidad isquiotibial ya que hemos comprobado que con un periodo muy corto de tiempo se consigue un incremento inmediato en el RDM más que evidente aunque tengamos que depender del aparato de electroestimulación. Además este método es de muy fácil aplicación y no exige un entrenamiento previo ni por parte del individuo ni del profesional y gracias a las pequeñas dimensiones del aparato podemos realizar la sesión en cualquier lugar. El sujeto tolera mejor el estiramiento de esta forma, por lo que su disposición y confianza hacia el fisioterapeuta será mayor, pudiendo incluso usarse esta metodología en casos de dolor y/o con menor tolerancia al estiramiento.

## **7. CONCLUSIONES**

Los resultados del presente estudio indican que:

1. El estiramiento mediante FNP y EME son eficaces en la ganancia inmediata de flexibilidad en sujetos jóvenes con la musculatura isquiotibial acortada, consiguiendo una ganancia significativamente mayor en los sujetos sometidos a EME.
2. En nuestra muestra, los hombres presentan un mayor grado de acortamiento que las mujeres.
3. No se puede establecer una relación estadísticamente significativa entre el grado de acortamiento de la musculatura isquiotibial y la actividad física, aunque en nuestra muestra se observa una tendencia hacia acortamiento en aquellos sujetos que realizan actividad física intensa.
4. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las horas de sedestación y el grado de acortamiento de la musculatura isquiotibial.

Aunque en este estudio se hayan logrado efectos beneficiosos en cuanto a la ganancia inmediata de flexibilidad de los músculos isquiotibiales son necesarias futuras investigaciones que tengan en cuenta las limitaciones de este estudio y realicen un diseño metodológico con diferentes rangos de edad, que incluya periodos de seguimiento a corto, medio y largo plazo, haya un cegamiento tanto del paciente como de los investigadores y se realicen las mediciones con varios test de extensibilidad.

## **8. BIBLIOGRAFÍA**

1. Da Silva Dias R, Gómez-Conesa A. Síndrome de los isquiotibiales acortados. *Fisioterapia*. 2008;30(4):186–93.
2. Zachezewski J. Improving flexibility. In: Scully R, Barnes M, editors. *Physical therapy*. Philadelphia, PA: Lippincott Co; 1989. p. 698–9.
3. Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther [Internet]*. 1997 Oct [cited 2015 Dec 18];77(10):1090–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9327823>
4. Davis DS, Ashby PE, McCale KL, McQuain J a, Wine JM. The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters. *J Strength Cond Res*. 2005;19(1):27–32.
5. Bandy WD, Irion JM. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther*. 1994;74(9):845–50; discussion 850–2.
6. Erkula G, Demirkhan F, Kılıç BA, Kiter E. Hamstring shortening in healthy adults. *J Back Musculoskelet Rehabil [Internet]*. 2002 [cited 2016 Apr 1];16(2):77–81. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22387403>
7. Krivickas LS, Feinberg JH. Lower extremity injuries in college athletes: Relation between ligamentous laxity and lower extremity muscle tightness. *Arch Phys Med Rehabil*. 1996;77(11):1139–43.
8. Li Y, McClure PW, Pratt N. The effect of hamstring muscle stretching on standing posture and on lumbar and hip motions during forward bending. *Phys Ther*. 1996;76(8):836–45; discussion 845–9.
9. Han H-I, Choi H-S, Shin W-S. Effects of hamstring stretch with pelvic control on pain and work ability in standing workers. *J Back Musculoskelet Rehabil [Internet]*. IOS Press; 2016 May 13 [cited 2016 May 31];Preprint(Preprint):1–7. Available from:

<http://content.iospress.com/articles/journal-of-back-and-musculoskeletal-rehabilitation/bmr703>

10. Kendall F, Kendall H. Músculos: Pruebas, funciones y dolor postural. 5<sup>a</sup> ed. Madrid: Marbán cop.; 2007. 154-60 p.
  
11. Zhu Q, Gu R, Yang X, Lin Y, Gao Z, Tanaka Y. Adolescent lumbar disc herniation and hamstring tightness: review of 16 cases. *Spine (Phila Pa 1976) [Internet]*. 2006 Jul 15 [cited 2016 Apr 1];31(16):1810–4. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16845356>
  
12. Standaert CJ, Herring SA. Spondylolysis: a critical review. *Br J Sports Med [Internet]*. 2000 Dec [cited 2016 Mar 17];34(6):415–22. Available from:  
<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1724260&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
  
13. Youdas JW, Krause DA, Hollman JH, Harmsen WS, Laskowski E. The influence of gender and age on hamstring muscle length in healthy adults. *J Orthop Sports Phys Ther [Internet]*. 2005 Apr [cited 2016 Apr 1];35(4):246–52. Available from:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15901126>
  
14. Sjolie AN. Low-back pain in adolescents is associated with poor hip mobility and high body mass index. *Scand J Med Sci Sport*. 2004;14(3):168–75.
  
15. Piqueras-Rodríguez F, Palazón-Bru A, Gil-Guillén VF. Effectiveness Analysis of Active Stretching Versus Active Stretching Plus Low-Frequency Electrical Stimulation in Children Who Play Soccer and Who Have the Short Hamstring Syndrome. *Clin J Sport Med*. 2015;0(1):1–10.
  
16. Malliaropoulos N, Papalexandris S, Papalada A, Papacostas E. The role of stretching in rehabilitation of hamstring injuries: 80 athletes follow-up. *Med Sci Sports Exerc [Internet]*. 2004 May [cited 2016 Apr 1];36(5):756–9. Available from:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15126706>

17. Woods K, Bishop P, Jones E. Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports Med* [Internet]. 2007 [cited 2016 Jun 17];37(12):1089–99. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18027995>
18. Behm DG, Blazevich a. J, Kay a. D, McHugh M. Acute Effects of Muscle Stretching on Physical Performance, ROM and Injury Incidence in Healthy Active Individuals: A Systematic Review. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2015;41(1):1–11.
19. Chalmers G. Re-examination of the possible role of Golgi tendon organ and muscle spindle reflexes in proprioceptive neuromuscular facilitation muscle stretching. *Sports Biomech* [Internet]. 2004 Jan [cited 2016 Jun 13];3(1):159–83. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15079994>
20. Ayala F, Sainz de Baranda P, Cejudo A. El entrenamiento de la flexibilidad: técnicas de estiramiento. *Rev Andal Med Deport*. 2012;5(3):105–12.
21. Fletcher IM. The effect of different dynamic stretch velocities on jump performance. *Eur J Appl Physiol* [Internet]. 2010 Jun [cited 2016 Jun 17];109(3):491–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20162300>
22. O'Hara JP, Cartwright A, Wade CD, Hough AD, Shum GLK. Efficacy of static stretching and proprioceptive neuromuscular facilitation stretch on hamstrings length after a signle sesson. *J Strength Cond Res*. 2011;25(6):1586–91.
23. Puentedura EJ, Huijbregts PA, Celeste S, Edwards D, In A, Landers MR, et al. Immediate effects of quantified hamstring stretching: Hold-relax proprioceptive neuromuscular facilitation versus static stretching. *Phys Ther Sport* [Internet]. Elsevier Ltd; 2011;12(3):122–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ptsp.2011.02.006>
24. Chalmers G. Re-examination of the possible role of Golgi tendon organ

- and muscle spindle reflexes in proprioceptive neuromuscular facilitation muscle stretching. *Sports Biomech.* 2004;3(1):159–83.
25. Voss DE, Ionta MK, Myers BJ. Facilitación neuromuscular propioceptiva : patrones y técnicas. 3rd ed. Madrid: Médica Panamericana; 2004. 220-245 p.
  26. Espejo Antúnez L, Maya Martín J, Cardero Durán MA, Albornoz Cabello M. Aumento de la extensibilidad isquiotibial tras aplicar elongación muscular eléctrica. *Fisioterapia* [Internet]. 2012 May [cited 2015 Dec 22];34(3):112–7. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0211563812000028>
  27. Song W-M, Seo H-J, Shin W-S. Effects of Electric Stimulation with Static Stretching on Hamstrings Flexibility. *J Korean Phys Ther* [Internet]. The Korea Society of Physical Therapy; 2015 Jun 30 [cited 2016 Feb 19];27(3):164–8. Available from: <http://www.e-sciencecentral.org/articles/SC000012165>
  28. Hoyo Lora M de, Sañudo Corrales F de B. La electroestimulación como medio para la mejora de la flexibilidad [Internet]. Lecturas: Educación física y deportes. Buenos Aires: efdeportes.com; 2006 [cited 2016 Feb 19]. p. 39. Available from: <http://www.efdeportes.com/efd101/flexib.htm>
  29. Fernandez-Seguin L. Influencia de la elongación plantar con electroestimulación en los cambios baropodométricos del pie cavo esencial [Internet]. Cuest fisioter. Editorial Médica JIMS; 2008 [cited 2016 Mar 21]. p. 74–80. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2700608>
  30. Pérez Machado JL, Álamo Arce DD. Estudio comparativo entre los estiramientos musculares mediante tensión activa y electroestimulación. *Fisioterapia* [Internet]. Elsevier; 2001;23(1):10–4. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0211563801729240>

31. Torres BD la C, Cabello MA, López MDS. Análisis de la arquitectura muscular tras elongación muscular pasiva y elongación muscular eléctrica mediante ecografía. Rev Andaluza Med del Deport [Internet]. Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía; 2015;8(4):175–6. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1888754615000064>
32. Albornoz Cabello M, Maya Martín J. Elongación eléctrica neuromuscular. In: Estimulación eléctrica transcutánea y neuromuscular. Barcelona: Elsevier; 2010. p. 151.
33. Kuilart KE, Woollam M, Barling E, Lucas N. The active knee extension test and Slump test in subjects with perceived hamstring tightness. Int J Osteopath Med. 2005;8(3):89–97.
34. Luque Suárez A, Fuente Hervías MT, Barón López FJ, Labajos Manzanares MT. Relación entre el test de elevación de pierna recta y el test ángulo poplíteo en la medición de la extensibilidad isquiosural. Fisioterapia. 2010;32(6):256–63.
35. Norris CM, Matthews M. Inter-tester reliability of a self-monitored active knee extension test. J Bodyw Mov Ther. 2005;9(4):256–9.
36. Sharma S, Balthillaya G, Rao R, Mani R. Short term effectiveness of neural sliders and neural tensioners as an adjunct to static stretching of hamstrings on knee extension angle in healthy individuals: A randomized controlled trial. Phys Ther Sport [Internet]. Elsevier Ltd; 2016;17:30–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ptsp.2015.03.003>
37. Hamid MS a, Ali MRM, Yusof A. Interrater and Intrarater Reliability of the Active Knee Extension (AKE) Test among Healthy Adults. J Phys Ther Sci [Internet]. 2013;25:957–61. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3820221/> tool=pmcentrez&rendertype=abstract

38. Norkin C, White D. Measurement of Joint Motion: A Guide of Goniometry. 2nd ed. University of Michigan, USA; 1995. 157-164 p.
39. USA Spanish version translated. Short last 7 days self-administered version of the IPAQ [Internet]. 2003. p. 3-7. Available from: <https://www.ipaq.ki.se>.
40. Nishikawa Y, Aizawa J, Kanemura N, Takahashi T, Hosomi N, Maruyama H, et al. Immediate effect of passive and active stretching on hamstrings flexibility: a single-blinded randomized control trial. 2015;27(10):3167-70.
41. Maciel A, Câmara S. Influência da estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) associada ao alongamento muscular no ganho de flexibilidade. Rev Bras Fisioter [Internet]. 2008 Oct [cited 2016 Feb 19];12(5):373-8. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-35552008000500006&lng=pt&nrm=iso&tlang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-35552008000500006&lng=pt&nrm=iso&tlang=pt)
42. Garrido Marín A, Román Guzón D, Encinas López P, Al. E. Efectividad de la reeducación postural global frente a la facilitación neuromuscular propioceptiva , para aumentar la extensibilidad de los isquiotibiales en sujetos sanos . Estudio piloto Effectiveness of the global postural re-education versus proprioce. Cuest Fisioter Rev Univ Inf e Investig en Fisioter. 2012;42(2):98-106.
43. Schuback B, Hooper J, Salisbury L. A comparison of a self-stretch incorporating proprioceptive neuromuscular facilitation components and a therapist-applied PNF-technique on hamstring flexibility. Physiotherapy. 2004;90(3):151-7.
44. Hill KJ, Robinson KP, Cuchna JW, Hoch MC. Immediate Effects of PNF Stretching Programs Compared to Passive Stretching Programs for Hamstring Flexibility: A Critically Appraised Topic. J Sport Rehabil [Internet]. 2016 Jun 14 [cited 2016 Jun 15]; Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27299948>

45. Chen C-H, Huang T-S, Chai H-M, Jan M-H, Lin J-J. Two stretching treatments for the hamstrings: proprioceptive neuromuscular facilitation versus kinesio taping. *J Sport Rehabil* [Internet]. 2013;22(1):59–66. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23069636>
46. Farquharson C, Greig M. Temporal efficacy of kinesiology tape vs. Traditional stretching methods on hamstring extensibility. *Int J Sports Phys Ther* [Internet]. 2015;10(1):45–51. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4325287/>
47. Davis DS, Quinn RO, Whiteman CT, Williams JD, Young CR. Concurrent validity of four clinical tests used to measure hamstring flexibility. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2008 Mar [cited 2016 Jun 19];22(2):583–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18550977>
48. Ferber R, Gravelle D, Osternig L. Effect of PNF stretch techniques on knee flexor muscle EMG activity in older adults. *J os Electromyogr Kinesiol*. 2002;12:391–7.

## **ANEXO I. HOJA DE INFORMACIÓN PARA EL PACIENTE**

### **Título de la investigación:**

#### **Efectividad inmediata de la Elongación Muscular Eléctrica en sujetos con acortamiento isquiotibial.**

Soy Izaskun Zarraluqui Anciso, estudiante de cuarto curso de Fisioterapia en la Universidad de Zaragoza.

Me dirijo a usted para invitarle a participar voluntariamente en un proyecto de investigación que estoy realizando como Trabajo Fin de Grado.

A continuación, le daré información detallada sobre el trabajo. No tiene que decidir hoy si participar o no, antes de tomar su decisión debe:

- Leer detenidamente este documento
- Entender la información que contiene el documento
- Hacer todas las preguntas que le surjan ahora o más adelante
- Consultar con su médico-persona de confianza
- Tomar una decisión meditada
- Firmar el consentimiento informado, si finalmente desea participar.

Si decide participar se le entregará una copia de este documento y del consentimiento firmado. Por favor, consérvelos por si lo necesitara en un futuro.

La participación en el estudio es completamente voluntaria y puede retirarse del estudio cuando quiera y sin dar explicaciones sin sufrir ningún perjuicio por ello.

### **¿Por qué se hace el estudio?**

Es muy importante mantener una buena flexibilidad para reducir el riesgo de padecer lesiones y prevenir o disminuir el dolor tras realizar actividad física.

Este aumento de flexibilidad se consigue realizando **estiramientos**.

En el caso de nuestro estudio compararemos dos técnicas de estiramiento muscular.

### **¿Cuál es el objetivo del estudio?**

El objetivo del estudio es valorar la efectividad inmediata de ambos estiramientos en sujetos que tienen una disminución de flexibilidad los músculos isquiotibiales.

## **¿Cómo se va a realizar el estudio?**

En primer lugar, si decide participar se le harán varias preguntas que nos servirán para saber si es adecuado para este estudio, son unas preguntas sencillas que pretenden determinar si la intervención no está indicada en su caso. Estas preguntas son las siguientes:

- ¿Ha padecido alguna alteración musculo-esquelética en miembros inferiores en el último año?
- ¿Está actualmente tomando medicamentos que induzcan la relajación o contracción muscular?
- ¿Realiza algún programa de estiramientos en isquiotibiales de forma organizada?
- ¿Padece actualmente dolor lumbar?
- ¿Padece actualmente alguna afección reumática, bursitis o artritis?
- ¿Lleva marcapasos?
- ¿Está o tiene posibilidades de estar embarazada?
- ¿Padece diabetes?
- ¿Padece epilepsia?
- ¿Padece trombosis, tromboflebitis o varices?

Si estas preguntas son todas negativas, se pasaran a recoger datos personales como: Lateralidad (zurdo o diestro), Edad, sexo, talla y peso. Además se le hará un cuestionario para determinar el nivel de actividad física. El nombre no aparecerá en la ficha, se le asignará un número.

A continuación, se pasará a hacer una medición de la extensibilidad de los músculos isquiotibiales y si se cumplen los criterios de inclusión del estudio, se realizará aleatoriamente uno de los 2 tipos de estiramiento que se quieren estudiar. (La aleatorización consistirá en que el paciente coja un papel en el que aparecerá la letra A o B que corresponde al grupo de intervención asignado).

### **- Grupo A: ELONGACIÓN MUSCULAR ELÉCTRICA**

Usted se tumbará en la camilla boca arriba y se le colocarán 2 cinchas: Una en la pierna no-dominante y la otra a la altura de las caderas. A continuación se le colocarán los electrodos en la parte posterior del muslo en el que se va a hacer el estiramiento. El fisioterapeuta aplicará la corriente TENS, durante unos instantes, a una intensidad sólo perceptible para que se familiarice con la sensación de ésta.

Posteriormente, el fisioterapeuta le realizará un estiramiento (levantándole la pierna) hasta que note una sensación de tope elástico y usted tenga sensación de estiramiento. En ese momento se subirá la intensidad de la corriente hasta que se note una contracción en el músculo no dolorosa de forma involuntaria. El fisioterapeuta resistirá esta contracción para que no haya movimiento. Una vez desaparecida la contracción parcialmente se

vuelve a elongar más hasta que se vuelve a notar el tope elástico. El fisioterapeuta le preguntará si nota sensación de estiramiento o nota la sensación de corriente eléctrica. Si es tensión muscular, le aumentará la intensidad de corriente hasta que la sensación de estiramiento desaparezca y si es corriente se elongará un poco más el músculo.

La duración del procedimiento se determina cuando se sigue notando sensación de estiramiento a pesar de haber aumentado la intensidad de corriente. La duración de la técnica aproximada es de 1 minuto y medio.

- **Grupo B: ESTIRAMIENTO FNP CON SOSTÉN-RELAJACIÓN**

Usted se tumbará en la camilla boca arriba y se colocarán 2 cinchas: Una en la pierna no-dominante y la otra a la altura de las caderas.

El fisioterapeuta pondrá la pierna a estirar encima de su hombro y realizará una extensión de rodilla pasivamente hasta encontrar resistencia. Se le pedirá que intente doblar la rodilla haciendo fuerza sobre el hombro del fisioterapeuta durante 5 segundos. Seguido habrá 3 segundos de relajación. Y a continuación el fisioterapeuta volverá a extender su rodilla hasta encontrar sensación de tope elástico. Se mantendrá 30 segundos la posición. Repetiremos 3 veces el procedimiento. El tiempo aproximado de la técnica es 2 minutos.

**¿Qué riesgos o molestias supone la intervención?**

- **Grupo A:**

Esta técnica no debe ser dolorosa, si por algún motivo es así se suspenderá el tratamiento. Se sentirá una sensación de hormigueo al aplicar la corriente eléctrica.

La elongación se produce de manera muy suave y el tono no se incrementa como reacción defensiva al dolor causado por la elongación. Este hecho conlleva a su vez un riesgo, dado que al reducirse el control sobre la elongación, ésta puede resultar excesiva.

- **Grupo B:**

La aplicación de esta técnica no debe ser dolorosa, se debe notar una sensación de tirantez o estiramiento.

En ambos grupos, si se aplica una fuerza excesiva o se elonga demasiado el músculo pueden producirse roturas en el tejido conjuntivo.

**¿Obtendré algún beneficio por mi participación?**

Al tratarse de un estudio de investigación orientado a generar conocimiento es probable que no obtenga ningún beneficio por su participación si bien usted contribuirá al avance del conocimiento y al beneficio social. Usted no recibirá ninguna compensación económica por su participación.

### **¿Cómo se van a gestionar mis datos personales?**

Toda la información recogida se tratará conforme a lo establecido en la Ley Orgánica 15/99, de protección de datos de carácter personal. En la base de datos del estudio no se incluirán datos personales: ni su nombre, ni ningún dato que le pueda identificar. Se le identificará por un número que sólo el equipo investigador podrá relacionar con su nombre.

Sólo el equipo investigador tendrá acceso a los datos y nadie ajeno al centro podrá consultar su historial.

Para ejercer su derecho de acceso, rectificación, cancelación y oposición respecto a sus datos obtenidos durante el estudio debe ponerse en contacto con el investigador principal. Si las conclusiones del estudio se presentarán en congresos y publicaciones científicas, se harán siempre con datos agrupados y nunca se divulgará nada que le pueda identificar.

### **¿Quién financia el estudio?**

Este proyecto no tiene financiación económica.

### **¿Se me informará de los resultados del estudio?**

Usted tiene derecho a conocer los resultados del presente estudio, tanto los resultados generales como los derivados de sus datos específicos. También tiene derecho a no conocer dichos resultados si así lo desea. Por este motivo en el documento de consentimiento informado le preguntaremos qué opción prefiere. En caso de que desee conocer los resultados, el investigador le hará llegar los resultados.

### **¿Puedo cambiar de opinión?**

Tal como se ha señalado, su participación es totalmente voluntaria, puede decidir no participar o retirarse del estudio en cualquier momento sin tener que dar explicaciones. Basta con que le manifieste su intención al investigador principal del estudio. Si usted desea retirarse del estudio se eliminarán los datos recogidos.

### **¿Qué pasa si me surge alguna duda durante mi participación?**

En caso de duda o para cualquier consulta relacionada con su participación puede ponerse en contacto con el investigador responsable, Izaskun Zarraluqui Anciso, en el teléfono 619164836 o por correo electrónico en la dirección izaskun\_zarra@hotmail.com

Muchas gracias por su atención, si finalmente desea participar le rogamos que firme el documento de consentimiento que se adjunta.

## **ANEXO II. MODELO CONSENTIMIENTO INFORMADO**

YO \_\_\_\_\_ (nombre y apellidos)

con DNI\_\_\_\_\_ autorizo de forma libre, voluntaria y consciente a ser incluido en el estudio y acepto facilitar la información requerida durante el tiempo de estudio.

Así afirmo que:

- He leído la hoja de información proporcionada por el investigador.
- He tenido la oportunidad de preguntar sobre ella y se me ha contestado satisfactoriamente las preguntas que he realizado.
- He hablado con Izaskun Zarraluqui Anciso (alumna de 4º curso del Grado de Fisioterapia)
- Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio.
- Comprendo que puedo retirarme del estudio:
  - 1) cuando quiera
  - 2) sin tener que dar explicaciones
  - 3) sin que esto repercuta en mis cuidados médicos

¿Deseo ser informado sobre los resultados del estudio? **SI / NO** (marque lo que proceda).

Doy mi conformidad para que mis datos clínicos sean revisados por personal ajeno al centro, para los fines del estudio y soy consciente de que este consentimiento es revocable.

He recibido una copia firmada de este Consentimiento Informado.

Firma del participante: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Yo, **Izaskun Zarraluqui Anciso** con DNI **73108863-M** y autora del trabajo, he explicado la naturaleza y el propósito del estudio al paciente mencionado y me comprometo a que en toda la extensión de mismo, se garantice la confidencialidad del paciente, ocultando tanto su rostro en las fotos como sus datos filiales, de tal manera que si el trabajo es publicado en algún medio de divulgación científica o en la base de datos de la propia universidad nadie podrá identificar al paciente que ha sido objeto de este estudio.

He sido testigo de la lectura exacta del documento de consentimiento informado para el potencial participante y el individuo ha tenido la oportunidad de hacer preguntas. Confirmo que el individuo ha dado consentimiento libremente.

Ha sido proporcionada al participante una copia de este documento de Consentimiento Informado.

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

Fecha: \_\_\_\_\_

## **ANEXO III. CUESTIONARIO IPAQ VERSIÓN CORTA**

### **CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA**

#### **IPAQ VERSIÓN CORTA: FORMATO AUTO ADMINISTRADO - ÚLTIMOS 7 DÍAS**

#### **PARA USO CON JÓVENES Y ADULTOS DE MEDIANA EDAD (15-69 años)**

Estamos interesados en saber acerca de la clase de actividad física que la gente hace como parte de su vida diaria. Las preguntas se referirán acerca del tiempo que usted utilizó siendo físicamente activo(a) en los **últimos 7 días**. Por favor responda cada pregunta aún si usted no se considera una persona activa. Por favor piense en aquellas actividades que usted hace como parte del trabajo, en el jardín y en la casa, para ir de un sitio a otro, y en su tiempo libre de descanso, ejercicio o deporte.

Piense acerca de todas aquellas actividades **vigorosas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Actividades **vigorosas** son las que requieren un esfuerzo físico fuerte y le hacen respirar mucho más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

1. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días realizó usted actividades físicas **vigorosas** como levantar objetos pesados, excavar, aeróbicos, o pedalear rápido en bicicleta?

\_\_\_\_\_ días por semana

Ninguna actividad física vigorosa

→ **Pase a la pregunta 3**

2. ¿Cuánto tiempo en total usualmente le tomó realizar actividades físicas **vigorosas** en uno de esos días que las realizó?

\_\_\_\_\_ horas por día

\_\_\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca de todas aquellas actividades **moderadas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Actividades **moderadas** son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado y le hace respirar algo más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

3. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas **moderadas** tal como cargar objetos livianos, pedalear en bicicleta a paso regular, o jugar dobles de tenis? No incluya caminatas.

\_\_\_\_\_ días por semana

Ninguna actividad física moderada

→ **Pase a la pregunta 5**

4. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas **moderadas**?

\_\_\_\_\_ horas por día

\_\_\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca del tiempo que usted dedicó a caminar en los **últimos 7 días**. Esto incluye trabajo en la casa, caminatas para ir de un sitio a otro, o cualquier otra caminata que usted hizo únicamente por recreación, deporte, ejercicio, o placer.

5. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días caminó usted por al menos 10 minutos continuos?

\_\_\_\_\_ días por semana

No caminó



→ **Pase a la pregunta 7**

6. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días **caminando**?

\_\_\_\_\_ horas por día

\_\_\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

La última pregunta se refiere al tiempo que usted permaneció **sentado(a)** en la semana en los **últimos 7 días**. Incluya el tiempo sentado(a) en el trabajo, la casa, estudiando, y en su tiempo libre. Esto puede incluir tiempo sentado(a) en un escritorio, visitando amigos(as), leyendo o permanecer sentado(a) o acostado(a) mirando televisión.

7. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuánto tiempo permaneció **sentado(a)** en un **día en la semana**?

- horas por día**  
 **minutos por día**  
 No sabe/No está seguro(a)

**Este es el final del cuestionario, gracias por su participación.**

#### **ANEXO IV. PROTOCOLO DE CORRECCIÓN DEL CUESTIONARIO IPAQ**

##### **VALOR TEST:**

Expresado en MET-min por semana: MET x minutos de actividad/día x días/semana

- Caminata = 3.3 METs x minutos de actividad/día x días/semana
- Intensidad moderada = 4.0 METs x minutos de actividad/día x días/semana
- Intensidad vigorosa = 8.0 METs x minutos de actividad/día x días/semana

**METs TOTAL= Caminata+ Actividad Intensidad Moderada + Actividad Intensidad Vigorosa**

##### **CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDAD FÍSICA:**

Nivel de actividad física alto	→ Reporte de 7 días en la semana de cualquier combinación de caminata, o actividades de moderada o alta intensidad logrando un mínimo de 3.000 MET-min/semana; → o cuando se reporta actividad vigorosa al menos 3 días a la semana alcanzando al menos 1.500 MET-min/semana
Nivel de actividad física moderado	→ Reporte de 3 o más días de actividad vigorosa por al menos 20 minutos diarios; → o cuando se reporta 5 o más días de actividad moderada y/o caminata al menos 30 minutos diarios; → o cuando se describe 5 o más días de cualquier combinación de caminata y actividades moderadas o vigorosas logrando al menos 600 MET-min/semana
Nivel de actividad física bajo	→ Se define cuando el nivel de actividad física del sujeto no esté incluido en las categorías alta o moderada