



**UNIVERSIDAD DE MURCIA
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA**

**EFICACIA DE LOS TRATAMIENTOS PARA
LA GANANCIA DE FLEXIBILIDAD EN
LOS MÚSCULOS ISQUIOTIBIALES:
UN ESTUDIO META-ANALÍTICO**

Rosane da Silva Dias

2009



**UNIVERSIDAD DE MURCIA
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA**

**EFICACIA DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA GANANCIA DE
FLEXIBILIDAD EN LOS MÚSCULOS ISQUIOTIBIALES: UN
ESTUDIO META-ANALÍTICO**

**Tesis doctoral de
Rosane da Silva Dias**

**Dirigida por
Prof. Dra Antonia Gómez Conesa
Prof. Dr. Julio Sánchez Meca**

Murcia/2009



UNIVERSIDAD DE MURCIA

**Facultad de Medicina, Odontología y Fisioterapia
Departamento de Fisioterapia**

D.^a María Francisca Serrano Gisbert, Profesora Titular de la Escuela Universitaria del Área de Fisioterapia y Directora del Departamento de Fisioterapia,
INFORMA:

Que la tesis Doctoral titulada “Eficacia de los tratamientos para la ganancia de flexibilidad en los músculos isquiotibiales: Un estudio meta-analítico”, realizada por D.^a Rosane da Silva Dias, bajo la inmediata dirección y supervisión de D.^a Antonia Gómez Conesa y D. Julio Sánchez Meca, y que el departamento ha dado su conformidad para que sea presentada ante la comisión de Doctorado.

En Murcia, a 22 de septiembre de 2009

Fdo. María Francisca Serrano Gisbert



UNIVERSIDAD DE MURCIA

Facultad de Medicina, Odontología y Fisioterapia
Departamento de Fisioterapia

D.^a Antonia Gómez Conesa, Catedrática de la Escuela Universitaria del Área de Fisioterapia en el Departamento de Fisioterapia, **AUTORIZA:**

La presentación de la Tesis Doctoral titulada “Eficacia de los tratamientos para la ganancia de flexibilidad en los músculos isquiotibiales: Un estudio meta-analítico”, realizada por D.^a Rosane da Silva Dias, bajo mi inmediata dirección y supervisión, y que presenta para la obtención del grado de Doctor por la Universidad de Murcia.

En Murcia, a 22 de septiembre de 2009

Fdo. Antonia Gómez Conesa



UNIVERSIDAD DE MURCIA

Facultad de Medicina, Odontología y Fisioterapia
Departamento de Fisioterapia

D. Julio Sánchez Meca, Catedrático de la Facultad de Psicología del Área de Metodología de las ciencias del Comportamiento en el Departamento de Psicología Básica y Metodología, **AUTORIZA:**

La presentación de la Tesis Doctoral titulada “Eficacia de los tratamientos para la ganancia de flexibilidad en los músculos isquiotibiales: Un estudio meta-analítico”, realizada por D.^a Rosane da Silva Dias, bajo mi inmediata dirección y supervisión, y que presenta para la obtención del grado de Doctor por la Universidad de Murcia.

En Murcia, a 22 de septiembre de 2009

Fdo. Julio Sánchez Meca

**A mis PADRES y a
ALEXANDER TELES**

AGRADECIMIENTOS

*Hubo un tiempo en el que descubrí a un **Dios** asequible, que me mostró que puedo todo lo que quiero, si bien no siempre en el tiempo y de la manera como quiero.*

*Hubo un tiempo en el que la “sed” de crecer y de saber me instigó a “cruzar el charco”. Muchas gracias a **Dr^a Antonia Gómez Conesa**, por el cariño con el que me recibiste y por la sabiduría con la que me guiaste. Muchas gracias al **Dr. Julio Sánchez Meca**, por la paciencia y por presentarme y enseñarme lo que hasta entonces me era desconocido, y hacer con que me encantará por ello.*

*Hubo un tiempo en el que experimenté cuán dura es la distancia. Sin embargo, no por ella he dejado de apreciar el amor, el apoyo y la admiración que siempre habéis desprendido hacia mí. **Hozana y Raimundo** sois lo más valioso que tengo en la vida.*

*También hubo el tiempo en el que no bastaba con ser primo, había que participar. Sin ti no hubiera llegado hasta aquí. **Alexsander**, eres lo mejor que me ha pasado en estos cinco años.*

*Hubo el tiempo en el que el “calor brasileño” se hizo necesario, y ahí habéis estado, **Clarissa y Gerson**.*

*Hubo el tiempo en el que probé el cuidado de la sincera amistad: **Patricia Martínez, Zenewton Gama, Sergio Hernández, Carlos Filho, Oscar Gimeno, José (Puma), Marina Fons, Paquito, Carina Mora, Silvana de Oliveira, Marta Sobral etc.***

*Hay tiempo de esperar y tiempo de actuar,
tiempo de acertar y de aprender con los errores.
tiempo de sembrar y de cosechar,
tiempo de abdicar y de disfrutar.*

Hoy sé, hay tiempo para todo propósito bajo el cielo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. LOS ISQUIOTIBIALES	3
2. EVALUACIÓN DE LA FLEXIBILIDAD	9
2.1. Medidas Angulares	9
2.2. Medidas Centimétricas	13
3. TRATAMIENTO	17
4. EL META-ANÁLISIS	27
4.1. Definición y características	27
4.2. Objetivos del Meta-Análisis	28
4.3. Etapas de un Meta-Análisis	29
4.3.1. Formulación del problema	29
4.3.2. Búsqueda de la literatura	30
4.3.3. Codificación de los estudios	30
4.3.4. Análisis estadístico e interpretación	32
4.3.5. Publicación del Meta-Análisis	33
4.4. Principales fuentes de sesgo de publicación en Meta-Análisis	34
5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	35
5.1. Introducción	35
5.2. Objetivos e Hipótesis	35
6. METODOLOGÍA	39
6.1. Criterios de selección de los estudios	39
6.2. Búsqueda de la literatura	40
6.3. Codificación de las variables	41
6.3.1. Descripción de las variables moderadoras	42
6.3.2. Fiabilidad de la codificación	47

6.4.Índice del Tamaño del Efecto	50
6.4.1. Variables de resultado	52
6.4.2. Fiabilidad de los cálculos de los tamaños del efecto	52
6.5.Técnicas de análisis estadístico	53
6.5.1. Análisis descriptivo de las variables moderadoras	53
6.5.2. Análisis de la distribución de los tamaños de los efectos	54
6.5.3. Análisis de las variables moderadoras	54
6.5.4. Búsqueda de un modelo explicativo.	56
7. RESULTADOS	57
7.1.Análisis descriptivo de los estudios	57
7.1.1. Variables sustantivas	57
7.1.2. Variables metodológicas	63
7.1.3. Variables extrínsecas	65
7.2.El tamaño del efecto	66
7.3.Estudio del sesgo de publicación	68
7.4.Análisis de la heterogeneidad	69
7.5.Variables moderadoras de tratamiento	70
7.5.1. Tipología de los tratamientos	70
7.5.2. Otras variables de tratamiento	73
7.6.Variables moderadoras de sujeto	75
7.7.Variables moderadoras de contexto	79
7.8.Variables moderadoras metodológicas	80
7.9.Variables moderadoras extrínsecas	82
7.10. Modelo explicativo	83
8. DISCUSIÓN	87
8.1.Referente a las variables de tratamiento	87
8.2.Referente a las variables de sujeto	89

8.3.Referente a las variables de contexto	89
8.4.Referente a las variables de metodológicas.	90
8.5.Referente a las variables de extrínsecas	90
8.6.Limitaciones e implicaciones para la práctica clínica	91
8.7.Consideraciones para futuras investigaciones	92
9. CONCLUSIONES	93
10. RESÚMEN	95
11.SUMMARY	97
12.RESUMO	99
13.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
ANEXOS	
Anexo 1	111
Anexo 2	117
Anexo 3	123
Anexo 4	131

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Los músculos isquiotibiales se encuentran directamente relacionados con el mantenimiento de la postura del cuerpo, y por eso están constantemente en tensión. Otra de sus peculiaridades es la tendencia a la rigidez y al retraimiento, aspecto que empeora según el estilo de vida y el tipo de actividad deportiva practicada. Asimismo, la pérdida de la extensibilidad de este músculo está relacionada con las características del sujeto, como es el caso del género, de la edad, de la condición muscular y de la longitud de los segmentos corporales.

El acortamiento de los isquiotibiales repercutirá no sólo en la cadera y la rodilla, articulaciones donde se origina y se inserta respectivamente, sino que también lo hará en la espalda, modificando la postura, y en la biomecánica de la columna vertebral y de la marcha. Del mismo modo, el acortamiento reducirá el desempeño de los deportistas, y favorecerá el riesgo de desgarros, roturas y esquinces musculares.

Debido a que este problema de salud favorece a la aparición de muchos otros, se han establecido diversos tratamientos para la ganancia de flexibilidad de los isquiotibiales. Sin embargo, en la literatura científica no se ha demostrado todavía cuál de ellos es más efectivo en proporcionar ganancias en la flexibilidad, considerando tanto los niveles de acortamiento, como otras variables que pueden condicionar el acortamiento de la musculatura isquiotibial.

En esta tesis se planteó revisar la evidencia empírica acerca de las posibilidades de los tratamientos existentes, y a través de la metodología meta-analítica estimar cuál de ellos resulta más eficaz, y relacionar este resultado con un conjunto de variables moderadoras capaces de predecir o explicar dicha eficacia.

MARCO TEÓRICO

LOS ISQUIOTIBIALES

La musculatura posterior del muslo corresponde a un grupo conocido como isquiotibiales, compuesto por los músculos bíceps femoral, semimembranoso y semitendinoso. Desde el origen a su inserción cruzan dos importantes articulaciones, que son la cadera y la rodilla.¹ Su estructura biarticular hace que su acción sea compleja.² Tienen una acción combinada, flexora sobre la rodilla y extensora sobre la cadera, desempeñando un papel esencial en la estabilidad de la pelvis. Su biomecánica hace que exista una interdependencia entre las acciones que desempeña, haciendo, por ejemplo, que la eficacia sobre la acción extensora en la cadera dependa de la posición de la rodilla.³

La flexibilidad puede ser definida como la posible amplitud de movimiento de una articulación o una serie de articulaciones, no obstante no depende solamente de la amplitud articular, sino también en gran medida, de la extensibilidad de los músculos, tendones, piel, ligamentos, capsulas articulares y aponeurosis. Así mismo, se puede entender la flexibilidad como aquella calidad que, con base en la movilidad articular, extensibilidad y elasticidad muscular, permite el máximo recorrido de una articulación.⁴

La etiología del síndrome de acortamiento de la musculatura isquiotibial no es conocida del todo. Se caracteriza por una falta de flexibilidad en dicha musculatura, y el diagnóstico es clínico.⁵ El acortamiento o brevedad se refiere a una reducción del movimiento de la unidad músculotendinosa, que resulta en la pérdida de la extensibilidad, con consecuente limitación de la amplitud de movimiento.⁶

La extensibilidad muscular limitada es un problema común que afecta una población variada, tanto en personas sanas como con algún tipo de afección,⁷ como artrosis rotuliana,

lumbalgia, etc. La frecuencia del acortamiento de los isquiotibiales puede estar relacionada con numerosas variables, incluyendo género, embarazo, edad, nivel y tipo de actividad física practicada, estado muscular y de otros tejidos conectivos, además de la estructura y longitud de los segmentos corporales.^{8,9,10}

El factor determinante que indica que las mujeres son más flexibles que los hombres es la diferencia anatómica. Las mujeres están diseñadas de forma que, su constitución, favorece una mayor amplitud de movimiento, por ejemplo la región pélvica. Las mujeres poseen la cadera más ancha y rasa que los hombres, y tienen la tendencia a tener la constitución ósea más liviana y pequeña. La flexibilidad también se afectada por el factor embarazo ya que, durante el mismo, ocurre alteraciones sistémicas como el aumento de la producción de relaxina, que aumenta la extensibilidad de los ligamentos y modifica la estructura corporal, favoreciendo ensanchamiento de la pelvis.¹¹

Corkery et al¹² valoraron 72 estudiantes, con edad entre 18 y 22 años, y observaron que, midiendo el ángulo poplíteo del miembro inferior derecho (considerando 180° como extensión completa de la rodilla), existía una diferencia significativa entre los valores de flexibilidad de los hombres (145°) y las mujeres (157°), siendo éstas más flexibles. En la misma línea, Youdas et al¹³ evaluaron a 214 sujetos con edades entre 20 y 79 años, con la finalidad de verificar la influencia del género y de la edad en la extensibilidad de los isquiotibiales, los resultados también identificaron que la muestra femenina presentó valores más altos de amplitud de movimiento que la masculina (152,0°; DT = 10,6° y 141,4°; DT = 8,1° respectivamente), en sujetos con el mismo rango de edad.

La disminución de la flexibilidad con el avance de la edad podría ser debido a la potenciación del cruzamiento de las moléculas de colágeno,^{14,15} sin embargo también, podría estar relacionada con la pérdida del nivel de actividad física.¹⁶ Roach y Miles¹⁶ encontraron una diferencia media en la movilidad de la cadera y de la rodilla, de 3° y 5°, entre los 433 sujetos jóvenes (25 a 39 años) y los 523 sujetos mayores (60 a 74 años) estudiados. Muchos investigadores mencionan que el avance de la edad acarrea una disminución del rango de movimiento articular, sin embargo la disminución con la que eso ocurre no está claramente documentada, el número de sujetos analizados y los métodos de selección muestral utilizados en los estudios producen datos generalizados que no serían adecuadamente aplicados a cualquiera población de personas mayores.^{17,18}

Aunque no exista un consenso en la literatura científica acerca de las causas de la pérdida de la flexibilidad en los músculos isquiotibiales, éstas pueden estar asociadas a factores relativos a las actividades deportivas, de vida diaria, alteraciones articulares y posturales.¹¹

Con la práctica deportiva habitual, sobre todo en los deportes de carreras cortas, que favorecen la semi flexión de rodillas, como el fútbol, el béisbol,¹⁹ el baloncesto, el esquí, el rugby, el tenis, el judo²⁰ y el voleibol,²¹ se produce un aumento del volumen muscular, y como consecuencia el músculo tiende a perder su capacidad de estiramiento. La fuerza del músculo y su potencia se hacen superiores en detrimento de la flexibilidad, frenando las cualidades propioceptivas y aumentando la frecuencia de esguinces,²⁰ desgarros y rotura muscular de manera importante.^{22,23}

La tendencia de los isquiotibiales al acortamiento se debe a una mezcla de factores genéticos, bajo nivel de actividad física y a la sedestación prolongada. Durante la postura sentada los músculos isquiotibiales están inactivos, y se sostienen en una longitud acortada. Se ha demostrado que en zonas donde se utiliza el autobús escolar los alumnos tienen menor flexibilidad de isquiotibiales que en zonas en las que los alumnos utilizan bicicleta o se dirigen al colegio caminando.²⁴ En general las personas que practican una actividad física constante se benefician de más flexibilidad que las que no lo hacen. No obstante, para que se aprecie un aumento en la amplitud de movimiento articular, de manera gradual, además de la práctica deportiva, se requieren programas específicos de flexibilidad.²⁵ La tabla 1.1. resume las posibles causas de la disminución de la flexibilidad en los isquiotibiales.

Tabla 1.1. Causas de la pérdida de flexibilidad en los isquiotibiales

- Deportes de carrera corta o que favorecen la semi-flexión de rodilla (fútbol, béisbol, baloncesto, esquí, rugby, tenis, judo y voleibol)
- Factores genéticos
- Bajo nivel de actividad física
- Sedestación prolongada

La retracción de los isquiotibiales puede repercutir no sólo en las articulaciones que cruza, sino que también en la biomecánica de otras estructuras y articulaciones adyacentes.¹ Como consecuencia de la disminución de la flexibilidad de la musculatura posterior del muslo, ocurre un alargamiento del tendón rotuliano, desplazando cefálicamente la rótula,

debido al aumento de tensión en el cuádriceps, llevando a una incongruencia articular, aparición de tendinitis rotuliana y dolor en la cara anterior de la rodilla.²⁶

Un estudio epidemiológico con 920 niños saludables en edad escolar, efectuado con el objetivo de evaluar la incidencia de acortamiento en los músculos isquiotibiales y en los flexores plantares, mostró que los niños que presentaban valores para el ángulo poplíteo inferiores a los considerados normales, tenían un acortamiento de los flexores plantares dos veces mayor que el de los niños con valores normales para el ángulo poplíteo.²⁷

Erkula et al¹ estudiando 36 sujetos observaron que los sujetos que presentaban déficit de 60°o más de extensión de la rodilla, con la cadera a 90°, tenían aumento de la cifosis dorsal y una disminución de la lordosis lumbar. Avanzi et al²⁸ evaluaron 38 pacientes, hombres y mujeres con edad entre 10 y 20 años, 20 de ellos con diagnóstico de enfermedad de Scheuermann y 18 con dorso curvo postural, y hallaron que de los 38 pacientes, 32 (84,2%) presentaban isquiotibiales acortados.

La inversión y la acentuación de las curvas fisiológicas de la columna vertebral, en el plano sagital pueden llevar a una progresiva degeneración de los discos intervertebrales. La alteración de las curvas, en consecuencia, modifica el eje gravitacional que del cuerpo humano, haciendo con que éste se adelante, provocando inestabilidad pélvica y excesiva sobrecarga en la musculatura espinal posterior.²⁹

Diversas investigaciones apuntan asociación entre la disminución de la extensibilidad de la musculatura isquiotibial y el consecuente acortamiento, con otros problemas de salud como lumbalgia.^{8,30} Un ejemplo muy común consiste en el apresurado crecimiento en el período de la pubertad, donde ocurre un “acortamiento fisiológico” de los isquiotibiales que podría influir en el desarrollo natural de la lordosis lumbar³¹ y de la inclinación pélvica.³²

Cuando el acortamiento sobrepasa los límites de normalidad, puede ocasionar la disminución o inversión de la lordosis lumbar,³³ provocando inclinación posterior de la pelvis y consecuente disminución de su movilidad, además de deformidades en la columna vertebral, y que culminará en alteraciones posturales y desequilibrio muscular.³¹ Así mismo, se produce una sobrecarga muscular excesiva que genera tensiones anormales en la columna y la

consiguiente alteración en acúñamiento anterior del cuerpo vertebral,³⁴ produciendo hernias discales,³² espónlilolisis o espondilolistesis³⁵ y frecuentes episodios de dolor lumbar.²⁹

En contrapartida, Li et al ³⁶ señalan que no hay relación causal entre el detrimento de la flexibilidad de los isquiotibiales, con hipercifosis dorsal, rectificación del raquis lumbar o la espondilolistesis; sino que esa pérdida de flexibilidad puede actuar como factor agravante, no siendo la causa primaria o la más importante de estas alteraciones raquídeas.

Dentro de las consecuencias motoras del mencionado acortamiento muscular, se incluyen la restricción para la flexión anterior del cuerpo, las incomodidades en la postura sentada, las alteraciones en la marcha, la reducción del tamaño y de la velocidad del paso, y la fatiga muscular precoz por el aumento del gasto energético,³ que se intensifican cuando se acompañan del detrimento de la flexibilidad en la musculatura flexoraplantar,^{3,27} además el acortamiento causa frecuentes lesiones musculares, sobretodo en deportistas.^{22,23}

La figura A. muestra las principales consecuencias del acortamiento de la musculatura isquiotibial.

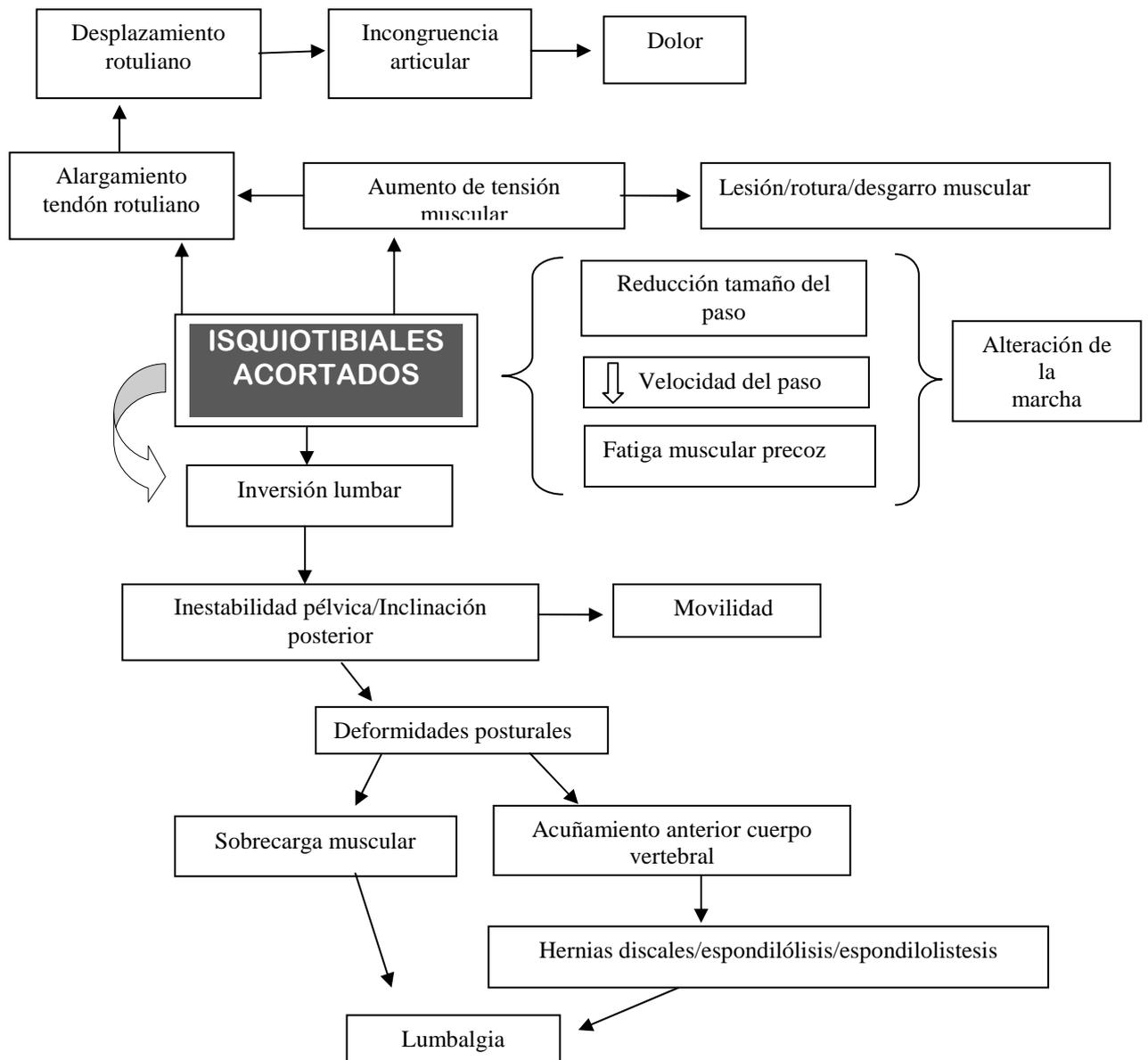


Fig. A. Consecuencias del acortamiento de los Isquiotibiales

EVALUACIÓN DE LA FLEXIBILIDAD

De la misma manera que la fuerza muscular, la flexibilidad es específica para cada músculo, por lo tanto no se puede generalizar el resultado final de una prueba de flexibilidad para determinado músculo, como el indicativo de la flexibilidad general de un sujeto. La longitud del músculo isquiotibial es medida indirectamente a través de pruebas clínicas. Los métodos clínicos para valorar la longitud muscular consisten en movimientos de elongación del músculo en el sentido contrario a la acción normalmente ejecutada por él. Existen diferentes tests para valorar la extensibilidad de los isquiotibiales,¹¹ destacándose:

- los que están basados en las medidas de recorrido articular (angulares), como la elevación de la pierna recta y el ángulo poplíteo
- y las longitudinales (centimétricas): el test de inclinación hacia delante sentado (sit-and-reach test) y de pie (toe-touch).

2.1 MEDIDAS ANGULARES.

a) **El test de elevación de la pierna recta (straight leg raising - SLR)** es ampliamente estudiado y utilizado por expertos investigadores.^{34,37,38,39} La prueba de elevación de la pierna recta descrita por Kendall en 2005, consiste en medir indirectamente la distancia (del origen a la inserción) del músculo isquiotibial, a través del ángulo máximo alcanzado con la flexión de la cadera.³⁴

El sujeto evaluado debe posicionarse en decúbito supino, sobre una superficie plana, con la zona lumbar y sacra apoyada. La estandarización de la prueba exige que la rodilla del miembro inferior que será evaluado, se mantenga en extensión, y que permanezcan fijas la región inferior de la espalda y la pelvis, controlando de esta manera las variables originadas

por excesivo balanceo anterior o posterior de la pelvis. El pie debe mantenerse en posición de relajación, evitando la acción de los gemelos en la articulación de la rodilla. Una vez que estén apoyados la zona lumbar y el sacro, el miembro inferior que no será examinado permanecerá en extensión y inmóvil. A su vez, la pierna examinada se elevará hasta una posición donde el sujeto evaluado o el evaluador sientan resistencia.³⁸

Kendall defiende que durante la valoración de los isquiotibiales, a través de la prueba de elevación de la pierna recta, la pelvis debe mantenerse inclinada posteriormente, pues en los casos en que hubiese acortamiento de la musculatura flexora de la cadera, los isquiotibiales podrían parecer erróneamente más acortados de lo que realmente son.³⁴ Sin embargo, muchos autores desconocen la fiabilidad de esta afirmación, creyendo que el movimiento pélvico sí influye directamente en los resultados de la medición de flexibilidad de los isquiotibiales, y que al mantener la pelvis inclinada posteriormente los valores en grados obtenidos como resultado serían más altos, falseando el verdadero nivel de flexibilidad del individuo.^{38,40}

En condiciones donde los síntomas neurológicos, como la cialgia, estén ausentes y no haya ninguna restricción en la articulación de la cadera, el resultado del test es interpretado respecto al máximo ángulo de elevación de la pierna recta logrado, respecto al eje longitudinal del tronco.⁴¹ La amplitud de los isquiotibiales, se considera normal medida a través de este test cuando es igual o mayor que 80°.^{11,34,42,43} En los casos en que el ángulo sea menor que 80°, la restricción del movimiento es atribuida a una insuficiencia elástica del músculo isquiotibial, con consecuente disminución de la flexibilidad, resultando en un diagnóstico clínico de acortamiento de la musculatura isquiotibial.⁴³

b) El Ángulo Poplíteo (AP) o test de extensión de la rodilla, de la misma manera que el test de la pierna recta, puede ser utilizado para medir la extensibilidad del músculo isquiotibial. El test fue inicialmente descrito por Amiel-Tison en 1968, que lo conceptuó como el ángulo formado en la parte posterior del muslo o aquel formado entre el eje de la pierna y la prolongación del muslo.⁴⁴

Durante la prueba, la posición inicial del sujeto es en decúbito supino con flexión de 90° de la cadera y de la rodilla de la pierna examinada. El miembro inferior contrario debe mantenerse en completa extensión, ya que si se la mantiene en flexión se altera el ángulo

pélvico femoral facilitando la extensión de la rodilla examinada.⁴⁵ Durante la prueba, el pie de la pierna examinada debe permanecer en posición neutra o de relajación, anulando de esta manera la acción de los gemelos en la articulación de la rodilla.^{46,47} Este método minimiza los inconvenientes que existen en la prueba de la pierna recta, debido tanto al control pélvico, una vez que la postura inicial exige la fijación de la cadera a 90°, como a la confusión en cuanto al verdadero grado de flexibilidad generada por las estructuras nerviosas, como el nervio ciático.⁴⁰

El valor de flexibilidad considerado normal para el ángulo poplíteo es de 180° de extensión de la rodilla, en el eje formado entre el trocánter mayor, el cóndilo lateral del fémur y el maléolo lateral.^{47,48,49} Determinados estudios que aplicaron programas de estiramiento, utilizaron como criterio de inclusión valores menores o iguales a 160° para el ángulo poplíteo, lo que reflejaría una limitación de la extensión de la rodilla de 20°, admitiendo este valor como acortamiento de isquiotibiales.^{22,50,51} Sin embargo, también existen estudios que califican los isquiotibiales operacionalmente inflexible, cuando presentan ángulos de limitación mayor o iguales a 25°^{9,42} o 30° en la extensión de la rodilla.^{49,52}

Whitehead et al³ investigando las consecuencias del acortamiento de los isquiotibiales en seis mujeres, con edades entre los 21 y 42 años, hallaron que las limitaciones de más de 25° se considera un grado de acortamiento severo una vez que repercuten de manera importante y negativa en el posicionamiento pélvico, postura, velocidad y tamaño del paso, además del estado de acondicionamiento muscular. Erkula et al¹ de manera parecida, encontraron que valores de limitación de más de 30° provocan cambios biomecánicos, tanto en la columna dorsal y lumbar como en la rodilla. En la tabla 2.1. se muestran los valores admitidos como acortamiento muscular para los isquiotibiales en las pruebas angulares.

Tabla 2.1. Métodos de evaluación utilizados para medir la flexibilidad de los isquiotibiales y valores admitidos como acortamiento		
ANGULARES	AP	Limitación articular de más de 20° o amplitud articular de la rodilla menor que 160°
	SLR	Limitación articular de más de 10° o amplitud articular de la cadera menor que 80°

El movimiento de la pierna durante el SLR y el AP, puede ser realizado activamente, o sea por el propio sujeto evaluado, o pasivamente, es decir, por el profesional que esté valorando. Las evidencias que justifican el modo por el cual las pruebas deben ser realizadas todavía son controvertidas.¹¹ Gajdosik et al,³⁸ comparando los ángulos alcanzados a partir del AP, de modo activo y pasivo, observaron una diferencia de 11,9° entre los dos modos de ejecución, y resultando esta diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,001$), presentando las mayores limitaciones articulares cuando se realizó pasivamente el test. Esta desigualdad entre los dos resultados podría a fin de cuentas, representar una importante discrepancia de respuestas en los hallazgos de ensayos clínicos, desde la valoración muscular hasta los resultados del tratamiento aplicado.

De acuerdo con la literatura, la cantidad de tensión que debe ser aplicada o el punto final de extensión durante el proceso de evaluación, podrá ser definido cuando el sujeto evaluado refiera incomodidad o tensión sin dolor o ligera sensación de tirantez o bien cuando el evaluador sienta rigidez o resistencia al movimiento al estirar la pierna o una respuesta de fasciculación muscular o mioclonus.^{15,53} Conforme a los datos encontrados por diversos autores,^{11,45,47,54} existe una alta correlación de los resultados en SLR y AP en ambos miembros inferiores, lo que indica que la inmensa mayoría de los acortamientos son bilaterales y de amplitud articular similar.

Tanto la evaluación de la amplitud articular como su cuantificación son de fundamental importancia para el diagnóstico, planificación y control de la evolución de los resultados de un tratamiento fisioterapéutico.³⁴ Las medidas de la amplitud de movimiento articular que se derivan de los resultados de las pruebas de AP y SLR, anteriormente citadas, deben ser guiadas por instrumentos que registren la amplitud alcanzada en grados.

La goniometría es considerablemente utilizada en el ámbito de la Fisioterapia y en las investigaciones científicas, y fue descrita en la literatura en 1914. Es un instrumento fiable para medir los ángulos de desplazamiento de las articulaciones, es decir, su amplitud; y para su aplicación se utilizan los goniómetros. El goniómetro estándar o manual es un transportador de ángulos con dos brazos, un fijo que forma el cuerpo del goniómetro con el transportador, y uno móvil unido al cuerpo del goniómetro con un remache.⁵⁵ Durante la aplicación, se hace coincidir el eje del instrumento sobre el fulcro de la articulación y los

brazos del goniómetro con los segmentos móviles de la misma.⁵⁶ Se requieren conocimientos claros de anatomía por parte del investigador para alinear correctamente el goniómetro.⁵⁵

Varios experimentos examinaron el grado de fiabilidad de las medidas goniométricas utilizando diferentes procedimientos, y demostraron que la amplitud de movimiento de la rodilla, medida con goniómetro estándar, obtuvo un nivel de confiabilidad de bueno a excelente.^{57,58,59} Otros trabajos concluyeron ser válidas las medidas realizadas con el goniómetro, tras haber sido correlacionadas con las medidas obtenidas radiográficamente.^{60,61}

También existen los goniómetros pendulares, como es el *Flexómetro* o el *Flexómetro de Leighton*,⁶² y el *Inclinómetro*,⁶³ que tiene un fundamento similar al de Leighton. Todos ellos sirven para la medida de los desplazamientos tanto en flexoextensión, como en rotación. Son goniómetros de tipo gravitatorio utilizados para medir amplitudes articulares. Tienen un dial graduado en 360° y un indicador en forma de aguja, lo que posibilita evaluar personas que presenten un gran nivel de flexibilidad.

Una técnica de análisis rutinariamente utilizada en los últimos tiempos es la *Fotometría*.⁶⁴ De acuerdo con la *American Society for Photogrammetry and Remote Sensing*, la fotometría es la obtención científica de información confiable sobre objetos físicos y el medio ambiente, por medio de procesos de grabación, medición e interpretación de imágenes fotográficas y padrones de energía electromagnética radiante y otras fuentes.⁶⁵ Posibilita el registro de mudanzas sutiles y de interrelación entre partes diferentes del cuerpo humano difíciles de ser medidas o registradas por otros medios,⁶⁶ y facilita la cuantificación de las variables ofreciendo datos más fiables que los obtenidos visualmente.⁶⁵

2.2 MEDIDAS CENTIMÉTRICAS.

a) La pruebas de sentar-alcanzar (sit-and-reach) y la distancia dedo-suelo (toe-touch), también conocidas como pruebas de inclinación hacia delante sentado y de pie, son pruebas de flexibilidad para los isquiotibiales. Ambas se componen de movimientos en el plano sagital que agregan flexión de la cadera y la zona lumbar.⁶⁷

El sit-and-reach test fue planteado inicialmente por Wells y Dilon,⁶⁸ que crearon un “cajón” de madera con una escala graduada en milímetros y tiene como objetivo valorar la

flexibilidad lumbar y de los isquiotibiales. Éste test es realizado activamente o pasivamente partiendo de una postura en sedestación, estando ambas rodillas extendidas, el tronco en flexión y con los pies evitando la dorsiflexión.^{34,69,70,71}

El Toe-Touch (tocar los dedos de los pies) o test de inclinación hacia delante de pie, descrito por Kraus y Hirschland,⁷² consiste en que el sujeto se ponga inicialmente en bipedestación, con las rodillas completamente extendidas, e intente tocar los dedos de los pies con los dedos de las manos, y se registra la distancia lineal entre los pies y la punta de los dedos de las manos.

En ambas pruebas, el valor obtenido de la inclinación anterior del tronco es dado de acuerdo con la mayor distancia alcanzada por ambas manos. Tanto si se utiliza el cajón de Wells, como una regla o una cinta métrica, el punto cero de la escala coincide con el apoyo para los pies, siendo posible obtener valores negativos si el punto de mayor alcance no sobrepasa el punto cero, o positivo si se sobrepasa éste.⁶⁸ En la tabla 2.2. y 2.3. se muestran los valores considerados normativos para las pruebas centimétricas para hombres y mujeres.

Tabla 2.2. Valores normativos para las pruebas centimétricas en hombres						
Percentil	Rango de Edad					
%	< 20	20-29	30-39	40-49	50-59	> 60
90	57.4	55.3	53.3	50.8	48.2	48.2
80	55.1	52	49.5	46.9	44.4	43.9
70	52.5	49.5	46.9	44.4	41.9	39.3
60	48.2	46.9	44.4	41.4	39.3	36.8
50	45.7	44.4	41.9	38.8	36.8	34.2
40	41.9	41.9	39.3	36.3	33.7	31.7
30	39.3	39.3	36.8	33.7	30.4	28.7
20	33.5	36.5	33	30.4	26.6	25.4
10	26.6	31.2	27.9	25.4	21.5	20.3

Extraído del American College of Sports Medicine (ACSM)⁷³

Tabla 2.3. Valores normativos para las pruebas centimétricas en mujeres						
Percentil	Rango de Edad					
%	<20	20-29	30-39	40-49	50-59	>60
90	61.7	60.4	57.1	54.6	54.6	55.3
80	57.1	57.1	54.6	52	51.5	48.2
70	55.8	54.6	52	50.2	49	44.4
60	54.6	52	50.8	48.2	46.9	43.1
50	53.3	50.8	48.2	45.7	45.4	41.6
40	52	49	46.4	43.9	42.6	39.3
30	49.5	46.4	43.9	41.9	39.3	36.5
20	46.9	43.1	41.9	38.1	37.5	33
10	36.8	39.1	36.5	33	33	29.2

Extraído del American College of Sports Medicine (ACSM)⁷³

Otros autores^{6,34} señalan que los factores antropométricos pueden influir en el resultado de la evaluación de éstas pruebas, citándose la desproporción de la longitud de los miembros en relación al tronco. Como el punto inicial o punto cero es prefijado, los individuos con los miembros inferiores cortos y los superiores largos llevarían ventaja, pues estarían más cercanos al inicio de la escala.

Otra crítica a los tests de inclinación hacia delante, se refiere al aumento de la compresión en los discos intervertebrales.⁶ El estiramiento bilateral y simultáneo exigido a los isquiotibiales, puede llevar a un excesivo desplazamiento posterior de los discos intervertebrales lumbares. El nivel de protrusión de los hombros y de flexibilidad de la columna torácica, son limitaciones relacionadas con la validez de las medidas de estos tests, que hasta el momento permanecen sin sugerencias de solución. Un alto nivel de flexibilidad en los hombros y en la columna torácica conduciría a mayores valores en la prueba centimétrica, enmascarando el desempeño real de la flexibilidad.⁷⁰

La posición del tobillo durante la realización de la prueba, igualmente que en los demás tests ya mencionados, puede ocasionar diferencias relacionadas a la tensión pasiva determinada por la contracción del tríceps sural o tensión en las estructuras nerviosas.¹¹

Los tests cuyos resultados obtenidos se expresan en centímetros, como es el caso de las *pruebas de inclinación hacia delante*, se miden por medio de escalas centimétricas, como la que encontramos en la *caja de Wells*, o también de una *regla o cinta métrica*.⁷⁴ La literatura científica demuestra que los tests que registran la flexibilidad en una escala lineal, como es la centimétrica, están influenciados por las medidas antropométricas y por el biotipo de cada persona, además de sufrir influencia de las acciones de la musculatura adyacente o la

responsable del movimiento articular evaluado, lo que no permite una interpretación consistente de los resultados encontrados.^{71,75,76} La tabla 2.4. resume los instrumentos de evaluación utilizados en cada método evaluación para la valoración de la flexibilidad de los isquiotibiales

Tabla 2.4. Métodos de evaluación y sus respectivos instrumentos

SLR	-	Goniómetro	-	Fotometría
AP	-	Inclinómetro	-	Flexómetro
Inclinación hacia delante sentado y de pie	-	Escalas centimétricas (cajón de Wells, cinta métrica o regla)		

Las pruebas centimétricas son las más utilizadas para valoraciones en el deporte, por resultar fáciles y prácticas de administrar, no obstante poseen limitaciones inherentes para los adultos con problemas de lumbalgia, o con dificultad para sentarse en la posición establecida para la prueba.⁷⁷ Éste test ha sido propuesto como la mejor alternativa para medir la flexibilidad de los isquiotibiales en la población anciana.⁷⁸

La mayoría de las investigaciones sobre el acortamiento del grupo muscular de los isquiotibiales, se dirige hacia los problemas de la niñez, tanto en lo que se refiere a las consecuencias como a los valores de normalidad. Por otra parte, no hay evidencias conclusivas que establezcan cuales son los valores considerados normales y los definidos como acortamiento, sean en grados o en centímetros, y incluso evidencias que las diferencie segundo su gravedad, tanto en la infancia como en la edad adulta.^{1,79.}

TRATAMIENTO

Numerosos beneficios están asociados con la ganancia de la flexibilidad, entre ellos el aumento del desempeño en los atletas, la reducción del riesgo de lesión, la prevención o la disminución del dolor posterior al ejercicio, y mejoría de la coordinación.²² Estudios recientes proponen mecanismos que están involucrados en estos beneficios, como son el incremento de la longitud musculotendinosa, el aumento de la tolerancia al estiramiento y la alteración de la rigidez muscular y de sus propiedades viscoelásticas.^{43,80} No obstante, el desarrollo de la flexibilidad muscular dependerá de factores como la viscosidad, la elasticidad y la plasticidad muscular.

Respecto a la viscosidad, es definida como una resistencia a la fluidez del tejido.⁸¹ El tejido conectivo y la viscosidad muscular son parte responsable del movimiento restrictivo.⁶² La viscosidad puede ser modificada por la temperatura, influyendo inversamente en la misma, es decir, cuando se aumenta la temperatura de los tejidos del cuerpo, decrece la viscosidad de los tejidos y viceversa y a su vez, ésta confiere menos resistencia al movimiento disminuyendo la tensión muscular, potenciando las propiedades elásticas traduciéndose en aumento de la flexibilidad.⁸¹

Los *ejercicios de calentamiento*, son comúnmente utilizados para elevar la temperatura corporal y reducir la viscosidad. Actividades como correr, pedalear, trotar, caminar, subir escaleras y los ejercicios calistenicos, son consideradas de calentamiento, y también son utilizadas con la intención de incrementar o potenciar la flexibilidad.^{82,83,84} Otro método usado con el mismo principio es la *termoterapia*, que está clasificada en superficial: infrarrojos, parafina, bolsas de agua caliente y baños de inmersión; y profunda: onda corta, micro onda y ultra sonidos. Como efecto terapéutico del calentamiento y de la termoterapia se

espera el aumento del aporte sanguíneo, con liberación de oxígeno de la mioglobina y de la hemoglobina para los músculos. Estas mudanzas preparan el cuerpo para las actividades físicas, al acelerar el metabolismo de las fibras musculares y disminuir la resistencia intramuscular, aumentando de esta manera el rango de movimiento y la eficiencia mecánica.⁸⁵ Aunque la tendencia de la clasificación superficial y profunda para la termoterapia tiende a extinguirse, ya que la acción fisiológica y terapéutica de los agentes profundos no se resume solamente en la producción de calor, los reagrupamos de ésta manera para enfatizar la capacidad de producir calor y los efectos generados mediante su aplicación.

Cosgray et al,⁸⁶ compararon el uso de onda corta, bolsa de agua caliente con un grupo de control, y encontraron que de los grupos que utilizaron termoterapia, solamente el grupo de onda corta, logró diferencias significativas respecto al grupo de control, posiblemente porque la onda corta logra aumentar la temperatura del tejido entre 3° y 4°, a una profundidad entre 3 a 5 cm.⁸⁷

De acuerdo con de Weijer et al⁸³, cuando se comparan grupos, a los que se les aplica calentamiento más estiramiento, o bien sólo estiramiento o sólo calentamiento, con un grupo de control, se obtienen los siguientes resultados: los grupos tratados con calentamiento más estiramiento o sólo estiramiento, obtienen mayores beneficios que los tratados con sólo calentamiento o el grupo control. Sin embargo, cuando se comparan los dos primeros grupos, se observa que a pesar de ser efectivos, no presentan diferencias significativas entre ellos.

Los cambios provocados, por el aumento de la temperatura, en la viscosidad tisular no tiene efectos a largo plazo sobre la mejora de la flexibilidad, de este modo no es infrecuente que se apliquen en combinación con técnicas de estiramiento muscular.^{88,89,90,91}

En la tabla 3.1. se muestran los tratamientos encontrados en la literatura científica, basados en la fisiología del calentamiento sobre la viscosidad muscular, para el entrenamiento de la flexibilidad en los músculos isquiotibiales.

Tabla 3.1. Tratamientos encontrados en la literatura para el entrenamiento de la flexibilidad en la musculatura isquiotibial.

Termoterápicos	- Actividades de calentamiento: bicicleta, carrera, trotar, pedalear, subir escaleras etc.
	- Micro Onda
	- Onda Corta
	- Baños Inmersión
	- Bolsas Térmicas

A pesar de que la *crioterapia* es calificada como un agente térmico, su actuación no se basa en el calentamiento, pero sí en la retirada de calor de un cuerpo llevando a un enfriamiento del tejido local. Es ampliamente aplicada en el ámbito de la rehabilitación física y deportiva. Además de la vasoconstricción, conlleva a la disminución del metabolismo, a la reducción de la conducción nerviosa, a la analgesia⁹² y a la inhibición de la motoneurona gama, y en consecuencia a la de los husos neuromusculares resultando en la inhibición del reflejo miotático.⁹³ Basadas en éstas apreciaciones, se puede justificar su aplicación tanto de forma aislada o conjunta con el estiramiento muscular en los programas de entrenamiento de la flexibilidad. Como recursos para la aplicación de la crioterapia, podemos encontrar bolsas de hielo, criogel, spray, inmersión en superficies frías.^{90,94,95}

Al contrario de la viscosidad, el desarrollo de la flexibilidad es directamente proporcional a sus propiedades elásticas y plásticas. La elasticidad es la propiedad que posee el tejido muscular de recuperar su posición inicial después de haber sido sometido a una tracción externa, y la plasticidad es la capacidad que tiene el músculo de remodelarse, adquiriendo una nueva longitud, dependiendo de la fuerza de tracción y de la frecuencia con que la recibe.⁹⁶

Si se ejercen esfuerzos de tracción cada vez más intensos sobre el músculo, se produce en primer lugar una fase imperceptible de desorganización del orden molecular, es decir, de la modificación de la arquitectura de los diferentes elementos que componen la estructura del mismo, son ellos: elementos contráctiles, elásticos en serie y elásticos en paralelo. Este primer tiempo corresponde con el inicio de la fase plástica, y va seguido de una fase de deformación neta. Esto significa que persiste una deformación en alargamiento incluso cuando se interrumpen los esfuerzos de tracción. Por lo tanto, existe una acción duradera en la organización de la estructura muscular, acarreando un estado duradero de aumento de la longitud.⁹⁷

Según lo expuesto, los **estiramientos musculares** forman parte de las técnicas de desarrollo y mantenimiento de la flexibilidad muscular. Los estiramientos consisten en aplicar una fuerza externa para elongar los componentes contráctiles (extensibles), filamentos de actina y miosina, buscando alargar al máximo la estructura músculotendinosa.⁹⁸ La práctica del estiramiento es común entre fisioterapeutas, así como en el ámbito deportivo, atletas y preparadores físicos. El estiramiento permite que el músculo recupere la longitud muscular necesaria para mantener el alineamiento postural y articular correcto, manteniendo la estabilidad articular y garantizando la integridad de la movilidad articular y de la función muscular.⁹⁹ Hoy en día existe mucha controversia respecto a los estiramientos, puesto que se están realizando muchas investigaciones sobre cuál es la mejor metodología de aplicación.¹⁰⁰ Se pueden categorizar de acuerdo con el tipo, el modo y la postura de aplicación, y el posicionamiento pélvico.

Entre los tipos de estiramientos encontramos: a) *estáticos*, donde el músculo o grupo muscular es estirado hasta un punto de máxima amplitud articular o de máxima tensión muscular, permaneciendo en esta posición por un tiempo determinado; b) *facilitación neuromuscular propioceptiva (PNF)*, que puede aplicarse de dos modos distintos, si bien ambos combinan contracción isométrica seguida de relajación y de un tiempo de estiramiento estático; no obstante la fase de contracción isométrica puede emplearse directamente al músculo que se quiere tratar o a su antagonista, y asimismo, la fase de estiramiento será aplicada directamente al músculo tratado; c) *estiramientos dinámicos o balísticos*, que se basan en movimientos rítmicos y espasmódicos de una articulación a través de todo su recorrido articular, hasta que el músculo alcance su límite de estiramiento, y utilizando la propia velocidad del movimiento para estirarse.¹⁰¹

Bandy et al,⁵² compararon el estiramiento estático, con el dinámico, y con un grupo de control, en 58 sujetos con edad media de 26,21 años. Ambos grupos de estiramiento lograron resultados positivos con relación al grupo de control, pero el grupo que utilizó estiramiento estático presentó mejores resultados que el que utilizó el dinámico. Sin embargo, Nelson et al,⁴⁹ llevaron a cabo la misma tipo de comparación, en 69 sujetos con edad media de 16,45 años, y no encontraron diferencias significativas entre los grupos de estiramiento, aunque ambos lograron mejores resultados que el grupo de control. El *ACMS*, aconseja el uso de los estiramientos estáticos en lugar de los balísticos o PNF, ya que éstos pueden producir dolor o lesiones si las fuerzas aplicadas son demasiado fuertes.⁷³

Otra manera de categorizar el estiramiento es por el modo de aplicación. Puede ser aplicado *activamente* cuando la técnica es realizada por el propio sujeto que se está tratando, o *pasivamente* cuando el sujeto no ejecuta ninguna acción durante la aplicación de la técnica y la acción es efectuada por un agente externo que puede ser un terapeuta o una maquinaria; y de manera *asistida* cuando el movimiento es ejecutado por el propio individuo auxiliado por un agente externo.

Cuando se comparó el estiramiento ejecutado de modo activo y asistido, Schuback et al,¹⁰ encontraron que el grupo que utilizó la técnica activamente alcanzó mejores resultados que el grupo que llevó a cabo la técnica de forma asistida.

El estiramiento de la musculatura isquiotibial se puede realizar en diferentes posiciones. Se estiran globalmente en extensión de rodilla y flexión de cadera, con el sujeto posicionado en *bipedestación*,¹⁰¹ *sedestación*⁵⁰ y *decúbito dorsal*.¹⁰ La postura en *slump-test* consiste en estar sentado con la cadera a 90° y la rodilla en extensión,¹⁰² añadiendo la flexión de la columna cervical y tóraco lumbar, e incrementando la tensión en las estructuras nerviosas y en toda la cadena muscular posterior.

Webright et al¹⁰², aplicaron estiramiento estático en dos grupos, uno en la postura sentada y el otro en slump-test, y los compararon con un grupo de control. Los grupos que utilizaron el estiramiento, lograron mejoría en la flexibilidad de los isquiotibiales frente al grupo control, pero no hubo diferencias significativas al comparar la postura adoptada en los dos grupos.

Algunos ensayos clínicos experimentales enfocan la influencia del *posicionamiento pélvico* en el resultado final de la aplicación del estiramiento. En la inclinación anterior de la pelvis (anteversión) ocurre un desplazamiento superior y posterior del isquion, alejando el origen muscular del isquiotibial de su inserción, y aumentando la tensión en él. Cuando lo contrario ocurre, es decir la en retroversión, el isquion se desplaza anterior y inferiormente, y la distancia origen inserción disminuye conjuntamente con la tensión en el músculo. En cuanto a la posición neutra o estabilizada de la pelvis no ocurre movimiento pélvico, y consecuentemente no influye en el estado de tensión del isquiotibial.^{10,103}

Las diferentes posturas del posicionamiento pélvico, deben ser tenidas en consideración al analizarse la efectividad de la técnica de estiramiento utilizada.¹⁰⁴ En la tabla 3.2. se muestran las categorías relacionadas con la técnica de estiramiento, en cuanto al tipo de estiramiento, el modo, la postura y el posicionamiento pélvico adoptado.

Tabla 3.2. Categorías relacionadas con la técnica de estiramiento			
TIPO	MODO DE APLICACIÓN	POSTURA	POSICIONAMIENTO PÉLVICO
Estático	Activo	Bipedestación	Ante vertido
Dinámico/balístico	Pasivo	Decúbito ventral	Retrovertido
FNP	Asistido	Decúbito Dorsal	Neutra/Estabilizada
		Sedestación	
		Slump-Test	

La **Técnica de Energía Muscular (TEM)** puede ser definida como una forma de tratamiento manipulativo osteopático en la que el paciente contrae activamente el músculo, bajo sollicitación, a partir de una posición precisamente controlada (barrera restrictiva) y en una dirección específica, resistiendo el movimiento con una contra fuerza, bien de origen isométrico, isotónico (concéntrica y excéntrica) o isocinético. Una vez realizada la contracción, se lleva el músculo o articulación a su nueva “barrera”, y además se puede o no estirar el músculo más allá de la barrera. La elección de si se estira o no, así como que músculo contraer, si el agonista (acortado) o el antagonista, dependerá del objetivo planteado por el terapeuta.¹⁰⁵

A cada contracción se estimula el órgano tendinoso de Golgi, que posteriormente se descarga inhibiendo las motoneuronas alfa y gamma, facilitando el movimiento articular adicional, y consecuentemente provocando ganancias en la longitud del tejido muscular acortado.^{106,107} Greenman,¹⁰⁸ opina que el músculo que requiere estiramiento, debería ser el músculo sometido a contracción, ya que esto provoca un grado de relajación más significativo, y por tanto una mayor capacidad de estiramiento. No obstante, cuando un músculo se contrae, su antagonista se inhibirá, e inmediatamente procederá a su relajación por efecto de inhibición recíproca. De este modo, el antagonista de un músculo o grupo

muscular acortado, también puede ser sometido a contracción para conseguir un cierto grado de alivio y de movimiento adicional en los tejidos acortados.¹⁰⁵

La **masoterapia** constituye una de las modalidades de tratamiento más frecuentes y tradicionales en Fisioterapia, y también ha sido aplicada en los tratamientos para el desarrollo de la flexibilidad. A partir del año 1920, los trabajos científicos con gran fundamento fisiológico permitieron describir la masoterapia como una forma científica de tratar determinados tipos de afecciones musculares (como contracturas, espasmos, puntos gatillo, etc.), a través de movilizaciones de los tejidos blandos y externos del cuerpo.¹⁰⁹ Se puede nombrar diferentes modalidades para la aplicación del masaje, desde la clásica, que pueden ser diferenciadas en: roce (effleurage), amasamiento, rodamiento y fricción; a las especializadas, como: neuromuscular, fricción transversa de Cyriax, movilización miofascial, drenaje linfático manual y digito presión.¹¹⁰

Entre los efectos esperados de la masoterapia sobre el sistema muscular, se aprecia la estimulación de la circulación, la estimulación de la inervación y de la actividad celular, el alivio y la prevención de la rigidez tisular, el estiramiento pasivo de las fibras musculares, y la restauración de la movilidad entre las interfaces de los tejidos, promoviendo de esta manera el aumento de la extensibilidad, la reducción de las adherencias y la remodelación del tejido cicatricial. Asimismo la masoterapia puede aplicarse para aumentar o disminuir el tono muscular.^{110,111} En la tabla 3.3. se resumen las diferentes técnicas de masoterapia utilizadas en los tratamientos para la flexibilidad de los músculos isquiotibiales encontrados en la literatura científica.

Tabla 3.3. Técnicas de masoterapia utilizadas en los tratamientos para flexibilidad del musculo isquiotibial.

Masoterapia	<ul style="list-style-type: none">- Roce (effleurage)- Amasamiento- Rodamiento- Fricción- Fricción Transversa de Cyriax
-------------	---

Mikesky et al.¹¹² realizaron un estudio en que compararon un grupo tratado mediante calentamiento y masaje con un grupo de control, y no obtuvieron diferencias significativas entre ellos. Ya Hopper et al.,¹¹³ utilizaron la combinación de roce, amasamiento, rodamiento y fricción, durante 5 minutos, en dos grupos experimentales, uno de ellos aplicándolo por todo el vientre muscular y en el otro sólo en la zona de mayor tensión. Los resultados indicaron que las técnicas de masaje aplicadas sobre la zona de mayor tensión logran mejores resultados.

A pesar de aparecer con poca frecuencia en la literatura científica como una forma de tratamiento para la ganancia de la flexibilidad en la musculatura isquiotibial, el *método de Feldenkrais* ha ganado lugar con este objetivo entre los profesionales de la salud.^{113,114} Fue desarrollado principalmente para ofrecer a los individuos el auto conocimiento sobre el cuerpo, proporcionando al mismo mayor eficiencia motora.¹¹⁵

Los principios del método de Feldenkrais se fundamentan en que las restricciones físicas y la pérdida de la amplitud del movimiento no son producto de defectos anatómicos, ni de lesiones físicas o de la edad, pero sí del desuso.¹¹⁵ Zagorsky,¹¹⁶ señala que el mal uso diario del cuerpo hace que éste se “encierre” por tensión muscular, y por consiguiente, los movimientos se ejecutaran con mayor esfuerzo, y el músculo se hará menos diferenciado, conduciendo a disfunciones de rigidez, espasmo, dolor y fatiga. Lake,¹¹⁷ señala que a través del método de Feldenkrais las destrezas de movimiento pueden ser practicadas y aprendidas, y de esta manera podrían resolverse dichas disfunciones.

El método de Feldenkrais se compone de dos modalidades: Awareness Through Movement (ATM), concienciación a través del movimiento, y Functional Integration (FI), integración funcional. La ATM consiste en secuencias de movimiento guiadas verbalmente, por personas o por medio de videos, y se dirige principalmente a los tratamientos en grupo. Por el contrario, la FI es aplicada de forma individual, y la comunicación con el individuo se lleva a cabo de forma táctil, es decir, con movimientos guiados manualmente. Ambas modalidades de tratamiento incluyen movimientos lentos, sin pausa y sin de dolor. El paciente debe enfocarse en cómo se mueve el cuerpo, explorando la conexión entre las partes del mismo y los movimientos específicos que son llevados a cabo.¹¹⁸ Esto requiere un aumento gradual de la conciencia y de la reorganización corporal necesaria para el aumento de la movilidad.¹¹⁷

Entre los objetivos esperados con la aplicación del método, se incluye la reducción del stress, de la ansiedad, y por consiguiente de la tensión muscular, el aumento de la movilidad articular y de la flexibilidad muscular.¹¹⁹ No obstante, es importante señalar que todo el mecanismo de éste tratamiento se basa en especulaciones y que todavía no existen evidencias científicas que corroboren su eficacia.¹¹³ Hooper et al.¹¹³ y James et al.,¹²⁰ compararon dos grupos tratados, cada uno tratado con una modalidad diferente del método de Feldenkrais, con grupos de control, y observaron que no hubo diferencias significativas entre los resultados.

El tiempo ideal que se debe aplicar para que el tratamiento de un músculo acortado resulte efectivo, todavía es controvertido. Respecto a las técnicas de calentamiento, de termoterapia, de crioterapia y del método de Feldenkrais, no se encuentran en la literatura científica ensayos clínicos que hayan procurado comparar el tiempo de tratamiento que logre mejores resultados. Referente a los estiramientos, si los tejidos musculares son estirados en un intervalo corto de tiempo, la extensibilidad o la nueva longitud pretendida no podrá desarrollarse de forma óptima; es decir, la plasticidad o la adaptación neuromuscular procurada está más favorecida por un estiramiento de mayor duración.¹²¹

De acuerdo con el ACSM⁷³ el tiempo ideal de tratamiento varía entre 10 y 30 segundos para cada estiramiento estático, con un número de repeticiones de 3 a 5, y una frecuencia de al menos 3 veces a la semana. Bandy et al.¹²², observaron que 2,5 min. semanales de estiramiento estático, durante 5 semanas, es más efectivo que 1,25 min. y tan efectivo como 5 min. Ford et al.,⁵⁰ encontraron que 3,5 minutos semanales de estiramiento estático, durante 5 semanas son tan efectivos como 7, 10,5 ó 14 minutos semanales. Bandy et al.¹²³ demostraron que 2,5 y 7,5 min. de estiramiento estático semanal, durante 6 semanas, son igual de efectivos que 15 min. Gama et al.⁵¹ hallaron que después de dos semanas, son igual de efectivos 7,5 que 15 min. semanales de FNP, y que ambos son más efectivos que 2,5 min con la misma periodicidad.

Referente al número de semanas de tratamiento, Rowlands et al.¹⁰⁷ y Chan et al.,¹²⁴ aplicaron respectivamente, programas de estiramiento de 4 y 8 semanas, y de 3 y 6 semanas. Ambos obtuvieron mejores resultados en los grupos que participaron del programa con un número mayor de semanas; es decir, los grupos que utilizaron 8 y 6 semanas de tratamiento.

De acuerdo con Herbert,¹²⁵ el aumento inmediato en la longitud muscular, vista tras el estiramiento, provocado por las deformaciones viscosas es un fenómeno transitorio que tiene valor terapéutico necesario para cortos periodos de tiempo. Sin embargo, los aumentos durables en la longitud resultan de un remodelamiento adaptativo y no simplemente de la deformación viscoelástica.^{85,125} Según De Deyner,¹²⁶ las bases científicas para la rehabilitación de la flexibilidad muscular, a través del estiramiento, están basadas en los mecanismos de adaptación celular y molecular de las fibras musculares. Un estiramiento mantenido por varios días provocaría la acomodación en el tamaño de los sarcómeros en serie y estimularía la adición de otros nuevos, haciendo con la longitud muscular aumentase.

EL META-ANÁLISIS

4.1 DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS

El meta-análisis es una metodología para la revisión sistemática y cuantitativa de la investigación, ampliamente consolidada y aplicada en las ciencias de la salud. Ofrece las técnicas necesarias para acumular rigurosa y eficientemente los resultados cuantitativos de los estudios empíricos sobre un mismo problema de salud, permitiendo a los profesionales de la salud la adopción de decisiones bien informadas en sus respectivas áreas de trabajo.¹²⁷

En los últimos años, la investigación sobre la eficacia de los tratamientos, así como de los programas para promoción de la salud, ha sufrido importantes cambios en su forma de estudio. Iniciados en las ciencias de la salud hace aproximadamente 25 años, los meta-análisis se han sumado a las revisiones tradicionales de la investigación como un procedimiento alternativo o complementario.¹²⁸ La principal razón de la popularidad que ha alcanzado el meta-análisis está en el crecimiento exponencial de las revisiones sistemáticas y de las publicaciones científicas sobre ensayos clínicos en diferentes aspectos del campo de la salud, junto a la mitificación de lo “basado en la evidencia”. El análisis cualitativo de las diversas fuentes de información es desigual, por lo que el problema al cual se enfrenta no es sólo el exceso de información, sino que la calidad de la mayoría de las fuentes es deficiente, lo que torna difícil la toma de decisiones.^{128,129} De esta manera, el meta-análisis ha surgido como un procedimiento objetivo y cuantitativo para integrar los resultados de las investigaciones sobre un mismo problema.¹³⁰

La metodología del meta-análisis permite, mediante métodos estadísticos formales, analizar los resultados de los distintos estudios con objetivos y características similares y comparables, proporcionando una respuesta definitiva, aún cuando ninguno de los estudios

individuales considerados haya podido aportar respuesta concluyente a la pregunta de investigación en cuestión. Se trata por lo tanto de un diseño especialmente útil cuando existe incertidumbre sobre el efecto de una determinada intervención, sea porque los resultados de los estudios individuales son contradictorios o porque la falta de potencia estadística no les permite llegar a resultados concluyentes.¹³¹

La realización de un meta-análisis es un proceso de investigación que requiere el cumplimiento de las normas propias de un método científico: objetividad, sistematización y replicabilidad. Frente a las revisiones tradicionales de la investigación, también denominadas revisiones cualitativas o narrativas, el meta-análisis propugna el mismo rigor científico que se exige en las investigaciones primarias. En un meta-análisis no se prejuzgan los resultados de las investigaciones, sino que se cuantifican y se analizan conjuntamente. Así mismo, un meta-análisis tiene que ser replicable por otro investigador, por lo que todas las decisiones en el proceso de revisión cuantitativa tienen que hacerse explícitas.^{128,132}

Para que dichas funciones se cumplan, es necesario que los resultados de las distintas investigaciones se transformen a una métrica común de modo que sea posible su comparación y combinación. Las dos medidas más habituales han sido el análisis de los niveles de significación y la obtención de los tamaños del efecto.¹³³

4.2 OBJETIVOS DEL META-ANÁLISIS

Los objetivos de un Meta-Análisis dependerán, como en cualquier investigación, de la pregunta científica formulada. En cualquier caso, entre los propósitos generales comunes se encuentran:^{134,135}

- a. Combinar mediante modelos estadísticos apropiados los resultados obtenidos en diferentes estudios independientes que individualmente han pretendido responder a una misma pregunta de investigación, con el fin de estimar mediante intervalos de confianza un resultado que resuma el conjunto de valores de los efectos o asociaciones previamente informados.
- b. Evaluar si existe una homogeneidad estadística aceptable entre los diferentes estudios, o si por el contrario estos presentan heterogeneidad, con el fin de definir el

método más apropiado de integración de los efectos, teniendo en cuenta para ello si estos se presentan en forma de variables discretas o continuas.

c. Aplicar métodos estadísticos cuantitativos para estimar el aporte que cada uno de los estudios incluidos tiene sobre el resultado combinado de los efectos, considerando generalmente el tamaño de las muestras y el grado de variación obtenida al valorar dichos efectos.

d. Explorar la robustez del resultado final empleando para ello el análisis de sensibilidad, procedimiento mediante el cual se evalúa que tanto se afecta éste cuando se tienen estudios demasiado pequeños o resultados individuales con valores extremos.

e. Identificar y explicar en cuanto sea posible las inconsistencias existentes en los resultados de investigaciones previas.

4.3 ETAPAS DE UN META-ANÁLISIS

Para llevar a cabo un meta-análisis sobre un asunto determinado, se transcurre una sucesión de etapas. De acuerdo con Cooper,¹³⁶ se establece 5 etapas:

1. Formulación del problema.
2. Búsqueda de la literatura.
3. Codificación de los estudios.
4. Análisis estadístico e interpretación.
5. Publicación del meta-análisis.

4.3.1 Formulación del problema.

El primer paso a seguir en una investigación empírica es demarcar la relación conceptual que se pretende estudiar, delimitando las variables y los constructos implicados. Aquí deben ser definidos los pacientes, la dolencia y la(s) intervención (es) terapéutica(s). Del mismo modo, se debe distinguir entre las variables fundamentales (dependientes e independientes) y las variables moderadoras, determinando en la medida de lo posible la magnitud y el sentido de su influencia. Esto posibilita la adecuada determinación de los criterios para la inclusión de los estudios. Cuestiones mal formuladas llevan a decisiones oscuras sobre lo que se debe o no incluir en el meta-análisis.

4.3.2 Búsqueda de la literatura.

Una vez formulado el problema, el siguiente paso de un meta-análisis consiste en definir los criterios de selección que han de cumplir los estudios empíricos y desarrollar una búsqueda de la literatura lo más exhaustiva posible. Entre los criterios de selección figuran el período temporal de realización de los estudios, el diseño de investigación que deberían tener, el lenguaje en el que deberían estar escritos y otras características más específicas determinadas por los objetivos de cada meta-análisis.

En cuanto a los procedimientos de búsqueda, deberían combinar la consulta de bases de datos bibliográficas especializadas (por ejemplo Medline, Cochrane Central y PEDro) con otras estrategias de búsqueda como la consulta de las referencias bibliográficas de trabajos relevantes y otros meta-análisis en el área de estudio. Asimismo, es muy importante recurrir a otros procedimientos menos sistemáticos que permitan la localización de estudios no publicados (como tesis doctorales, comunicaciones presentadas a Congresos, e informes técnicos internos de centros de investigación), o bien a través del contacto con autores o grupos de investigación especialistas en el tema. Igualmente se deben identificar los estudios publicados y no indexados, estudios no publicados y estudios en realización. Cuantas más fuentes se utilizan, mayor será la probabilidad de exhaustividad, menores serán los sesgos de muestreo y mayor equilibrio se logrará entre estudios publicados y no publicados.¹²⁷

4.3.3 Codificación de los Estudios.

Tras una evaluación crítica de los estudios identificados y la selección de aquellos que cumplen con los criterios de inclusión, se inicia la codificación de los datos relevantes a tales estudios. Se incluyen tanto los resultados cuantitativos, como aquellos resultantes de las características diferenciales que pudieron estar asociadas y que favorecieron a las discrepancias en los resultados de dichos estudios. Siguiendo a Lipsey,¹³⁷ las características de los estudios, y las variables moderadoras, se clasifican en 3 grupos:

- a) Substantivas: relacionadas con la naturaleza del tratamiento aplicado (como el tipo, la forma en la que se ha aplicado, la duración, etc.), con las características de los sujetos participantes (como la edad, el género, el tipo de la población estudiada, el

nivel de actividad física, etc.) y las referentes al contexto (como la localización física y la geográfica donde se llevaron a cabo los estudios).

b) Metodológicas: concernientes a los aspectos del diseño y método de investigación aplicado. Como por ejemplo, tipo de grupo de control (activo o inactivo), tipo de asignación de los sujetos (aleatoria o no aleatoria), métodos de evaluación, el instrumento de medida, el tamaño muestral, la mortalidad experimental, la calidad del diseño, etc.

c) Extrínsecas: son las características indirectamente relacionadas con la ejecución del programa de tratamiento. Abraza la fuente de publicación (publicado o no publicado), la fecha y la forma de publicación (como artículo de revista, tesis, etc.).

Otra tarea esencial en esta fase, es la de definir la forma en que se van a registrar los resultados cuantitativos de los estudios, en una misma métrica que los haga directamente comparables de estudio a estudio. Se trata de que, a partir de la información cuantitativa que aportan los estudios (como medias, desviaciones típicas, etc.), el meta analista la transforme en una misma escala, como por ejemplo, a través de los índices **del tamaño del efecto (TE)**,¹³³ que tienen como objetivo cuantificar el grado o magnitud en que se manifiesta el fenómeno en cuestión en cada estudio empírico.¹³⁰

Las variables moderadores y los valores del tamaño del efecto se registran en un protocolo u hoja de codificación, cuyas normas de cumplimentación están previamente establecidas en un manual o libro de codificación, donde se deben detallar de la forma más clara, precisa y objetiva, los criterios y las escalas de valoración de las variables, para posibilitar que cualquier otro investigador pueda aplicarlo y alcanzar estimaciones equivalentes.

Una vez llevada a cabo la codificación de las variables y los cálculos del tamaño del efecto, resulta conveniente analizar la fiabilidad de éstos a través de la estimación del grado de acuerdo entre diferentes codificadores independientes, lo que ayudará a depurar y mejorar el manual de codificación.¹³⁸

4.3.4 Análisis Estadísticos e Interpretación

Con base en los objetivos e hipótesis planteados, en la etapa inicial del meta-análisis, se analizará e interpretará las características y los resultados de los estudios integrados, o sea, se podrá establecer un intervalo de confianza que permita valorar la precisión de la estimación, y si realmente existe la relación conceptual que se propuso.

Existen diversas técnicas estadísticas para la realización del meta-análisis. La elección del método depende fundamentalmente del tipo de medida del tamaño del efecto utilizado y de la consideración de la homogeneidad de efectos entre los resultados de los estudios incluidos. La homogeneidad de efectos entre los estudios se asume al utilizar las diversas técnicas basadas en un *modelo de efectos fijos*, o no se considera si se utiliza un *modelo de efectos aleatorio*.¹³⁹

En el modelo de efectos fijos se asume que los estudios incluidos en el meta-análisis están estimando a un mismo tamaño del efecto paramétrico poblacional, por lo que la única variabilidad asumida en los estudios individuales es la debida a error de muestreo aleatorio, es decir, se debe al hecho de que los estudios utilizan muestras de sujetos diferentes. En el modelo de efectos aleatorios se parte de la base de que los estudios estiman a una distribución de TEs paramétricos en la población, es decir, cada tamaño del efecto individual estima a un TE poblacional diferente.

Las técnicas de análisis habitualmente aplicadas, responden a tres estrategias generales: 1) promediar los intervalos o el tamaño del efecto a través de los estudios, 2) evaluar la heterogeneidad de los resultados y 3) en los casos que se confirme la heterogeneidad, crear un modelo explicativo de tal heterogeneidad en función de las características diferenciales de los estudios integrados.¹⁴⁰

Hedges y Olkin,¹⁴¹ plantean una prueba inferencial para contrastar la hipótesis de homogeneidad de los resultados. Esta prueba permite comparar la variabilidad intragrupos e intergrupos de una forma similar al Análisis de Varianza, para comprobar si la citada característica se asocia con una diferencia significativa en los resultados. En caso de que no resulte significativa, el meta-análisis habrá concluido explicando los resultados contradictorios en función de factores meramente aleatorios, y si por el contrario, se

demuestran diferencias significativas, se precisa la aplicación de análisis ulteriores que permitan extraer conclusiones acerca de la posible relación entre los resultados y ciertas características de los estudios.

4.3.5 Publicación del Meta-Análisis

Urrutia et al, ¹⁴² describieron, de forma especificada, la manera que las revisiones meta-analíticas deben ser redactadas. Componiéndose de las siguientes sesiones: introducción, método, resultados y discusión.

En la sección introducción debe aparecer cuál es la aportación del artículo. En la sección método es donde se marcan las diferencias más pronunciadas entre un estudio primario y un meta-análisis. En este último caso no se trata de especificar las condiciones experimentales bajo las que se plantea una investigación, sino más bien de precisar las múltiples decisiones que conlleva un proceso de revisión. Campos como, las técnicas de búsqueda de los estudios y sus criterios de inclusión, la determinación de la unidad de análisis, la medida de los resultados, los criterios de codificación de las características de los estudios y los análisis estadísticos seleccionados para el tratamiento de los datos, deberán estar minuciosamente detallados, con el fin de viabilizar una valoración objetiva del alcance de las conclusiones del meta-análisis, así como su replicación.

La sección de los resultados se compondrá de los datos descriptivos, inferenciales e interpretativos del estudio; en ésta sección es beneficioso utilizar representaciones gráficas para exponer los resultados obtenidos. En cuanto a la sección discusión, una cantidad mayor de datos analizados acertadamente, permitirá la extracción de conclusiones más amplias, válidas y generalizables que las de una investigación individual en torno al objetivo del estudio, relacionándolos con los de otros estudios empíricos, revisiones teóricas y meta-análisis previos.

Finalmente es importante que los estudios incluidos estén referenciados en el meta-análisis en un apéndice en forma de tabla, donde aparezcan el tamaño del efecto global, el tamaño muestral y las puntuaciones codificadas de las características de los estudios y de las variables moderadoras utilizadas en el meta-análisis.

4.4 PRINCIPALES FUENTES DE SESGO EN META-ANÁLISIS

Se debe reconocer en el meta-análisis un procedimiento estadístico válido para facilitar, de forma confiable, un resumen de los hallazgos derivados de múltiples investigaciones, así como su contribución a la investigación y la práctica de la medicina basada en la evidencia. Sin embargo, y como en todas las técnicas de investigación, su utilidad y fiabilidad están sujetas a controversias.¹⁴³

Los sesgos más comunes en estos tipos de investigación son:

- a) Representatividad. Puede darse debido a que los estudios de gran tamaño que tienen resultados significativos tienen mayor probabilidad de ser publicados que otros sin esas características¹⁴⁴ y a que los estudios pequeños con resultados positivos pueden ser publicados con mayor facilidad que aquellos que tengan resultados negativos.¹⁴⁵
- b) Calidad. Una cuestión importante es si se debe eliminar o no los estudios que presentan defectos metodológicos serios, como por ejemplo la inclusión o no de estudios cuasi-experimentales. La mezcla de estudios de buena calidad metodológica con estudios de baja calidad puede dar lugar a estimaciones de los efectos sesgadas. Se recomienda codificar como una variable moderadora más, la calidad del diseño del estudio y analizar su posible relación con los tamaños de efecto, o bien pre determinar normas estrictas de calidad metodológicas que deben cumplir los estudios para ser incluidos en el meta-análisis.¹⁴⁶
- c) Heterogeneidad. El riesgo de mezclar estudios muy heterogéneos, sería que los resultados globales podrían ser poco informativos. La respuesta de los meta-análisis más recientes frente a tales consideraciones, es la de apostar por una definición conceptual clara y precisa, que exija la necesaria homogeneidad, al menos conceptual, de los estudios seleccionados para la revisión.¹⁴⁰
- d) Dependencia. La inclusión de más de un tamaño del efecto calculado sobre la misma muestra de sujetos atenta el supuesto de independencia de los datos que asumen las técnicas meta-analíticas de análisis estadísticos. Se recomienda obtener un promedio de los tamaños de efecto correspondientes a un mismo estudio para evitar problemas de dependencia estadística.¹⁴⁷

[Escribir texto]

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

5.1 INTRODUCCIÓN

Dado que hasta el momento no existe ningún estudio cuantitativo acerca de las posibilidades de tratamiento y su efectividad para el acortamiento de los músculos isquiotibiales, y dado que la evidencia existente relaciona dicho acortamiento con disfunciones posturales, articulares, musculotendinosas y dolor,^{1,8,19,22,26,30,32,35} se consideró conveniente examinar a través de un estudio meta-analítico, por una parte, cuáles son las posibilidades de tratamiento existentes y por otra, relacionar la eficacia de estos tratamientos con un conjunto de variables moderadoras capaces de predecir o explicar dicha eficacia.

5.2 OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Ante la falta de meta-análisis previos nos planteamos como objetivo principal de esta investigación *revisar la evidencia empírica acerca de los tratamientos para la musculatura isquiotibial acortada y, a través de ésta, estimar cuál de ellos resulta más eficaz, en qué modo y bajo qué circunstancias.*

El objetivo general se vertebra en otros específicos presentados a continuación:

- a) Obtener una estimación global de la eficacia de las intervenciones que tratan la musculatura isquiotibial acortada.
- b) Analizar el influjo de las características de los tratamientos sobre los tamaños del efecto (TEs), tales como el tipo de tratamiento, la duración e intensidad de la intervención, el modo de aplicación, las características de los terapeutas, etc.

- c) Estudiar el influjo de las características de los sujetos en los TEs, tales como la edad, el género, la presencia de comorbilidad en la muestra, etc.
- d) Descubrir si las variables metodológicas como tipo de grupo de control, mortalidad experimental, calidad, están influyendo en la magnitud de los TEs.
- e) Comprobar si las variables contextuales y extrínsecas están influyendo en la magnitud de los TEs.

Una revisión de la literatura científica sobre los tratamientos para la ganancia de flexibilidad en la musculatura posterior del muslo, nos permitió definir una serie de *hipótesis de trabajo*, agrupadas en función de la categoría a la que pertenecen las variables moderadoras involucradas.

Variables sustantivas de tratamiento:

- 1. El tipo de tratamiento influirá en la magnitud de los TEs. Se espera que el estiramiento muscular será el tratamiento que alcance los mejores resultados.
- 2. La intensidad y la duración del tratamiento influirán en los resultados. Se puede esperar que a mayor intensidad/duración del tratamiento mayor será la eficacia del mismo.
- 3. La experiencia de los operadores es una variable influyente en los TEs: A mayor experiencia mejores resultados.

Variables sustantivas de sujeto:

- 4. El género del sujeto influirá en el resultado del tratamiento. Los tratamientos demostrarán ser más eficaces en las mujeres que en los hombres.
- 5. La edad influirá en la magnitud de los TEs, a mayor edad se esperan peores resultados.
- 6. La comorbilidad presentada por los sujetos influirá en los resultados de los tratamientos. Se espera que, a mayor morbilidad en la muestra, peores resultados.

7. El hecho de que los pacientes hayan mantenido su rutina diaria de actividad física durante el tratamiento influirá positivamente en el mismo.

8. La eficacia de los tratamientos será mayor cuanto mayor sea el nivel de actividad física de los sujetos tratados.

Variables metodológicas:

9. El tipo de grupo de control influirá en los TEs: los estudios con grupo de control inactivo darán lugar a TEs más altos que los estudios con grupo de control activo.

10. La mortalidad global se correlacionará positivamente con los TEs.

11. El TE resultará menor cuanto mayor sea la calidad metodológica del estudio.

Variables extrínsecas:

12. Con respecto a la fuente de publicación (estudios publicados versus no publicados), esperamos que los estudios no publicados presenten TEs más bajos que los publicados.

METODOLOGÍA

METODOLOGÍA

6.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LOS ESTUDIOS

Partiendo de los objetivos propuestos en nuestro meta-análisis, se fijaron una serie de criterios conceptuales y metodológicos que permitiesen seleccionar los estudios a ser incluidos y aplicar adecuadamente la metodología meta-analítica (tabla 6.1.):

1. Los estudios incluidos podrían estar publicados o no publicados.
2. Los ensayos deberían utilizar metodologías fisioterapéuticas de tratamiento, tales como termoterapia, crioterapia, masajes, etc., así como también procedimientos multidisciplinarios, como la práctica de alguna actividad física (bicicleta, carrera, estiramiento etc.), con el objetivo de evaluar la ganancia de flexibilidad en los músculos isquiotibiales. Fueron excluidos métodos de tratamiento invasivos, como el uso de medicación o la cirugía.
3. El estudio tenía que incorporar un grupo de intervención y un grupo de control, pudiendo ser la asignación de los sujetos a los grupos aleatoria o no aleatoria.
4. El tamaño muestral en el postest tenía que ser de 5 sujetos por grupo, al menos.
5. Los informes deberían presentar datos del pretest y del postest, así como los datos estadísticos necesarios para realizar los cálculos del TE.
6. La fecha de realización debería estar entre 1930 hasta 2007.
7. Los trabajos incluidos se restringían a los idiomas: catalán, castellano, francés, inglés, italiano y portugués.
8. No hubo límite de edad como criterio de inclusión en las muestras.

Tabla 6.1. Criterios de selección de los trabajos incluidos

1. Estudios publicados o no publicados
2. Metodologías fisioterapéuticas de tratamiento, como también procedimientos multidisciplinares
3. Grupo de intervención y control, aleatorizados o no
4. Tamaño muestral en el postest de al menos 5 sujetos
5. Datos suficientes para calcular el TE
6. Publicado entre 1930 y 2007
7. Idiomas: catalán castellano, francés, inglés italiano y portugués
8. Sin límite de edad

6.2 BÚSQUEDA DE LA LITERATURA

Con el objeto de asegurar que todos los ensayos fueron incluidos, para la revisión la literatura se emplearon procesos sistematizados y combinados de búsqueda. Se utilizaron las siguientes fuentes:

1. Se consultaron las siguientes bases de datos del ámbito de la salud: Registro Cochrane Central de Ensayos Aleatorizados (Cochrane Central Register of Controlled Trials), MEDLINE, PEDro (Physiotherapy Evidence Database) y LILACS. El período de búsqueda comprendió el intervalo entre 1930 y 2007, y se utilizaron los descriptores: *hamstring, flexibility, knee, hip, range of motion, ROM, physiotherapy, physical therapy, treatment y exercise*.
2. Se revisaron las revistas de la base de datos Elsevier Iberoamericana, con las siguientes palabras clave: *isquiotibiales, flexibilidad, amplitud de movimiento, fisioterapia, tratamiento y ejercicio*.
3. Se consultaron las revistas electrónicas especializadas: *Physiotherapy, Manual Therapy, Manual Therapy in Sports, Australian Journal of Physiotherapy*
4. Se realizó una búsqueda manual que abarcó textos de expertos, comunicaciones a congresos, tesis doctorales, informes técnicos, presentaciones en reuniones científicas, etc.
5. Se revisaron las referencias bibliográficas de los ensayos clínicos ya identificados en las distintas fuentes de búsqueda.
6. Se estableció contacto con expertos investigadores relacionados con el problema en cuestión, solicitándoles información de la posible existencia y envío de otros ensayos o estudios relevantes, publicados o no publicados.

Una vez hallados y analizados los estudios, se eliminaron los que no cumplían con los criterios de inclusión. La tabla 6.2. muestra el número total de trabajos revisados y válidos para el meta-análisis.

Tabla 6.2. Número total de trabajos y trabajos válidos.

FUENTE	LOCALIZADOS	SELECCIONADOS	META-ANALIZADOS
COCHRANE	75	23	15*
MEDLINE	212	32	15*
PEDro	32	26	17
LILACS	4	4	2
Elsevier	0	0	0
REVISTAS ESPECIALIZADAS	5	5	5
AUTORES	2	2	2

*Son los mismos estudios coincidentes en las dos bases de datos.

El proceso de búsqueda de la literatura permitió identificar 41 trabajos que cumplían con los criterios de selección. Dado que muchos de ellos incluían un grupo de control y más de un tratamiento, el número de estudios incorporados a nuestro meta-análisis fue de 85, entendiendo por estudio una comparación entre un grupo tratado y un grupo de control. En el anexo 1 aparecen los informes que formaron parte de la presente investigación, y en el anexo 2 los que fueron excluidos por no cumplieren con los criterios de selección.

6.3 CODIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

Una vez identificados los estudios que compondrían la muestra de esta investigación y examinadas las características de los mismos, se definieron las variables moderadoras que deberían ser tomadas en consideración en el meta-análisis. Se elaboró un manual de codificación en el que se definió cada variable, así como las diferentes categorías posibles, su forma de codificación y qué hacer cuando el estudio empírico aportase información incompleta o insuficiente para su valoración. Así mismo, se construyó un protocolo de registro de las variables moderadoras para facilitar la recopilación de los datos derivados de cada estudio. El anexo 3 contiene el protocolo de registro.

6.3.1 Descripción de las variables moderadoras

Las variables moderadoras se clasificaron en tres apartados: (a) variables sustantivas (de tratamiento, de sujeto y de contexto), (b) variables metodológicas y (c) variables extrínsecas.

A. Variables sustantivas

Son las variables moderadoras relacionadas con el objeto del meta-análisis. Se subdividen en tres grupos:

A.1 Variables de tratamiento

Se refieren a las características de la intervención.

1. Fisioterapéutico. Variable que identifica el tipo de intervención fisioterapéutica aplicada. Se distingue entre: a) estiramiento, b) masaje, c) termoterapia, d) crioterapia, e) calentamiento, f) energía muscular y g) otros tratamientos

2. Estiramiento. Para los grupos tratados con estiramiento se consideró las siguientes variables: a) tipo de estiramiento b) modo de aplicación c) postura durante la aplicación y d) control del posicionamiento pélvico (tabla 6.3).

Tabla 6.3. Variables relacionadas con el estiramiento.	
TIPO	MODO
Estático	Activo
FNP	Asistido
Dinámico/Balístico	Mixto
POSTURA	POSICIONAMIENTO PÉLVICO
Pie	Ante Vertido
Prono	Retro Vertido
Supino	Sin Control Pélvico
Sentado	Neutra/Estabilizada
Slump-Test	

3. Masaje. Para los grupos tratados con masaje se consideró las siguientes variables moderadoras: a) tipo de masaje y b) lugar de aplicación (tabla 6.4.).

Tabla 6.4. Variables relacionadas con el masaje	
TIPO	LUGAR
Roce (effleurage)	Vientre muscular
Amasamiento Rodamiento	Local de más rigidez
Fricción	Origen muscular
Cyriax	Inserción muscular

4. Termoterapia. Para los grupos tratados con termoterapia se codificaron las siguientes variables: a) calor superficial b) calor profundo, c) otras alternativas de tratamiento por termoterapia y d) no se dispone de información (tabla 6.5.).

Tabla 6.5. Variables relacionadas con la termoterapia	
CALOR SUPERFICIAL	CALOR PROFUNDO
Bolsa de agua caliente	Onda corta
Infra Rojos	Micro ondas

5. Crioterapia. Para los grupos tratados con crioterapia se distinguió entre: a) gel, b) bolsa con hielo, c) spray y d) no se dispone de información

6. Calentamiento. A los grupos tratados con una actividad de calentamiento, se asignó una de las siguientes opciones: a) subir escaleras, b) carrera, c) caminar, d) bicicleta, e) otras opciones y f) no se dispone de información.

7. Energía Muscular. Para los grupos tratados con estiramiento se consideró las siguientes variables moderadoras: a) forma de contracción y b) tipo de contracción (véase tabla 6.7.).

Tabla 6.7. Variables relacionadas con Energía Muscular.	
FORMA	TIPO DE CONTRACCIÓN
Directa	Isométrica
Indirecta	Concéntrica
Mixta	Excéntrica

8. Duración del tratamiento. Variable cuantitativa que indica el número de semanas de tratamiento.

9. Intensidad del tratamiento. Variable cuantitativa que mide el tiempo, en minutos, por semana dedicados al tratamiento.

10. Magnitud del tratamiento. Variable definida como el tiempo total de tratamiento medido en minutos.

11. Seguimiento. En esta variable se codifica si el tratamiento incluye o no algún tipo de seguimiento.

12. Seguimiento1. Si el programa de tratamiento incluye algún tipo de seguimiento, éste se categorizó en: telefónico, carta o e-mail, visita a la terapeuta o u otros programas de seguimiento.

13. Modo de intervención. Se entiende como el sujeto que aplicó el tratamiento y se clasifica en: el terapeuta, un co-terapeuta previamente entrenado y el propio paciente, supervisado o no supervisado.

14. Operador. En esta variable se codifica el hecho de que los autores del trabajo sean los que ejecutaron directamente el programa de intervención o si, por el contrario, no lo ejecutaron.

15. Profesión. Analizamos la cualificación profesional de los terapeutas, clasificándolos en: fisioterapeuta, médico, educador físico, estudiante, auxiliar de clínica u otros profesionales.

16. Experiencia. Esta variable se clasifica en experiencia alta, media, baja o no mencionada.

17. Consentimiento. Se consigna si el sujeto estuvo informado del estudio y consintió participar de él.

A.2 Variables de contexto

Se refieren al ambiente o contexto en el que la intervención tuvo lugar.

18. Continente. Variable que registra el país y el continente donde se realizó la intervención.

19. Lugar. Se consigna el lugar en el que se llevó a cabo la intervención, distinguiéndose entre: universidad, clínica, centro de salud/centro de día, hospital, escuela, centro deportivo, otros lugares y o no se dispone de información.

A.3 Variables de sujeto

Están relacionadas con las características de las muestras de sujetos que son sometidos a investigación.

20. Edad. Esta variable fue codificada tanto de forma cualitativa (niños, adolescentes, adultos, ancianos, mixto), como de forma cuantitativa mediante el registro de la edad media en años de los pacientes de la muestra.

21. Rango de Edad. Representa el rango de edad de la muestra (en años).

22. Género. Codificada como variable cuantitativa, representando el porcentaje medio de pacientes varones de la muestra y como variable categórica (hombres, mujeres y mixto).

23. Comorbilidad. Codificada como variable cuantitativa (porcentaje medio de la muestra que presenta algún tipo de comorbilidad) y como variable categórica (presencia de otras alteraciones, ausencia de otras alteraciones y no se dispone de información).

24. Actividad Física Diaria. En esta variable se valora si los pacientes fueron orientados o no a mantener su rutina diaria de actividades, como práctica de deporte, estiramiento muscular, etc.

25. Nivel de actividad física. En esta variable se indica el nivel de actividad física de los sujetos utilizados en el estudio. Se clasifican en: sedentarios, actividad física moderada, actividad física regular y no se dispone de información

26. Población. Variable que registra la población de procedencia de los sujetos de la muestra, clasificada en: clínica, normal, mixta y no se dispone de información.

B. Variables metodológicas

Son aquellas variables relacionadas con el diseño de la investigación, la metodología empleada, el control de variables extrañas, etc.

27. Diagnóstico. Variable categórica que registra el método diagnóstico utilizado en el estudio: ángulo poplíteo, elevación de la pierna recta, test de inclinación hacia delante de pie y sentado, otros y no se dispone de información.

28. Instrumento. Variable categórica, que clasifica el instrumento de medición en: goniómetro, inclinómetro, flexómetro, test del cajón, regla, cinta métrica, otros y no se dispone de información.

29. Pretest. En esta variable se indicará si el estudio incluye o no medidas pretest.

30. Asignación. Variable categórica que hace referencia al modo de asignación de los sujetos a los grupos. Se distinguirán las siguientes categorías: asignación no aleatoria, asignación aleatoria y no se dispone de información.

31. Control. Variable categórica que se refiere al tipo de grupo de control, se distinguen entre: control inactivo, control activo y no se dispone de información.

32. Seguimiento. Registra el tiempo transcurrido desde el postest hasta el último seguimiento de los pacientes.

33. Número de pacientes en el Pretest. Variable cuantitativa que registra el tamaño muestral del grupo de tratamiento y de control en el pretest.

34. Número de pacientes en el Postest. Variable cuantitativa que registra el tamaño muestral del grupo de tratamiento y de control en el postest.

35. Número de pacientes en el Seguimiento. Variable cuantitativa que registra el tamaño muestral del grupo de tratamiento y de control en el seguimiento más largo.

36. Mortalidad Experimental. Variable cuantitativa que registra el porcentaje de sujetos que abandonaron el estudio en el postest y, en su caso en el seguimiento, respecto del pretest.

37. Calidad del estudio. Variable cuantitativa que registra la estimación de la calidad metodológica del estudio mediante la asignación de puntos de acuerdo con el tamaño muestral, el tipo de grupo de control utilizado, el cegamiento del evaluador, el porcentaje de mortalidad experimental, etc. Las puntuaciones mínima y máxima en este ítem fueron respectivamente, 0 y 8 mayor puntuación mayor calidad.

C. Variables extrínsecas

Se trata de variables que no tienen una implicación directa con el objeto de la investigación, pero que pueden afectar a sus resultados.

38. Fecha. Fecha de publicación del estudio.

39. Autor. Se indica el número de autores que firman el estudio.

40. Formación técnica del primer autor. Variable que distingue entre: fisioterapeuta, educador físico, médico, otros y no se dispone de información.

41. Tipo de publicación. Se registra el estatus de publicación del trabajo, publicado o no publicado.

42. Fuente de publicación. Variable donde se registra la forma de presentación del estudio, distinguiéndose entre: artículo de revista, capítulo de libro, libro/monografía, manuscrito publicado, comunicación a congreso, informe técnico, tesis doctoral y otros.

6.3.2 Fiabilidad de la codificación

El proceso de codificación de las características de los estudios es imprescindible con el fin de clarificar cuáles de ellas pueden influir en el resultado de los estudios. Este proceso constituye un problema de medida y, como tal, está sujeto a posibles deficiencias en su fiabilidad y validez, cuya calidad debe ser controlada.¹³²

Para valorar la fiabilidad del proceso de codificación, se seleccionó una muestra aleatoria de 11 trabajos, equivalentes a 18 estudios (21% del total). Estos 18 estudios fueron analizados de forma independiente por dos codificadores, (la doctoranda y A.G.C), con el fin de realizar un estudio de fiabilidad inter-codificadores. Ambos codificadores emplearon el manual de codificación para analizar las variables de cada estudio. Las inconsistencias entre los codificadores se resolvieron por consenso.

Para variables moderadoras cuantitativas la fiabilidad de la codificación se calculó mediante el coeficiente de correlación de Pearson y el coeficiente de correlación intra-clase (ICC), mientras que para las variables moderadoras cualitativas se aplicó el coeficiente kappa de Cohen. Para la correlación de Pearson asumimos que la fiabilidad es apropiada si

es igual o superior a 0.80. Para el coeficiente kappa de Cohen y para la correlación intra-clase, seguiremos la propuesta de Orwin:¹⁴⁸

< 0,40 = fiabilidad deficiente.

0,40 – 0,59 = fiabilidad regular.

0,60 – 0,74 = fiabilidad media.

≥ 0,75 = fiabilidad alta.

A continuación, la tabla 6.8 presenta los resultados del estudio de la fiabilidad de las variables moderadoras, Esta tabla representa el número de estudios utilizados en cada una de las variables (*k*), los estadísticos empleados para llevar a cabo los análisis (coeficiente Kappa de Cohen, correlación de Pearson y correlación intra-clase) y las variables o características sobre las que se llevan a cabo dichos análisis.

Tabla 6.8. Fiabilidad intercodificadores de las variables moderadoras

VARIABLES MODERADORAS SUSTANTIVAS		K	Kappa Cohen	Correlación de Pearson	ICC
TRATAMIENTO	1. Tipo de tratamiento	18	0,556	-	-
	2. Tipo de Estiramiento	18	1	-	-
	3. Masaje	18	1	-	-
	4. Termoterapia	18	1	-	-
	5. Crioterapia	18	1	-	-
	6. Calentamiento	18	1	-	-
	7. Energía Muscular	18	1	-	-
	8. Duración	18	-	1	1
	9. Intensidad	18	-	1	0,999
	10. Magnitud	18	-	1	0,999
	11. Actividad Diaria	18	1	-	-
	12. Miembro Inferior	18	1	-	-
	13. Modo	18	1	-	-
	14. Operador	18	1	-	-
	15. Profesión	18	1	-	-
	16. Experiencia	18	1	-	-
CONTEXTO	17. Continente	18	1	-	-
	18. Lugar	18	1	-	-

SUJETO	19. Edad1	18	1	-	-
	20. Edad Media	18	-	1	
	21. Rango	18	1	-	-
	22. Sexo	18	1	-	-
	23. Comorbilidad	18	1	-	-
	24. Nivel actividad	18	1	-	-
	25. Población	18	1	-	-
VARIABLES MODERADORAS		<i>K</i>	Kappa Cohen	Correlación de Pearson	ICC
METODOLÓGICAS	26. Diagnóstico	18	1	-	-
	27. Instrumento	18	1	-	-
	28. Pretest	18	1	-	-
	29. Asignación	18	1	-	-
	30. Control	18	1	-	-
	31. NPretest	18	-	1	1
	32. Npostest	18	-	1	1
	33. Mortalidad	18	-	1	1
	34. Calidad	18	-	1	1
VARIABLES MODERADORAS		<i>K</i>	Kappa Cohen	Correlación de Pearson	ICC
EXTRÍNECAS	35. Fecha	18	-	1	1
	36. Autor	18	1	-	-
	37. Formación	18	1	-	-
	38. Publicación	18	1	-	-
	39. Fuente	18	1	-	-

- Respecto de las variables sustantivas (tratamiento, sujeto y contexto), excepto por el tipo de tratamiento, que alcanzó una fiabilidad regular ($Kappa = 0,556$), todas las demás variables alcanzaron un índice de fiabilidad excelente (entre 0,999 y 1). El desacuerdo en la variable tipo de tratamiento se debió a una falta de claridad, por parte de algunos estudios, sobre la técnica de tratamiento aplicada. En la variable intensidad y magnitud el desacuerdo ocurrió debido a que uno de los codificadores no había considerado el tiempo de reposo aplicado durante el tratamiento.

- Referente a las variables metodológicas y extrínsecas, ambas alcanzaron un grado de fiabilidad excelente.

6.4 ÍNDICE DEL TAMAÑO DEL EFECTO

Con este meta-análisis se pretende comprobar la eficacia de los tratamientos para la ganancia de flexibilidad en la musculatura isquiotibial acortada. Con esta finalidad se eligió el *tamaño del efecto* como indicador para sintetizar toda la evidencia empírica disponible a partir de los resultados de los estudios incluidos. El tamaño del efecto es una forma de cuantificar la efectividad de un tratamiento en particular en relación a algún grupo de comparación, permitiendo comparar los resultados de diferentes estudios al convertir a todas las medidas de resultado en una misma escala.¹⁴⁰

El índice del TE empleado fue la diferencia media tipificada, d (Hedges y Olkin,¹⁴¹ atendiendo a dos versiones diferentes de este índice en función de que el diseño del estudio evaluado incluya medidas pretest o no.¹⁴⁹

➤ Diseños con medidas pretest

Cuando el estudio incluía medidas pretest, la comparación entre los grupos tratado y de control en el postest se efectuó definiendo como índice del tamaño del efecto la “*diferencia de cambio medio estandarizado*”, d , consistente en el cálculo de la diferencia entre el cambio medio estandarizado del grupo tratado, d_T , y el cambio medio estandarizado del grupo de control, d_C ; es decir:

$$d = d_T - d_C .$$

El índice ‘cambio medio estandarizado’ para los grupos tratado y de control se obtiene calculando, para cada grupo, la diferencia entre las medias del pretest y el postest dividida por la desviación típica del pretest, multiplicada por un factor de corrección del sesgo de dicho índice para muestras pequeñas, $c(n_T - 1)$ y $c(n_C - 1)$, respectivamente:

$$d_T = c(n_T - 1) \frac{\bar{Y}_{Pre}^T - \bar{Y}_{Pos}^T}{S_{Pre}^T} .$$

$$d_C = c(n_C - 1) \frac{\bar{Y}_{Pre}^C - \bar{Y}_{Pos}^C}{S_{Pre}^C} .$$

donde \bar{Y}_{Pre}^T , \bar{Y}_{Pre}^C , \bar{Y}_{Pos}^T , \bar{Y}_{Pos}^C son las medidas del pretest y del posttest de los grupos tratado y control, respectivamente, y S_{Pre}^C y S_{Pre}^T son las desviaciones típicas del pretest de los grupos tratado y control, respectivamente.

Los factores de corrección se obtienen mediante:

$$c(n_T - 1) = 1 - \frac{3}{4n_T - 5}.$$

$$c(n_C - 1) = 1 - \frac{3}{4n_C - 5}.$$

➤ Diseños con medidas sólo posttest

Cuando sólo tenemos medidas posttest y dos grupos, tratado y control, el índice del tamaño del efecto a calcular es la *diferencia de medias estandarizada*:

$$d = c(m) \frac{\bar{y}_T - \bar{y}_C}{S}$$

donde \bar{y}_T y \bar{y}_C son las medias de los grupos tratado y control en el posttest, respectivamente; S es la desviación típica intra-grupo, que se obtiene mediante:

$$S = \sqrt{\frac{(n_T - 1)S_T^2 + (n_C - 1)S_C^2}{n_T + n_C - 2}}$$

Siendo n_T y n_C los tamaños muestrales de los grupos tratado y control, respectivamente, y S_T^2 y S_C^2 las respectivas varianzas. El factor $c(m)$ corrige el ligero sesgo positivo para muestras pequeñas mediante:

$$c(m) = 1 - \frac{3}{4(n_T + n_C) - 9}$$

En todos los casos, un valor d positivo, indicará un resultado favorable del tratamiento en comparación con el grupo de control, mientras que un resultado negativo indicará un efecto contrario.

6.4.1 Variables de resultado

En los casos en que el estudio poseía más de un instrumento de evaluación (goniómetro, inclinómetro, regla, cinta métrica y otros instrumentos), se calculó dentro de cada variable dependiente (ángulo poplíteo, test de la pierna recta, test de inclinación hacia delante, de pie y sentado) un índice del TE, y a continuación, se promedió todos los valores d de dicho estudio para obtener los índices globales. El número máximo posible de índices del TE que se podrían derivar de los estudios serían 12: Una d para cada instrumento de medida y una d global para los postests. Por tanto, calculamos:

1. TE global en el postest.
2. TE global para las medidas con goniómetro.
3. TE global para las medidas con flexómetro.
4. TE global para las medidas con inclinómetro.
5. TE global para las medidas con el test del cajón.
6. TE global para las medidas con regla.
7. TE global para las medidas con cinta métrica.
8. TE global para las medidas con otro instrumento.
9. TE global para el ángulo poplíteo.
10. TE global para el test de la pierna estirada.
11. TE global para el test de inclinación hacia delante sentado.
12. TE global para el test de inclinación hacia delante de pie.

En el anexo 4 aparece la hoja de cálculo de los tamaños del efecto.

6.4.2 Fiabilidad de los cálculos de los Tamaños del Efecto

Los índices del TE se derivan de datos estadísticos distintos como por ejemplo estadísticos descriptivos, pruebas de significación, niveles de probabilidad, etc. Su cálculo puede complicarse si el estudio analizado no reporta los datos necesarios de modo directo. Para valorar la fiabilidad de estos cálculos, los mismos 18 estudios empleados en el estudio de la fiabilidad de la codificación fueron analizados por dos codificadores independientes (la doctoranda y J.S.M). El coeficiente de correlación de Pearson entre los cálculos de los dos

codificadores fue de 0,992 y la correlación intra-clase 0,992. Por tanto, los resultados son altamente satisfactorios.

6.5 TÉCNICAS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Para cada uno de los TEs definidos (12 en total) se llevó a cabo un meta-análisis. Cada meta-análisis comienza con el estudio descriptivo de las variables moderadoras, seguido del análisis de la distribución de los TEs, y en aquellos casos en que la prueba de homogeneidad (Q) de los TEs resulte significativa, se procedió a la búsqueda de variables moderadoras mediante análisis de varianza y análisis de regresión simple, y finalmente se propone un modelo explicativo de la variabilidad de los TEs con las variables moderadoras más relevantes que han sido identificadas.

Los cálculos meta-analíticos se realizaron asumiendo el modelo de efectos aleatorios. En el modelo de efectos aleatorios se asume que los estudios estiman a una distribución de TEs paramétricos en lugar de un único TE paramétrico común a todos los estudios. Con ese modelo se tiene en cuenta la heterogeneidad entre los estudios al considerar que múltiples factores afectan a la variabilidad de los TEs y que los resultados de los estudios incluidos en el meta-análisis son una muestra aleatoria de todos los posibles estudios. Los resultados del meta-análisis con este método presentan intervalos de confianza más anchos que los obtenidos mediante el modelo de efectos fijos, que es menos realista, ya que incorporan tanto la variabilidad intra-estudios como entre-estudios, y son generalizables al posible universo de estudios disponibles sobre el tema de revisión.¹³⁹

6.5.1 Análisis descriptivo de las variables moderadoras

Se realizó un análisis exploratorio de todas las variables codificadas. Cuando la variable es cuantitativa, se indican los siguientes estadísticos: número de estudios (K), valores mínimo y máximo, media, mediana y desviación típica (DT). Cuando la variable es cualitativa, se presentan la frecuencia y el porcentaje de cada categoría.

6.5.2 Análisis de la distribución de los TEs

Para cada una de las variables dependientes definidas se realizó un meta-análisis mediante el cual se han obtenido los siguientes estadísticos:

- a) La media ponderada por la inversa de la varianza de cada TE.
- b) El intervalo de confianza en torno al TE medio para estimar la magnitud del efecto en la población y si dicho efecto es significativamente distinto de la efectividad nula (comprobando si el valor cero se encuentra dentro del intervalo de confianza).
- c) La prueba Chi-Cuadrado de homogeneidad (Q) de todos los TEs en torno al TE medio, para comprobar si éste representa adecuadamente al conjunto de los estudios meta-analizados o si, por el contrario, es preciso investigar la existencia de características diferenciales (variables moderadoras) que deben estar provocando tal heterogeneidad.

Finalmente se realizó un análisis del sesgo de publicación, para verificar una posible amenaza contra la validez de los resultados de nuestro estudio, para ello, de acuerdo con Becker,¹⁵⁰ calculamos el “índice de tolerancia a los resultados nulos” y también se comprobaron los efectos medios de los estudios publicados y no publicados que se han recuperado.

6.5.3 Análisis de las variables moderadoras

Para explicar la variabilidad de los TEs de los estudios, se procedió a examinar la relación existente entre cada variable potencialmente moderadora y los TEs. Se realizó un análisis individual de cada variable susceptible de actuar como moderadora. Cuando la variable moderadora es cualitativa, se realizó un análisis de varianza (ponderado por la inversa de la varianza de cada TE); cuando la variable moderadora es cuantitativa, se aplicó un análisis de regresión simple (también ponderado por la inversa de la varianza de cada TE).

El análisis de varianza aporta una prueba Chi-Cuadrado inter-clases, Q_B , con $p-1$ grados de libertad (siendo p el número de clases o categorías), que es la suma de cuadrados ponderada debida a los tratamientos, y que refleja el grado de discrepancia entre los TEs

medios de las clases o categorías de la variable moderadora. Además, este modelo de análisis incorpora una prueba Chi-Cuadrado intra-clase, Q_w , con $K-p$ grados de libertad (siendo K el número total de TEs integrados), que es la suma de cuadrados de error ponderada, y que refleja el grado de homogeneidad dentro de las clases. La prueba Q_w se descompone en tantos valores Q_{wi} como clases tenga la variable moderadora, con objeto de determinar qué clases son homogéneas y cuáles no lo son. Para ello, cada valor Q_{wi} se considera una prueba Chi-Cuadrado con m_i-1 grados de libertad (siendo m el número de TEs de la clase i).

Cuando Q_B resulta significativo puede entenderse que la variable moderadora ejerce alguna influencia sobre los TEs. Pero si, simultáneamente, Q_w también resulta significativo indica que todavía existe excesiva heterogeneidad dentro de las clases, por lo que debe haber otras variables moderadoras influyentes. Si, por el contrario, Q_B no resulta significativo, podremos afirmar que la variable no afecta a la magnitud de los TEs. Los resultados de los ANOVAs se complementaron con el cálculo del índice ‘omega cuadrada’ de Hays (ω^2) para estimar la proporción de varianza explicada por cada variable moderadora sobre la variabilidad de los TEs.

El análisis de regresión simple ponderado, siguiendo un modelo similar al del análisis de varianza, aporta un índice de la influencia de la variable moderadora, en concreto un valor Q_R que se contrasta con la distribución Chi-Cuadrado con 1 grado de libertad. También incorpora un estadístico Chi-Cuadrado, Q_E , que evalúa la “especificación” del modelo, es decir, si pueden existir o no otras variables moderadoras de los TEs. Este estadístico tiene $K-2$ grados de libertad.

La interpretación de los resultados es similar a la del análisis de varianza, Si el valor Q_R resulta significativo, podremos afirmar que la variable moderadora está asociada a los TEs. Si, al mismo tiempo, el valor Q_E también resulta significativo, indicará que el modelo está mal “especificado”, es decir, que deben existir otras variables potencialmente influyentes sobre los TEs. Si el valor Q_R no es significativo, tendremos que concluir que la variable no influye sobre los TEs. El resultado de la prueba Q_R se complementa con el cálculo del coeficiente de determinación ajustado, R^2 . Todos estos cálculos se ejecutaron con las macros de meta-análisis para el paquete estadístico.¹⁵¹

6.5.4 Búsqueda de un modelo explicativo

La búsqueda de un modelo explicativo es la fase final del proceso de análisis. Consiste en construir un modelo capaz de explicar la máxima varianza entre los TEs en el meta-análisis global del posttest y, de esa manera, se pretende identificar el conjunto de variables moderadoras que mejor pueden explicar la variabilidad de los TEs.

Partiendo de la clasificación de las variables moderadoras, sustantivas (sujeto, tratamiento y contexto), metodológicas y extrínsecas, y de los resultados obtenidos en la fase de búsqueda de las variables moderadoras, se seleccionaron aquellas variables consideradas más relevantes, atendiendo tanto a los criterios conceptuales como a los resultados estadísticos de los análisis de varianza y de regresión simple individuales para cada variable moderadora. A partir de estas variables se formuló un modelo de regresión múltiple jerárquico (ponderado por la inversa de la varianza de los TEs), mediante el cual primero se introdujeron en el modelo las variables metodológicas para controlar su influjo, y después se introdujeron las variables sustantivas y extrínsecas. Así, se determinó si éstas realmente influyen sobre los tamaños del efecto una vez eliminada la posible influencia de las variables metodológicas.

RESULTADOS

RESULTADOS

7.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS ESTUDIOS

El número total de trabajos localizados fue de 41, generando un total de 85 estudios o comparaciones entre un grupo tratado y un grupo de control. Los estudios incluidos se llevaron a cabo entre 1977 y 2007. De ellos, 41 se realizaron en los Estados Unidos, 12 en el Reino Unido, 10 en Brasil, 6 en Australia, 4 en Chile, 3 en Alemania y Finlandia y 2 en España, Holanda y Hong Kong. A continuación se presenta el análisis descriptivo de las características fundamentales de estos estudios, es decir, de las variables potencialmente moderadoras, que actuaron como variables independientes en los análisis estadísticos.

7.1.1 Variables sustantivas

Dentro de las características sustantivas, establecemos tres apartados: características de tratamiento, de contexto y de sujeto.

A) Variables de tratamiento

Los tratamientos encontrados fueron: estiramientos musculares (54,1%), masaje (1,2%), termoterapia (2,4%), calentamiento (2,4%), técnica de energía muscular (5,9%) y otros (7,1%). Los tratamientos se presentan no sólo de manera aislada sino también combinados entre ellos, como se demuestra a continuación en la tabla 7.1. En concreto, la mayoría de los tratamientos combinados se caracterizan por incluir estiramientos junto con alguna otra técnica (18,9%).

Tabla 7.1. Descripción de la variable tipos de tratamiento

Técnicas de Tratamiento	Frecuencia	%
Estiramiento	46	54,1
Masaje	1	1,2
Termoterapia	2	2,4
Calentamiento	2	2,4
Técnica de Energía Muscular(TEM)	5	5,9
Otros	6	7,1
Estiramiento + masaje	1	1,2
Estiramiento + Termoterapia	1	1,2
Estiramiento + Crioterapia	1	1,2
Estiramiento + Calentamiento	13	15,3
Masaje + Calentamiento	1	1,2
Calentamiento + TEM	4	4,7
Calentamiento + Otros	2	2,4

En la tabla 7.2 figuran las variables relacionadas con la técnica de estiramiento. Dentro de los tipos de estiramiento utilizados destacan el estiramiento estático (47,1%), las técnicas de PNF (20 %) y el estiramiento dinámico o balístico (5,9 %). En cuanto al modo de aplicación, encontramos el modo activo (35,3%), el pasivo (17,6%) y el asistido (17,6%). En lo que se refiere al tipo de postura, se clasifican en: de pie (16,5%), supino (36,5%), sentado (15,3%), slump test (1,2%) y otros (1,2%).

Tabla 7.2. Descripción de las variables sustantivas de tratamiento

Variables relacionadas con la técnica de estiramiento	K	Frecuencia	%	
Tipo de Estiramiento	62	Estático	40	47,1
		PNF	17	20
		Dinámico o balístico	5	5,9
Modo de Aplicación	60	Activo	30	35,3
		Pasivo	15	17,6
		Asistido	15	17,6
Postura de Aplicación	60	Pie	14	16,5
		Supino	31	36,5
		Sentado	13	15,3
		Slump Test	1	1,2
		Otros	1	1,2
Posicionamiento Pélvico	35	Ante vertido	10	11,8
		Retrovertido	4	4,7
		Sin control	11	12,9
		Neutra/estabilizada	10	11,8

Atendiendo a las características de los demás tipos de tratamiento (tabla 7.3), el tipo de masaje utilizado fue la combinación de roce (effleurage), amasamiento, rodamiento y fricción, y otros. La zona de aplicación fue tanto la de mayor rigidez como la del vientre muscular. La bolsa de agua caliente y la onda corta fueron los recursos utilizados dentro de la termoterapia. El único estudio que utilizó la crioterapia, eligió la bolsa con hielo como recurso crioterapéutico.

De los estudios que eligieron el calentamiento como tratamiento, sólo 13 dieron información sobre que método fue utilizado, entre ellos: subir escaleras, carrera a pie, bicicleta y otros. Dentro de la técnica de energía muscular, el modo de aplicación y el tipo de contracción son características que pueden influir en los resultados del tratamiento, que se encuentran detallados en la tabla 7.3.

Tabla 7.3. Descripción de las variables sustantivas de tratamiento					
Otros tipos de tratamiento	K			Frecuencia	%
Masaje	3	Tipo	Roce + amasamiento + rodamiento + fricción	2	66,7
			Otros	1	33,3
	Local	Ventre Muscular	1	33,3	
		Zona de mayor rigidez	2	66,7	
Termoterapia	3		Bolsa de agua caliente	1	33,3
			Ondas cortas	2	67,3
Crioterapia	1		Bolsa con hielo	1	100
Calentamiento	13		Subir escalera	2	15,4
			Carrera a pie	3	23,1
			Bicicleta	5	38,5
			Otros	3	23,1
TEM	9	Modo	Directa	4	44,4
			Indirecta	3	33,3
			Mixta	2	22,2
	Tipo de contracción	Concéntrico	1	11,1	
		Excéntrico	1	11,1	
		Isométrico	3	33,3	
		Otros	4	44,4	

Respecto a las variables cuantitativas, consideradas de gran interés en el tratamiento, destacamos la duración, la intensidad y la magnitud de la intervención (tabla 7.4). La duración media de los tratamientos fue de 3 semanas. En cuanto a la intensidad, entendida como el tiempo en minutos por semana de tratamiento, fue de 25,67 minutos en promedio, y la magnitud media, definida como el tiempo total de tratamiento, fue de 73,19 minutos. No

obstante, dada la asimetría de los datos, el valor más informativo es la mediana, con 10 y 30 minutos para la intensidad y la magnitud, respectivamente (tabla 7.4).

Variable	K	Min	Máx	Media	Mediana	D.T
Duración (semanas)	85	0,14	31	3,33	2	4,921
Intensidad (minutos)	85	0,53	140	25,67	10	33,767
Magnitud (minutos)	85	0,53	620	73,19	30	113,873

Otra variable destacable que podría moderar los resultados es el modo de aplicación de los tratamientos. En concreto, de los 81 estudios que aportaron la información, el 43,5% utilizaron el terapeuta para la aplicación del tratamiento, en el 32,9% de los casos la intervención fue realizada por el propio paciente bajo supervisión, en el 14,1% por el paciente sin supervisión, y con menos frecuencia se utilizan un co-terapeuta entrenado o maquinarias, ambos con un 2,4%. Tan sólo el 4,7% de los estudios no informaron de este dato (tabla 7.5). En lo referente a la inclusión de un programa de seguimiento tras la finalización del programa de tratamiento, ningún estudio lo incluyó.

Variables sustantivas de tratamiento	K	Frecuencia	%	
Modo de Aplicación	81	El terapeuta	37	43,5
		Paciente supervisado	28	32,9
		Paciente sin supervisión	12	14,1
		Co terapeuta entrenado	2	2,5
		Maquinaria	2	2,5

Respecto a los terapeutas que llevan a cabo el tratamiento, el 60% de ellos coincidían en ser los autores del estudio. En cuanto la experiencia de los mismos, obtuvimos información de 30 estudios, de los cuales el 8,2% tenían una experiencia alta, el 11,8% media, el 2,4% baja y el 12,9% mixta. En la variable profesión del terapeuta, sobresale la categoría fisioterapeuta, con un 55,3% (tabla 7.6).

Tabla 7.6. Descripción de las variables cualitativas de tratamiento

Variables sustantivas de tratamiento	K		Frecuencia	%
Autor-Operador	62	Autores coinciden con terapeutas	51	60
		Autores no coinciden con terapeutas	11	12,9
Experiencia	30	Alta	7	8,2
		Media	10	11,8
		Baja	1	2,4
		Mixta	11	12,9
Profesión	54	Fisioterapeuta	47	55,3
		Educador Físico	3	3,5
		Otros	4	4,7

B) Variables de contexto

El contexto fue analizado mediante dos variables: el Continente y el Lugar donde se llevó a cabo el tratamiento, éste último dividiéndose en siete categorías: universidad, clínica, centro de salud/centro de día, hospital, escuela, centro deportivo y otros. Como muestra la tabla 7.7, el continente que más está representado en el meta-análisis es el americano con el 55% (41% para América del Norte y 14% para América del Sur), seguido del europeo con un 22%. Respecto del lugar de aplicación del tratamiento, destaca la universidad (74,1%), si bien el 16,5% de los estudios no aportaron información sobre este dato.

Tabla 7.7. Descripción de las variables sustantivas de contexto.

Variables sustantivas de contexto	K		Frecuencia	%
Continente	85	América del Norte	41	48,2
		América del Sur	14	16,5
		Europa	22	25,9
		Oceanía	6	7,1
		Asia	2	2,4
Lugar	71	Universidad	63	74,1
		Clínica	1	1,2
		Escuela	2	2,4
		Centro Deportivo	4	4,7
		Otros	1	1,2

C) Variables de sujeto

Las variables más relevantes referentes a los sujetos que reciben tratamiento son la edad, el género, la comorbilidad, la actividad física diaria y el nivel de actividad física.

La variable edad fue analizada tanto cualitativa como cuantitativamente. La edad media está en torno a los 24 años, siendo el 65,9% de los sujetos adultos. En cuanto al género, las muestras se reparten casi equitativamente, siendo el porcentaje medio de hombres del 52,6%. Además, más de la mitad de la muestra (56,5%) mezclaron ambos sexos (tablas 7.8 y 7.9).

Tabla 7.8. Descripción de las variables cuantitativas de los sujetos.

Variable	K	Min	Máx	Media	Mediana	DT
Edad media (años)	76	10,30	65	24,348	22,700	8,182
Sexo (% hombres)	85	0,0	100,0	52,645	56,550	35,335

Con respecto a la comorbilidad, solamente un estudio presentaba sujetos con algún tipo de dolencia asociada, en concreto, lumbalgia. Otra variable de interés es la actividad física, es decir, si los pacientes tratados mantuvieron o no su rutina habitual de actividad física durante la aplicación del tratamiento. De los 62 estudios que indicaron este dato, el 48,2% mantuvieron la rutina y el 24,7% no. En cuanto al nivel de actividad física de los sujetos, no todos los estudios aportaron información sobre este dato. De los 35 que sí la aportaron, el 24,7% practicaba una actividad física regular y el 9,4% eran sedentarios (tabla 7.9).

Intentamos caracterizar la población estudiada en: clínica, cuando presentaban acortamiento en la musculatura isquiotibial; normativa, cuando no presentaban acortamiento muscular; y mixta que se correspondía a la mezcla de sujetos clínicos y normativos. De los 85 estudios el 58,8% (50 estudios) utilizaron una población clasificada como clínica, mientras que los demás estudios no disponían de esta información (tabla 7.10).

Tabla 7.9. Descripción de las variables cualitativas de los sujetos.

Variable	K		Frecuencia	%
Edad	64	Niños	2	2,4
		Adolescentes	2	2,4
		Adultos	56	65,9
		Otros	4	4,8
Sexo	81	Hombre	18	21,2
		Mujer	15	17,6
		Mixto	48	56,5
Comorbilidad	74	Sí	1	1,2
		No	73	85,9
Actividad Física Diaria	62	Sí	41	48,2
		No	21	24,7
Nivel de Actividad Física	35	Sedentarios	8	9,4
		Moderada	4	4,7
		Regular	21	24,7
		Mixta	2	2,4

Tabla 7.10. Descripción de la Población estudiada.

Variable	K		Frecuencia	%
Población	85	Clínica	50	58,8
		No se dispone de información	35	41,2

7.1.2 Variables metodológicas

Comenzamos con la descripción de las variables metodológicas cuantitativas analizando el tamaño muestral y la mortalidad de los grupos tratado y control. Según se muestra en la tabla 7.11, los tamaños muestrales de los grupos experimentales presentan una mediana de 13 pacientes en el pretest y de 12 en el postest. La mediana para los grupos de control se mantiene constante del pretest al postest. Tanto el porcentaje medio de la mortalidad diferencial (0,32%) como de la mortalidad global (2,1%) fueron bajos. Respecto a la calidad metodológica, los estudios obtuvieron 1 como puntuación mínima y 7 como máxima, siendo su mediana de 4,5 puntos, sobre un máximo de 8 puntos, en la escala empleada (tabla 7.11).

Tabla 7.11. Descripción de las variables cuantitativas metodológicas.

Variable	K	Min	Máx	Media	Mediana	DT
TM del grupo de tratamiento Pretest	85	6	40	13,67	13,0	6,88
TM del grupo de tratamiento Postest	85	6	40	13,44	12,0	6,76
TM del grupo de control Pretest	85	6	35	13,09	13,0	5,47
TM del grupo de control Postest	85	6	35	12,95	13,0	5,45
Mortalidad diferencial (%)	81	-14,2	14,2	0,32	0	4,67
Mortalidad experimental (%)	85	0	33	2,1	0	4,97
Calidad del diseño	85	1	7	4,67	4,5	1,293

TM: Tamaño Muestral

En cuanto a las variables metodológicas cualitativas, la tabla 7.12 presenta sus características descriptivas. Los métodos de evaluación hallados son el ángulo poplíteo, el test de la pierna estirada y la prueba de inclinación hacia delante sentado, siendo el ángulo poplíteo el método más utilizado. La mayoría de los estudios utilizaron el goniómetro manual como instrumento de evaluación, seguido del inclinómetro, y con menor frecuencia aparecen el goniómetro electrónico, el flexómetro, el test del cajón y otros.

Como muestra la tabla 7.12, predominan los diseños experimentales pretest-postest (83,5%) frente a los diseños con sólo postest (16,5%). Los 85 estudios utilizaron el método de asignación aleatoria y el 67,1% de ellos utilizaron un grupo de control inactivo.

Tabla 7.12. Descripción de las variables cualitativas metodológicas.

Variable	K		Frecuencia	%
Método de Evaluación	85	Angulo Poplíteo (AP)	45	52,9
		Elevación de la pierna recta (SLR)	34	40,0
		AP + SLR	4	4,7
		AP + Inclinación hacia delante sentado	2	2,4
Instrumento	85	Goniómetro Manual	48	56,5
		Goniómetro Electrónico	9	10,6
		Inclinómetro	12	14,1
		Flexómetro	9	10,6
		Goniómetro + Test del Cajón	2	2,4
		Otros	5	5,9
Pretest	85	Sí	71	83,5
		No	14	16,5
Asignación	85	Aleatoria	85	100
		No aleatoria	0	0
Control	85	Activo	28	32,9
		Inactivo	57	67,1

7.1.3 Variables extrínsecas

Las características extrínsecas analizadas en este meta-análisis fueron: la fecha en que se publicaron los estudios (o se elaboró en el caso de los no publicados), la disciplina a la que pertenece del primer autor, el tipo de publicación, es decir, si el estudio estaba o no publicado, y la fuente de publicación. La mayor parte de los estudios fueron realizados entre 1995 y 2007 (tabla 7.13), y por autores con formación en Fisioterapia (67,1%), siendo el 95,3% publicados y en la mayoría de las veces en artículos de revista (92,9%) (tabla 7.14).

Tabla 7.13. Descripción de la variable fecha

Variables sustantivas de contexto		Frecuencia	%
Fecha	1975-1979	4	4,7
	1980-1984	1	1,2
	1985-1989	6	7,1
	1990-1994	5	5,9
	1995-1999	21	24,7
	2000-2004	23	27,2
	2005-2007	25	29,4

Tabla 7.14. Descripción de las variables extrínsecas.

Variable	K		Frecuencia	%
Formación	68	Fisioterapeuta	57	67,1
		Educador Físico	11	12,9
Tipo de publicación	85	Sí	81	95,3
		No	4	4,7
Fuente de publicación	85	Artículo de revista	79	92,9
		Libro/monografía	2	2,4
		Manuscrito no publicado	2	2,4
		Informe Técnico	2	2,4

7.2 EL TAMAÑO DEL EFECTO

En este meta-análisis incluimos 41 trabajos, totalizando 85 estudios experimentales o comparaciones entre un grupo tratado y un grupo de control, que recogen datos de un total de 2.243 sujetos, de los cuales 1.142 se asignaron a los grupos de tratamiento y los 1.101 restantes constituyeron los grupos de control. Calculamos un TE promedio en el postest para cada variable de resultado.

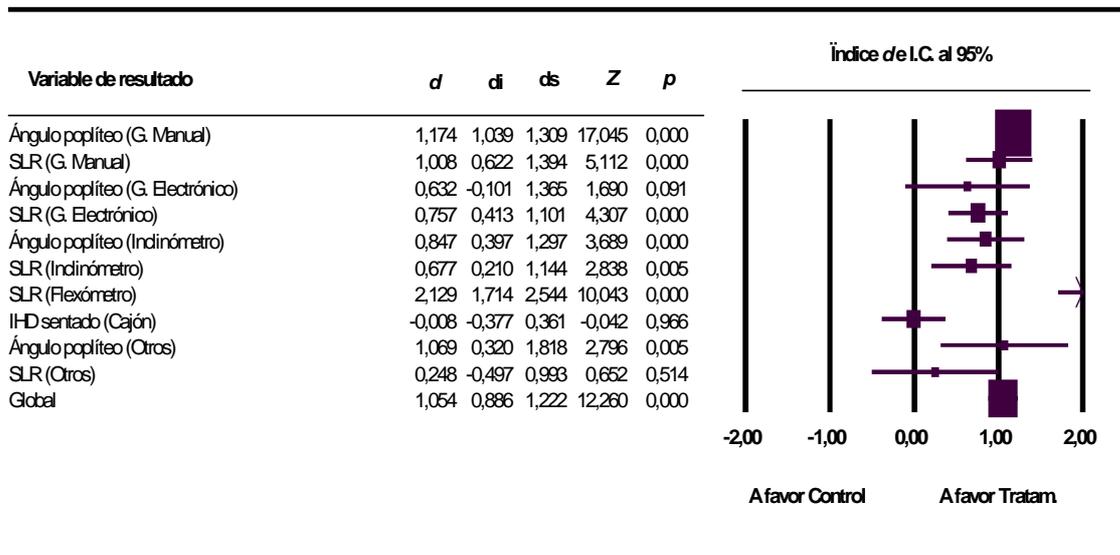
Los tratamientos obtuvieron, en términos globales, una efectividad estadísticamente significativa, con un TE medio global $d_+ = 1,054$ y un intervalo de confianza positivo (al 95%) con valores entre 0,885 y 1,222. Lo que nos indica que los tratamientos, globalmente considerados, son altamente efectivos según el criterio de Cohen.¹⁵² De todas las variables de resultado analizadas, las únicas que presentaron una frecuencia de uso elevada fueron el Ángulo Poplíteo (37 casos) y el Test de la pierna extendida (20 casos), ambas medidas a través del goniómetro manual. Con ambas variables de resultado el TE medio fue de magnitud muy alta y estadísticamente significativo. Todos los demás métodos aparecen con una frecuencia muy baja, inferior a 10 estudios, si bien en la mayoría de los casos el TE medio fue también positivo y estadísticamente significativo (tabla 7.15). La figura 1. presenta el forest plot de los TEs medios obtenidos de cada variable de resultado.

Tabla 7.15. Tamaño del Efecto Medio Global

Variables de Resultado	K	d_+	d_i	d_s
AP (G.Manual)	37	1,174	0,873	1,143
SLR(G.Manual)	20	1,008	0,621	1,394
AP (G. Electrónico)	1	0,632	-0,101	1,365
SLR(G. Electrónico)	8	0,757	0,412	1,101
AP (Inclinómetro)	7	0,847	0,398	1,298
SLR (Inclinómetro)	4	0,677	0,209	1,144
SLR (Flexómetro)	9	2,129	1,713	2,544
IHD sentado (Cajón)	2	-0,008	-0,377	0,361
AP (Otros)	4	1,069	0,319	1,818
SLR (Otros)	1	0,248	-0,362	1,128
Global	85	1,054	0,885	1,222

K: número de estudios. d_+ : tamaño del efecto medio. d_i y d_s : límites inferior y superior del intervalo de confianza al 95% en torno al tamaño del efecto medio. IHD test de inclinación hacia delante.

Fig.1. Forest plot de los tamaños del efecto medios obtenidos con cada variable de resultado y para el cómputo global de todas las variables dependientes.



7.3 ESTUDIO DEL SESGO DE PUBLICACIÓN

Una de las fuentes de invalidez que pueden amenazar un estudio meta-analítico es el sesgo de publicación, debido al pequeño número de estudios no publicados que se incluyen en él. A pesar de nuestros esfuerzos por recopilar trabajos no publicados, mediante el envío de cartas a diferentes autores relacionados con el estudio de la flexibilidad en los músculos isquiotibiales, solamente localizamos 4 estudios no publicados frente a los 81 publicados.

Debido a la pequeña representatividad de los estudios no publicados calculamos el “índice de tolerancia a los resultados nulos” (Fail-Safe N ; Becker, 2005),¹⁵⁰ para el efecto medio resultante de promediar todas las medidas de resultado, el cual nos indica cuántos estudios no publicados con resultados nulos (y no recuperados por el meta-analista), deberían encontrarse registrados en las editoriales de revistas para que los resultados del meta-análisis quedasen anulados por éstos.

El valor N_{fs} que hemos encontrado en el meta-análisis global fue de 773 estudios, lo que significaría que, para que el TE medio global que hemos obtenido ($d_+ = 1,054$) se convierta en un efecto cero, deberían haber 773 estudios no publicados (con efecto nulo) y no recuperados en nuestro meta-análisis. Sobre una base razonable, no resulta muy plausible suponer que se nos hayan escapado tantos como 773 estudios no publicados con efecto nulo, y en consecuencia, no parece que el sesgo de publicación sea una amenaza sólida contra la validez de los resultados de nuestro meta-análisis.

Calculamos también el N_{fs} para las dos variables de resultado con un mínimo de diez estudios: el ángulo poplíteo (AP) y el test de la pierna estirada (SLR), ambas mediante el goniómetro manual, que tienen respectivamente 35 y 20 estudios publicados (tabla 7.16). Para los 20 estudios que utilizaron el test de la pierna estirada, con un TE medio de 1,008, obtuvimos un índice de tolerancia para los resultados nulos de 164 estudios. Para los 35 estudios publicados que utilizaron el ángulo poplíteo mediante el goniómetro manual obtuvimos un efecto medio de 1,124. El valor N_{fs} encontrado para los 35 estudios fue de 367 estudios. Con lo cual, concluimos que el número de estudios no publicados con efecto nulo necesarios para anular nuestro TE medio es un número muy elevado y que es ilógico pensar que haya en este campo tantos estudios no publicados y que no se hayan logrado recuperar.

A pesar de encontrar estos resultados, para asegurarnos de que esta investigación no puede ser invalidada, abordamos el sesgo de publicación desde otra perspectiva. Realizamos

un ANOVA de la variable extrínseca Tipo de Publicación. Lo esperado, en los casos en que exista un sesgo de publicación, es encontrar para los estudios no publicados, un TE medio nulo o inferior al TE medio de los estudios publicados. No obstante, como muestra la tabla 7.16, encontramos exactamente lo contrario: un TE medio más alto para los estudios no publicados y, además, obtuvimos un resultado significativo para la prueba Q_B ($p = 0,023$). Por lo tanto, podemos descartar el sesgo de publicación como una amenaza contra la validez de los resultados de nuestro meta-análisis, ya que incluso los estudios no publicados que hemos recuperado presentan un TE medio significativamente superior al de los estudios publicados.

Tabla 7.16. ANOVA ponderado de la variable tipo de publicación.

Tipo de Publicación	K	d_+	d_i	d_s	Q_w
No Publicado	4	1,984	1,162	2,807	0,910
Publicado	81	1,011	0,843	1,179	99,084
Resultados ANOVA	$Q_B(1) = 5,164, p = 0,023$ $Q_w(83) = 99,994, p = 0,09$ $\omega^2 = 0,037$				

K: número de estudios. d_+ : tamaño del efecto medio. d_i y d_s : límites inferior y superior del intervalo de confianza al 95% en torno al tamaño del efecto medio. Q_ω : prueba Q de homogeneidad intra-categoría. Q_B : prueba Q de comparación entre los efectos medios de las categorías. Q_w : prueba Q de homogeneidad intra-categoría global. ω^2 : proporción de varianza explicada por la variable moderadora.

7.4 ANÁLISIS DE LA HETEROGENEIDAD

A continuación, pasamos a analizar la homogeneidad de los TEs en los diversos estudios que componen la muestra (tabla 7.17). Para ello, aplicamos la prueba Q de heterogeneidad y el índice I^2 , que representa en tantos por ciento el grado de heterogeneidad real exhibido por los TEs. Higgins y Thompson,¹⁵³ recomiendan interpretar los índices I^2 de 25%, 50% y 75% como indicando una heterogeneidad baja, media y alta, respectivamente. Un índice I^2 igual o superior al 50% justificaría la conveniencia de buscar variables moderadoras de los TEs. En nuestro meta-análisis, en términos globales, los TEs presentan una alta heterogeneidad, que queda evidenciada por el resultado estadísticamente significativo de la prueba Q [$Q(85) = 276,704, p = 0,000$] y por el elevado índice I^2 ($I^2 = 69,64\%$). Por lo tanto, podemos afirmar que existe heterogeneidad entre los TEs integrados, con lo cual no están bien representados por el tamaño del efecto medio, y en consecuencia, se deben buscar variables moderadoras que puedan explicar dicha heterogeneidad. Las dos variables de resultado representadas en el meta-análisis con más de 10 estudios (el ángulo poplíteo y el test

de la pierna estirada), también exhibieron una alta heterogeneidad, con índices I^2 del 74,88% y 79,46%, respectivamente.

Tabla 7.17. Análisis de la Heterogeneidad.

Variables de Resultado	K	Q	P	I^2
AP (G.Manual)	37	143,352	0,000	74,88%
SLR(G.Manual)	20	92,553	0,000	79,46%
AP (G. Electrónico)	1	-	-	-
SLR(G. Electrónico)	8	2,831	0,900	0
AP (Inclinómetro)	7	11,620	0,071	48,36%
SLR (Inclinómetro)	4	4,640	0,20	35,34%
SLR (Flexómetro)	9	5,083	0,749	0
IHD sentado (Cajón)	2	0,127	0,721	0
AP (Otros)	4	9,289	0,026	67,70%
SLR (Otros)	1	-	-	-
Global	85	276,704	0,000	69,64%

K: número de estudios. Q: prueba de homogeneidad. p : nivel de probabilidad asociado a la prueba Q de homogeneidad. I^2 : índice I^2 de heterogeneidad. IHD test de inclinación hacia delante.

7.5 VARIABLES MODERADORAS DE TRATAMIENTO

7.5.1 Tipología de tratamientos

Con objeto de evitar la pérdida de estudios por falta de datos, el análisis de las variables moderadoras se ha hecho tomando como variable de resultado el cómputo global de todas ellas. En el análisis de la variable **tipo de tratamiento** (tabla 7.18) se observa que el resultado de la prueba Q_B resulta significativa ($p = 0,004$), indicando que, en términos globales, el tipo de tratamiento influye en la magnitud de los tamaños del efecto, con un 13% de varianza explicada.

Una buena parte de los estudios aplicaron una única técnica de intervención sin combinarla con otras. Tal es el caso de los 46 estudios que aplicaron la técnica del estiramiento y, en menor medida, la energía muscular (5 estudios), termoterapia (2 estudios), calentamiento (2 estudios), masaje (un estudio) y otras técnicas (6 estudios). De todas éstas, el efecto más elevado lo obtuvieron las técnicas de estiramiento ($d_+ = 1,062$, intervalo confidencial de 0,850 a 1,273) y la energía muscular ($d_+ = 0,845$, intervalo confidencial de 0,213 a 1,477), ambos estadísticamente significativos. Sin embargo, las técnicas de masaje ($d_+ = 0,163$, intervalo confidencial de -1,179 a 1,505, termoterapia ($d_+ = 0,578$, intervalo confidencial de -0,447 a 1,603) y calentamiento ($d_+ = 0,212$, intervalo confidencial de -0,751 a

1,174) no alcanzaron un TE medio estadísticamente significativo, si bien en todos los casos el efecto promedio fue positivo.

De entre los estudios que combinaron varias técnicas terapéuticas, destaca sobre todas las demás la combinación de estiramientos con calentamiento (13 estudios), siendo minoritaria la combinación de estiramiento con otras técnicas, así como la de calentamiento con otras técnicas. De todas las técnicas combinadas, el efecto más alto lo obtuvo la combinación calentamiento + TEM ($d_+ = 1,831$, intervalo confidencial de 0,961 a 2,700), seguida de estiramiento + calentamiento ($d_+ = 1,686$, intervalo confidencial de 1,257 a 2,114) y calentamiento + otros ($d_+ = 1,369$, intervalo confidencial de 0,257 a 2,480). Por otra parte, las combinaciones calentamiento + masaje ($d_+ = 1,435$, intervalo confidencial de -0,066 a 2,937) y estiramiento + masaje ($d_+ = 0,731$, intervalo confidencial de -0,623 a 2,085) obtuvieron un efecto positivo pero no estadísticamente significativo. Por último, las combinaciones estiramiento + crioterapia ($d_+ = -0,305$, intervalo confidencial de -1,742 a 1,132), estiramiento + termoterapia ($d_+ = -0,619$, intervalo confidencial de -2,065 a 0,828) no alcanzaron un efecto promedio positivo.

Tabla 7.18. ANOVA ponderado de la variable tipo de tratamiento.

V. Moderadora de Tratamiento	K	d_+	d_i	d_s	Q_w
Estiramiento	46	1,062	0,850	1,273	47,121
Masaje	1	0,163	-1,179	1,505	-
Termoterapia	2	0,578	-0,447	1,603	0,479
Calentamiento	2	0,212	-0,751	1,174	0,008
Energía Muscular	5	0,845	0,213	1,477	15,573*
Otros	6	0,617	0,814	1,153	4,088
Estiramiento + Masaje	1	0,731	-0,623	2,085	-
Estiramiento + Termoterapia	1	-0,619	-2,065	0,828	-
Estiramiento + Crioterapia	1	-0,305	-1,742	1,132	-
Estiramiento + Calentamiento	13	1,686	1,257	2,114	14,076
Calentamiento + Masaje	1	1,435	-0,066	2,937	-
Calentamiento + Energía Muscular	4	1,831	0,961	2,700	3,758
Calentamiento + Otros	2	1,369	0,257	2,480	0,005
Resultados ANOVA			$Q_B(12) = 29,196$ $p = 0,004$ $Q_w(72) = 85,108$ $p = 0,138$ $\omega^2 = 0,13$		

* $p < .01$. K: número de estudios. d_+ : tamaño del efecto medio. d_i y d_s : límites inferior y superior del intervalo de confianza al 95% en torno al tamaño del efecto medio. Q_w : prueba Q de homogeneidad intra-categoría. Q_B : prueba Q de comparación entre los efectos medios de las categorías. Q_w : prueba Q de homogeneidad intra-categoría global. ω^2 : proporción de varianza explicada por la variable moderadora.

De acuerdo con los datos obtenidos, el método de tratamiento basado en el estiramiento muscular es el que ha obtenido resultados de mayor relevancia clínica, tanto si se utiliza solo como en combinación con calentamiento. Para los 46 estudios que solamente utilizaron estiramiento muscular, realizamos un ANOVA para cada una de las distintas modalidades que pueden influir en el resultado final de la aplicación. De esta forma, analizamos los tipos de estiramiento (estático, PNF o dinámico), el modo de estiramiento (activo, pasivo o asistido), la postura adoptada (de pie, supino, sentado, slump y otras) y el posicionamiento pélvico (ante vertido, retro vertido, sin control o neutra/estabilizada). Los resultados de los correspondientes ANOVAs figuran en las tablas 7.19, 7.20, 7.21 y 7.22.

Tabla 7.19. ANOVA ponderado de la variable Estiramiento.

Tipo de Estiramiento	K	d+	Di	ds	Qw
Estático	30	1,123	0,875	1,370	28,632
PNF	11	0,899	0,479	1,319	19,284*
Dinámico	5	0,985	0,402	1,567	2,980
Resultados ANOVA			$Q_B(2) = 0,873$ $p = 0,646$ $Q_w(43) = 50,897$ $p = 0,190$ $\omega^2 = 0$		

* $p < .05$. K: número de estudios. d+: tamaño del efecto medio. di y ds: límites inferior y superior del intervalo de confianza al 95% en torno al tamaño del efecto medio. Q_w : prueba Q de homogeneidad intra-categoría. Q_B : prueba Q de comparación entre los efectos medios de las categorías. Q_w : prueba Q de homogeneidad intra-categoría global. ω^2 : proporción de varianza explicada por la variable moderadora.

Tabla 7.20. ANOVA ponderado de la variable Estiramiento.

Modo de Estiramiento	K	d+	Di	Ds	Qw
Activo	26	1,087	0,819	1,354	20,799
Pasivo	8	1,258	0,773	1,743	8,837
Asistido	10	0,944	0,496	1,393	18,591*
Resultados ANOVA			$Q_B(2) = 0,866$, $p = 0,648$ $Q_w(41) = 48,228$, $p = 0,204$ $\omega^2 = 0$		

* $p < .05$. K: número de estudios. d+: tamaño del efecto medio. di y ds: límites inferior y superior del intervalo de confianza al 95% en torno al tamaño del efecto medio. Q_w : prueba Q de homogeneidad intra-categoría. Q_B : prueba Q de comparación entre los efectos medios de las categorías. Q_w : prueba Q de homogeneidad intra-categoría global. ω^2 : proporción de varianza explicada por la variable moderadora.

Tabla 7.21. ANOVA ponderado de la variable Estiramiento.

Postura de Estiramiento	K	d+	Di	Ds	Qw
Pie	13	1,219	0,845	1,593	15,182
Supino	20	1,072	0,764	1,380	29,343
Sentado	9	0,822	0,320	1,324	1,484
Slump	1	1,578	0,172	2,199	-
Otros	1	1,207	-0,232	2,646	-
Resultados ANOVA	$Q_B(4) = 2,055, p = 0,726$ $Q_w(39) = 46,008, p = 0,205$ $\omega^2 = 0$				

K: número de estudios. d₊: tamaño del efecto medio. di y ds: límites inferior y superior del intervalo de confianza al 95% en torno al tamaño del efecto medio. Q_w: prueba Q de homogeneidad intra-categoría. Q_B: prueba Q de comparación entre los efectos medios de las categorías. Q_w: prueba Q de homogeneidad intra-categoría global. ω^2 : proporción de varianza explicada por la variable moderadora.

Tabla 7.22. ANOVA ponderado de la variable Estiramiento.

Posicionamiento Pélvico	K	d+	Di	Ds	Qw
Ante vertido	8	1,271	0,747	1,794	13,262
Retro vertido	2	0,705	-0,204	1,614	0,136
Sin control	9	0,722	0,299	1,146	8,516
Neutra/estabilizada	8	1,218	0,736	1,700	6,193
Resultados ANOVA	$Q_B(3) = 3,872, p = 0,276$ $Q_w(23) = 28,104, p = 0,212$ $\omega^2 = 0$				

K: número de estudios. d₊: tamaño del efecto medio. di y ds: límites inferior y superior del intervalo de confianza al 95% en torno al tamaño del efecto medio. Q_w: prueba Q de homogeneidad intra-categoría. Q_B: prueba Q de comparación entre los efectos medios de las categorías. Q_w: prueba Q de homogeneidad intra-categoría global. ω^2 : proporción de varianza explicada por la variable moderadora.

Nos encontramos que, con un par de excepciones, todas las categorías incluidas en las modalidades analizadas presentan un TE medio positivo y de magnitud alta, indicando que todas ellas logran resultados efectivos. Además, los resultados de la prueba Q_B para cada modalidad indican que no hay diferencias significativas entre ellas, es decir, la utilización de un determinado tipo de estiramiento, modo de aplicación, postura o posicionamiento pélvico no provocan cambios en la efectividad de la técnica.

7.5.2 Otras variables de tratamiento

Además del tipo de tratamiento, analizamos otras características de los tratamientos que pudieran afectar a la magnitud de los efectos. Una de ellas fue el **modo de aplicación**, entendiendo como tal quién aplicó el tratamiento. Como muestra la tabla 7.23 el modo de aplicación de la terapia no influyó en los resultados ($p = 0,352$).

Tabla 7.23. ANOVA ponderado de la variable modo de aplicación.

Modo de aplicación	K	d_+	d_i	d_s	Q_w
Terapeuta	37	1,049	0,785	1,312	55,367*
Co-Terapeuta entrenado	2	2,131	0,941	3,320	0,338
Paciente supervisado	28	1,000	0,713	1,287	24,920
Paciente sin supervisión	12	1,274	0,810	1,737	11,026
Maquinaria	2	0,704	-0,435	1,854	0,738
Resultados ANOVA			$Q_B(4) = 4,423, p = 0,352$ $Q_w(76) = 92,450, p < 0,096$ $\omega^2 = 0$		

* $p < .05$. K: número de estudios. d_+ : tamaño del efecto medio. d_i y d_s : límites inferior y superior del intervalo de confianza al 95% en torno al tamaño del efecto medio. Q_w : prueba Q de homogeneidad intra-categoría. Q_B : prueba Q de comparación entre los efectos medios de las categorías. Q_w : prueba Q de homogeneidad intra-categoría global. ω^2 : proporción de varianza explicada por la variable moderadora.

Otra variable que podía influir en los resultados es si los autores del estudio fueron también los **operadores o terapeutas** o si no lo fueron. Los resultados de la tabla 7.24 indican que cuando los autores del estudio actuaron también como operadores de la terapia el TE medio ($d_+ = 0,985$) fue significativamente inferior al obtenido cuando ambas figuras no recayeron en las mismas personas ($d_+ = 1,756$), si bien en ambos casos el efecto medio fue de magnitud alta y significativo ($p = 0,007$).

Tabla 7.24. ANOVA ponderado de la variable coincidencia autores-operadores.

Coincidencia autores-terapeutas	K	d_+	d_i	d_s	Q_w
Autores coinciden con terapeutas	51	0,985	0,769	1,201	62,691
Autores no coinciden con los terapeutas	11	1,756	1,239	2,273	6,531
Resultados ANOVA			$Q_B(1) = 7,284, p = 0,007$ $Q_w(60) = 69,222, p = 0,194$ $\omega^2 = 0,079$		

K: número de estudios. d_+ : tamaño del efecto medio. d_i y d_s : límites inferior y superior del intervalo de confianza al 95% en torno al tamaño del efecto medio. Q_w : prueba Q de homogeneidad intra-categoría. Q_B : prueba Q de comparación entre los efectos medios de las categorías. Q_w : prueba Q de homogeneidad intra-categoría global. ω^2 : proporción de varianza explicada por la variable moderadora.

Por otra parte, la **profesión del terapeuta** no influye significativamente en los resultados ($p = 0,315$), siendo muy similares los efectos medios obtenidos por fisioterapeutas, educadores físicos y otros profesionales (tabla 7.25).

Tabla 7.25. ANOVA ponderado de la variable profesión del terapeuta.

V. Moderadora de Tratamiento	K	d ₊	Di	ds	Q _w
Fisioterapeuta	47	0,953	0,743	1,164	58,493
Educador Físico	3	1,318	0,514	2,123	0,564
Otros	4	1,494	7,111	2,277	2,910
Resultados ANOVA			Q _B (2) = 2,313, p = 0,315 Q _w (51) = 61,967, p = 0,754 ω ² = 0		

K: número de estudios. d₊: tamaño del efecto medio. di y ds: límites inferior y superior del intervalo de confianza al 95% en torno al tamaño del efecto medio. Q_w: prueba Q de homogeneidad intra-categoría. Q_B: prueba Q de comparación entre los efectos medios de las categorías. Q_w: prueba Q de homogeneidad intra-categoría global. ω²: proporción de varianza explicada por la variable moderadora.

Mediante análisis de regresión simple, comprobamos el influjo de tres variables de tratamiento continuas: **la duración, la intensidad y la magnitud del tratamiento**. Como muestra la tabla 7.26, tan sólo la duración del tratamiento, definida como el número de semanas de tratamiento, alcanzó una relación positiva y significativa con los TEs (p = 0,035), pero con un porcentaje de varianza explicada bajo (4,2%), indicando que a mayor número de semanas de tratamiento, mejores resultados.

Tabla 7.26. Análisis de regresión simple de las variables de tratamiento continuas.

V. Moderadora de Tratamiento	K	B	Q _R	P	Q _E	P	R ²
Duración	85	0,034	4,467	0,035	101,269	0,084	0,042
Intensidad	85	-0,003	1,469	0,226	101,07	0,086	0,143
Magnitud	85	0,0002	0,068	0,794	100,39	0,08	0,0

K: número de estudios. B: coeficiente de regresión. Q_R: prueba de significación del modelo. Q_E: prueba de especificación del modelo. p: nivel de probabilidad asociado a las pruebas Q_B y Q_E, respectivamente. R²: porcentaje de varianza explicada por la variable moderadora.

En cuanto a la **experiencia de los terapeutas**, no se pudo analizar debido a la falta de información en los estudios sobre este aspecto.

7.6 VARIABLES MODERADORAS DE SUJETO

Además de las características de los tratamientos, comprobamos la posible influencia de variables relacionadas con las características de las muestras de sujetos participantes en los estudios. En el análisis de la variable **género** (tabla 7.27) se observa que la composición de la muestra según el sexo sí influye en la magnitud del TE (p = 0,000). Se puede destacar que, en general, las técnicas de tratamiento alcanzan mejores resultados con las mujeres (d₊ = 1,997)

que con los hombres ($d_+ = 0,884$), con un varianza explicada del 20,02%. Este resultado coincide con el obtenido en el análisis de regresión de la variable continua “porcentaje de hombres en la muestra” (tabla 7.30), donde el **porcentaje de hombres** presenta una relación negativa con el TE ($B = -0,006$, $p = 0,006$), lo que indica que, conforme aumenta la proporción de hombres en la muestra disminuye la magnitud del tamaño del efecto, con un 6,98% de varianza explicada. La figura 2 presenta un diagrama de dispersión del modelo de regresión simple ponderado de esta variable sobre los tamaños del efecto.

Tabla 7.27. ANOVA ponderado de la variable género.

Género de la muestra	K	d_+	d_i	d_s	Q_w
Masculino	18	0,884	0,558	1,211	33,115*
Femenino	15	1,997	1,582	2,411	6,490
Mixto	48	0,833	0,633	1,032	51,168

Resultados ANOVA	$Q_B(2) = 25,345$, $p = 0,000$ $Q_w(78) = 90,773$, $p = 0,153$ $\omega^2 = 0,200$
------------------	---

* $p < .05$. K: número de estudios. d_+ : tamaño del efecto medio. d_i y d_s : límites inferior y superior del intervalo de confianza al 95% en torno al tamaño del efecto medio. Q_w : prueba Q de homogeneidad intra-categoría. Q_B : prueba Q de comparación entre los efectos medios de las categorías. Q_w : prueba Q de homogeneidad intra-categoría global. ω^2 : proporción de varianza explicada por la variable moderadora.

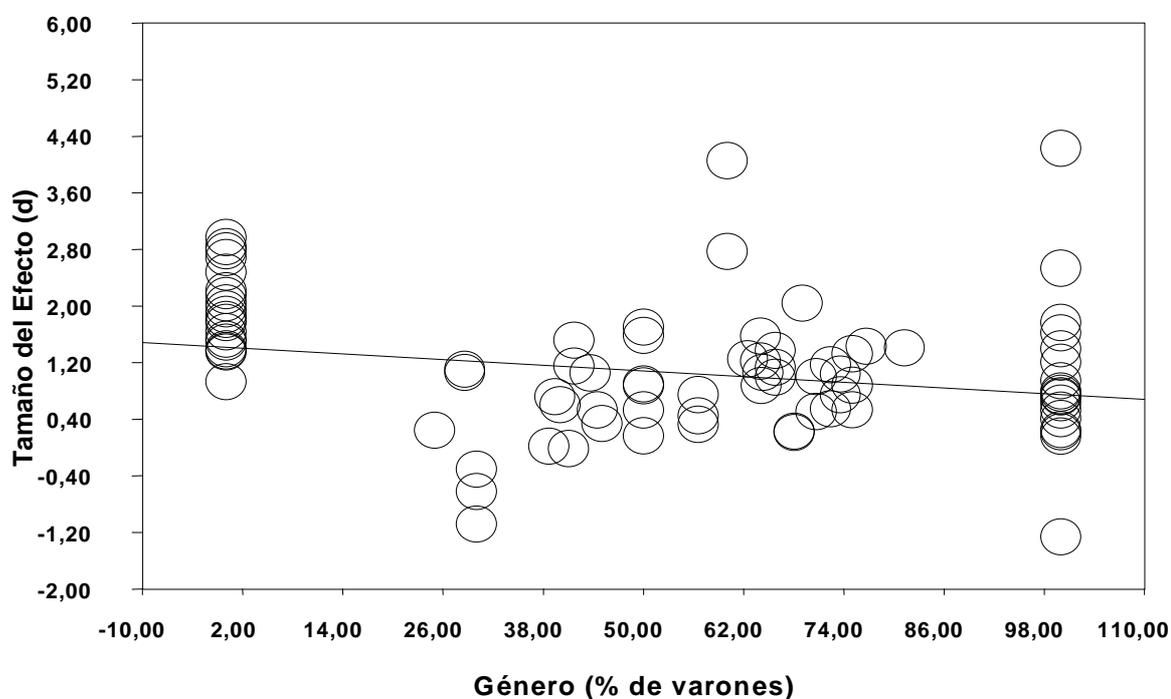


Fig. 2. Diagrama de dispersión del modelo de regresión simple ponderado de la variable moderadora ‘porcentaje de hombres en la muestra’ sobre los tamaños del efecto.

La variable **edad media de la muestra** también alcanza diferencias significativas en los resultados ($p = 0,02$) (tabla 7.28). Si nos fijamos en el signo del coeficiente de regresión, podemos concluir que a menor edad, mayor eficacia terapéutica. Otra variable de sujeto que estábamos interesados en analizar era la presencia de **comorbilidad** en la muestra. Como se observa en la tabla 7.29, tan sólo un estudio incluyó sujetos que padecían algún trastorno comórbide, en concreto, la lumbalgia, por lo que el análisis de esta variable queda muy limitado por esta circunstancia, no encontrándose diferencias significativas entre el hecho de que las muestras incluyeran o no personas con algún tipo de comorbilidad ($p = 0,933$).

Tabla 7.28. Análisis de regresión simple de las variables de sujeto continuas.

V. Moderadora de Sujeto	K	B	Q _R	P	Q _E	p	R ²
Edad media	76	-0,023	5,404	0,020	87,918	0,128	0,058
Género (% de hombres)	85	-0,006	7,300	0,006	97,292	0,135	0,070

K: número de estudios. B: coeficiente de regresión. Q_R: prueba de significación del modelo. Q_E: prueba de especificación del modelo. p: nivel de probabilidad asociado a las pruebas Q_B y Q_E, respectivamente. R²: proporción de varianza explicada por la variable moderadora.

Tabla 7.29. ANOVA ponderado de la variable Comorbilidad.

V. Moderadora de Sujeto	K	d ₊	d _i	d _s	Q _w
Sí	1	1,057	-0,392	2,505	--
No	73	0,995	0,813	1,177	87,352
Resultados ANOVA			Q _B (1) = 0,007 p = 0,933 Q _w (72) = 87,352, p = 0,105 ω ² = 0		

K: número de estudios. d₊: tamaño del efecto medio. d_i y d_s: límites inferior y superior del intervalo de confianza al 95% en torno al tamaño del efecto medio. Q_w: prueba Q de homogeneidad intra-categoría. Q_B: prueba Q de comparación entre los efectos medios de las categorías. Q_w: prueba Q de homogeneidad intra-categoría global. ω²: proporción de varianza explicada por la variable moderadora.

La variable **práctica de actividad física diaria** (tabla 7.30), referente a si los sujetos mantuvieron o no una rutina diaria de actividad física, no influye significativamente en los resultados ($p = 0,418$). Por otra parte, no se pudo realizar el análisis de la variable **nivel de actividad física** de los sujetos, pues el número de estudios que aportaron este dato fue insuficiente.

Tabla 7.30. ANOVA ponderado de la variable práctica de actividad física diaria.

Actividad física diaria	K	d_+	d_i	d_s	Q_w
Sí	41	1,135	0,909	1,361	37,468
No	21	0,973	0,652	1,294	29,265
Resultados ANOVA	$Q_B(1) = 0,505, p = 0,477$ $Q_w(60) = 114,287, p < 0,001$ $\omega^2 = 0$				

K: número de estudios. d_+ : tamaño del efecto medio. d_i y d_s : límites inferior y superior del intervalo de confianza al 95% en torno al tamaño del efecto medio. Q_w : prueba Q de homogeneidad intra-categoría. Q_B : prueba Q de comparación entre los efectos medios de las categorías. Q_w : prueba Q de homogeneidad intra-categoría global. ω^2 : proporción de varianza explicada por la variable moderadora.

Una característica de las muestras de sujetos que considerábamos muy importante analizar es la **población** de referencia a la que pertenecían, distinguiendo entre población clínica, población normal y mixta. Sin embargo, nos encontramos con serias dificultades para poder analizarla, debido a que de los 85 estudios sólo 50 de ellos reportaron con claridad que la población de referencia era clínica, pero los 35 estudios restantes no daban información al respecto. Por lo tanto, el único análisis factible que hemos podido abordar ha consistido en clasificar los estudios entre población clínica y población desconocida. Los resultados de esta comparación se presentan en la tabla 7.31 y no muestran diferencias significativas entre ambas categorías ($p = 0,400$). Sin embargo, al desconocer si los 35 estudios que no reportaban información al respecto estaban formados por población normal o por una mezcla de diferentes poblaciones de referencia, este resultado no nos permite alcanzar una interpretación clara.

Tabla 7.31. ANOVA ponderado de la variable población.

V. Moderadora de sujeto	K	d_+	d_i	d_s	Q_w
Clínica	50	0,996	0,779	1,214	52,535
No se dispone de información	35	1,145	0,874	1,417	46,977
Resultados ANOVA	$Q_B(1) = 0,705, p = 0,400$ $Q_w(83) = 99,513, p = 0,105$ $\omega^2 = 0$				

K: número de estudios. d_+ : tamaño del efecto medio. d_i y d_s : límites inferior y superior del intervalo de confianza al 95% en torno al tamaño del efecto medio. Q_w : prueba Q de homogeneidad intra-categoría. Q_B : prueba Q de comparación entre los efectos medios de las categorías. Q_w : prueba Q de homogeneidad intra-categoría global. ω^2 : proporción de varianza explicada por la variable moderadora.

7.7 VARIABLES MODERADORAS DE CONTEXTO

En este apartado analizamos la relación entre el tamaño del efecto y dos variables moderadoras que hemos considerado de contexto: las variables continente y el lugar donde se realizó el estudio.

Como muestra la tabla 7.32, se observan diferencias significativas entre los TEs medios para los diferentes **continentes** ($p < 0,001$). Resulta llamativo que los continentes con las medias más extremas son precisamente los menos representados en el meta-análisis: Oceanía, con 6 estudios ($d_+ = 0,275$) y Asia, con sólo 2 estudios ($d_+ = 3,330$). Dentro de los tres continentes más representados, hay que resaltar que la media más alta corresponde a Europa ($d_+ = 1,288$), seguida de América del Sur ($d_+ = 1,106$) y América del Norte ($d_+ = 0,964$). Tratando de comprobar si estos resultados podrían estar influidos por el género de la muestra, verificamos que precisamente, América del Sur tiene la mitad de los estudios formados exclusivamente por mujeres. Le sigue Europa, que sólo tiene 3 estudios con hombres exclusivamente, mientras que América del Norte no tiene ningún estudio exclusivo de mujeres, y casi el 29% de ellos (11 de 39) están formados por hombres exclusivamente.

Por otra parte, la variable **lugar de aplicación del tratamiento** (tabla 7.33) no presenta resultados significativos ($p = 0,825$), no existiendo diferencias relevantes en los efectos medios obtenidos en las universidades, clínicas, escuelas, centros deportivos u otros lugares.

Tabla 7.32. ANOVA ponderado de la variable continente.					
Continente	K	d_+	d_i	d_s	Q_w
América del Norte	41	0,964	0,778	1,179	38,010
América del Sur	14	1,106	0,706	1,505	29,997**
Europa	22	1,288	0,970	1,606	23,615
Oceanía	6	0,275	-0,255	0,803	0,957
Asia	2	3,330	2,086	4,573	1,001
Resultados ANOVA			$Q_B(4) = 24,026, p < 0,001$ $Q_w(80) = 93,591, p = 0,142$ $\omega^2 = 0,163$		

** $p < .01$. K: número de estudios. d_+ : tamaño del efecto medio. d_i y d_s : límites inferior y superior del intervalo de confianza al 95% en torno al tamaño del efecto medio. Q_w : prueba Q de homogeneidad intra-categoría. Q_B : prueba Q de comparación entre los efectos medios de las categorías. Q_w : prueba Q de homogeneidad intra-categoría global. ω^2 : proporción de varianza explicada por la variable moderadora.

Tabla 7.33. ANOVA ponderado de la variable lugar de aplicación.

Lugar de aplicación	K	d_+	d_i	d_s	Q_w
Universidad	63	1,086	0,879	1,293	70,669
Clínica	1	0,248	-1,356	1,852	-
Escuela	2	1,275	0,209	2,340	0,423
Centro Deportivo	4	1,012	0,226	1,797	5,876
Otros	1	0,632	-0,896	2,160	-
Resultados ANOVA			$Q_B(4) = 1,510, p = 0,825$ $Q_w(66) = 76,968, p = 0,168$ $\omega^2 = 0$		

K: número de estudios. d_+ : tamaño del efecto medio. d_i y d_s : límites inferior y superior del intervalo de confianza al 95% en torno al tamaño del efecto medio. Q_w : prueba Q de homogeneidad intra-categoría. Q_B : prueba Q de comparación entre los efectos medios de las categorías. Q_w : prueba Q de homogeneidad intra-categoría global. ω^2 : proporción de varianza explicada por la variable moderadora.

7.8 VARIABLES MODERADORAS METODOLÓGICAS

Un tercer bloque de variables moderadoras muy importante es el formado por las características metodológicas de los estudios, ya que éstas pueden detectar sesgos en las estimaciones de los TEs. Una de ellas fue el **tipo de grupo de control**, distinguiendo entre control activo e inactivo. Como se puede observar en la tabla 7.34, sí se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre los dos TEs medios ($p < 0,001$) con un 14,7% de varianza explicada, de forma que cuando el grupo de control es activo, la diferencia entre el grupo tratado y control disminuye, dando lugar a un TE menor ($d_+ = 0,588$) que cuando el grupo de control es inactivo ($d_+ = 1,296$). Los sujetos pertenecientes a los grupos de control inactivo, no realizaban ninguna actividad terapéutica, ni recibían instrucciones de los terapeutas, solamente deberían retornar a la sesión final de evaluación, tras finalizar el tiempo de tratamiento.^{49,80} Los sujetos de los grupos de control activo o placebo permanecían tumbados, mientras se trataban los del grupo experimental, y al cabo del tratamiento volvían a ser evaluados.^{83,99}

Podemos entender que el efecto medio $d_+ = 1,296$ para el grupo inactivo, está provocado no sólo por los efectos del tratamiento, sino también por los efectos inespecíficos, mientras que el TE medio para grupos de control activos refleja los efectos específicos de la terapia, los cuales en este caso presentan una magnitud de 0,588, una magnitud media-alta, según el criterio de Cohen (1988). De esta manera, un modo aproximado de estimar los efectos inespecíficos de los tratamientos consiste en calcular la diferencia entre los TEs medios para los grupos de control inactivos y activos: $d_{\text{inespecífico}} = d_{\text{inactivo}} - d_{\text{activo}} = 1,296 - 0,588 = 0,708$. El efecto inespecífico del tratamiento sería de 0,708, que es un efecto alto, según el

criterio de Cohen.¹⁵¹ Por lo tanto, podemos decir que, una vez eliminados los efectos inespecíficos de la terapia, los efectos específicos de los tratamientos todavía suponen una mejora de magnitud media-alta, pero también hay que añadir que los efectos inespecíficos de la terapia son sólidos ($d = 0,708$).

Tabla 7.34. ANOVA ponderado de la variable tipo de grupo de control.					
Tipo de grupo de control	K	d₊	d_i	d_s	Q_w
Control inactivo	57	1,296	1,103	1,489	79,453*
Control activo	28	0,588	0,333	0,844	20,146
Resultados ANOVA			Q _B (1) = 18,779, p = 0,000 Q _w (83) = 99,599, p = 0,103 ω ² = 0,147		

*p<.05. K: número de estudios. d₊: tamaño del efecto medio. d_i y d_s: límites inferior y superior del intervalo de confianza al 95% en torno al tamaño del efecto medio. Q_w: prueba Q de homogeneidad intra-categoría. Q_B: prueba Q de comparación entre los efectos medios de las categorías. Q_w: prueba Q de homogeneidad intra-categoría global. ω²: proporción de varianza explicada por la variable moderadora.

Además del tipo de grupo de control, se analizaron cuatro variables moderadoras metodológicas de naturaleza continua: la mortalidad diferencial, la mortalidad global y la diferencia de medias estandarizada en el pretest entre los grupos tratado y de control, y la calidad metodológica del estudio. La tabla 7.35 presenta los resultados de los análisis de regresión simples aplicados. Ni la **mortalidad diferencial** ($p = 0,621$), ni la **mortalidad experimental** ($p = 0,180$), ni la **diferencia de medias estandarizada en el pretest entre los grupos tratado y control** ($p = 0,318$) alcanzaron un resultado significativo con los TEs.

La **calidad metodológica** sí resultó significativa ($p = 0,054$), con un 3,52% de varianza explicada y presentando una relación negativa con el TE; es decir los estudios con menor calidad obtienen tamaños del efecto más altos, no porque los tratamientos sean mejores, sino porque no controlan variables que pueden sesgar los resultados en un sentido positivo (tabla 7.35). La figura 3 presenta un diagrama de dispersión del modelo de regresión simple ponderado de la calidad metodológica de los estudios sobre los TEs.

Tabla 7.35. Análisis de regresión simple de las variables metodológicas continuas.

V. Moderadora Metodológica	K	B	Q _R	P	Q _E	p	R ²
Mortalidad diferencial	81	0,946	0,245	0,621	96,968	0,083	0
Mortalidad experimental	85	2,188	1,792	0,180	102,03	0,070	0,017
Índice d en el pretest	72	-0,163	0,997	0,318	76,800	0,270	0,128
Calidad	85	-0,127	3,699	0,054	101,403	0,083	0,035

K: número de estudios. B: coeficiente de regresión. Q_R: prueba de significación del modelo. Q_E: prueba de especificación del modelo. p: nivel de probabilidad asociado a las pruebas Q_B y Q_E, respectivamente. R²: proporción de varianza explicada por la variable moderadora.

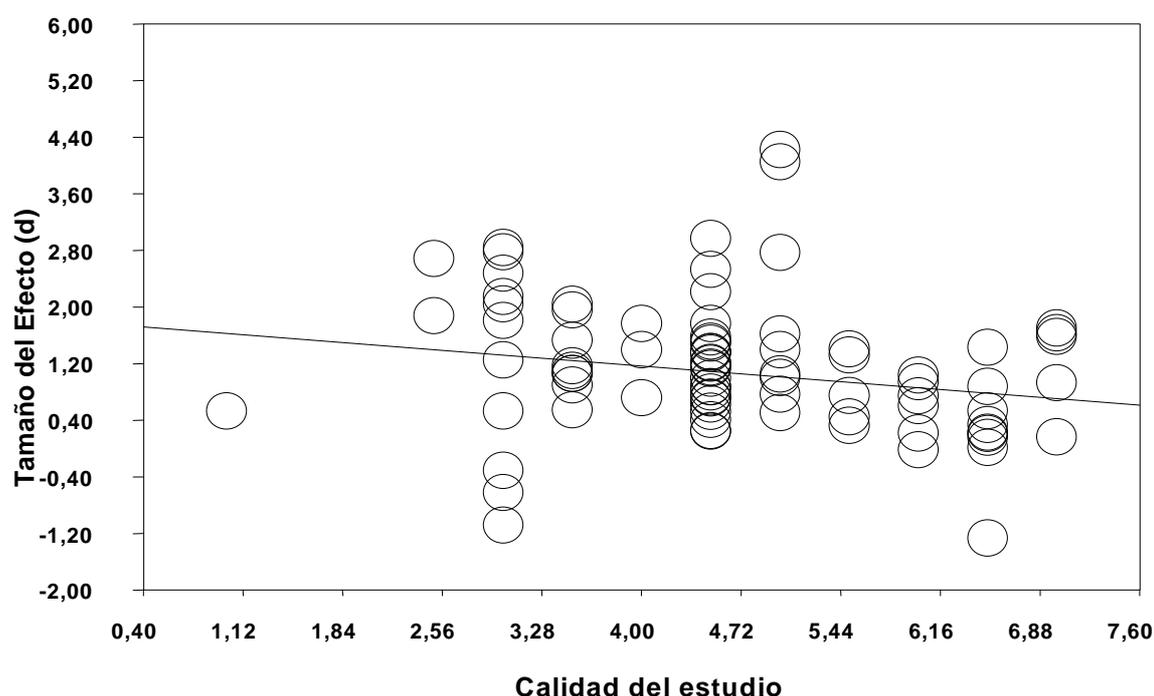


Fig. 3. Diagrama de dispersión del modelo de regresión simple ponderado de la variable moderadora 'calidad metodológica' sobre los tamaños del efecto.

7.9 VARIABLES MODERADORAS EXTRÍNSECAS

Por último, analizamos el posible influjo de tres variables moderadoras consideradas de naturaleza extrínseca al proceso propio de investigación: la fecha de publicación, la formación académica del primer autor y la fuente de publicación.

En cuanto a la **fecha** (tabla 7.36) y la **fuentes de publicación** (tabla 7.37), no se obtuvo un resultado significativo en su relación con la magnitud de los tamaños del efecto.

Referente a la **formación del primer autor**, los resultados con mayor eficacia se obtienen con los estudios en los que el primer firmante es un educador físico, seguido del fisioterapeuta, con un porcentaje de varianza explicada del 92,9% (tabla 7.38).

Tabla 7.36. Análisis de regresión simple de la variable fecha de publicación.

V. Moderadora de extrínseca	K	B	Q _R	P	Q _E	p	R ²
Fecha	85	-0,004	0,133	0,715	100,217	0,096	0,001

K: número de estudios. B: coeficiente de regresión. Q_R: prueba de significación del modelo. Q_E: prueba de especificación del modelo. p: nivel de probabilidad asociado a las pruebas Q_B y Q_E, respectivamente. R²: proporción de varianza explicada por la variable moderadora.

Tabla 7.37. ANOVA ponderado de la variable fuente de publicación.

V. Moderadora de extrínseca	K	d ₊	Di	ds	Q _w
Artículo de revista	79	1,015	0,843	1,186	97,579
Libro/monografía	2	2,129	0,964	3,296	0,414
Manuscrito no publicado	2	1,837	0,659	3,014	0,363
Informe técnico	2	0,892	-0,247	2,030	0,063
Resultados ANOVA			Q _B (3) = 5,246, p = 0,155 Q _w (81) = 98,420, p = 0,091 ω ² = 0		

K: número de estudios. d₊: tamaño del efecto medio. di y ds: límites inferior y superior del intervalo de confianza al 95% en torno al tamaño del efecto medio. Q_w: prueba Q de homogeneidad intra-categoría. Q_B: prueba Q de comparación entre los efectos medios de las categorías. Q_w: prueba Q de homogeneidad intra-categoría global. ω²: proporción de varianza explicada por la variable moderadora.

Tabla 7.38. ANOVA ponderado de la variable formación del primer autor.

V. Moderadora de extrínseca	K	d ₊	Di	ds	Q _w
Fisioterapeuta	57	0,925	0,732	1,118	68,594
Educador Físico	11	2,240	1,716	2,764	6,831
Resultados ANOVA			Q _B (1) = 21,288, p = 0,000 Q _w (66) = 75,425, p = 0,020 ω ² = 0,206		

K: número de estudios. d₊: tamaño del efecto medio. di y ds: límites inferior y superior del intervalo de confianza al 95% en torno al tamaño del efecto medio. Q_w: prueba Q de homogeneidad intra-categoría. Q_B: prueba Q de comparación entre los efectos medios de las categorías. Q_w: prueba Q de homogeneidad intra-categoría global. ω²: proporción de varianza explicada por la variable moderadora.

7.10 MODELO EXPLICATIVO

Para terminar el meta-análisis nos propusimos construir un modelo explicativo que incluyese el conjunto de variables predictoras que mejor pudiesen explicar la variabilidad de

los TEs. Para ello, incluimos aquellas variables predictoras que tenían mayor relevancia sustantiva o conceptual.¹³⁷ En concreto, incluimos varias variables sustantivas de tratamiento y de sujeto y una variable metodológica. No incluimos variables de contexto ni extrínsecas por no haber presentado en los análisis evidencia de resultados significativos en relación con los tamaños del efecto. Aunque la variable de contexto ‘continente’ presentó una relación significativa con el TE, ésta se debió a su interacción con el género de las muestras de sujetos, por lo que no la incluimos en el modelo explicativo. Además, elegimos aquellas que mejor predecían la magnitud de los efectos de los tratamientos, atendiendo tanto a criterios sustantivos de relevancia conceptual como a los resultados estadísticos de los ANOVAs y de regresión simple. Por otra parte, admitimos solamente un número de variables que fuese proporcional al número de estudios incluidos en el modelo explicativo de regresión múltiple. Finalmente, también evitamos la inclusión de variables moderadoras con muchos datos ausentes para evitar la pérdida de estudios en el análisis.

Dentro de las variables sustantivas incluimos en el “cluster” de tratamiento, el tipo de intervención utilizada y en el “cluster” de sujeto, el porcentaje de hombres en la muestra. Dentro del “cluster” de las variables metodológicas, incluimos la calidad metodológica de los estudios, ya que constituye el mejor modo de representar la calidad de los estudios y, además, resultó estar estadísticamente relacionada con el tamaño del efecto. Dado que muchos estudios habían combinado varios tipos de tratamiento, definimos mediante un sistema de codificación ficticia (0, tratamiento ausente versus 1, tratamiento presente), aquellos tratamientos que con mayor frecuencia se habían utilizado. De esta forma, incluimos tres variables ficticias de tratamiento: el estiramiento (0, ausente; 1, presente) y el calentamiento (0, ausente; 1, presente) como los más frecuentes, y otros tratamientos (0, ausente; 1, presente) para representar a todos los demás.

Téngase en cuenta que excluimos del modelo explicativo algunas variables moderadoras que presentaron una relación significativa con el TE. Tal es el caso de la duración del tratamiento y de la coincidencia o no del autor del estudio y el operador. También hemos dejado fuera una variable de sujeto que resultó significativa con el TE; la edad media de la muestra de sujetos, así como la variable metodológica ‘tipo de grupo de control’. Hemos seleccionado las más relevantes sobre una base conceptual y estadística y éstas las hemos excluido debido a que el número de estudios del meta-análisis no aconseja la inclusión de un número mayor de predictores en el modelo.

Por lo tanto, planeamos un modelo de regresión que contiene cinco predictores, tres de ellos concernientes al tipo de intervención utilizado, uno relativo al “cluster” de sujeto, porcentaje de hombres en la muestra, y otro relativo a la calidad metodológica.

Lo que pudimos comprobar con el modelo de regresión múltiple (tabla 7.39) es que, una vez controlados los estudios en función de su calidad metodológica y del porcentaje de hombres, los tipos de tratamiento siguen ejerciendo una influencia estadísticamente significativa sobre el tamaño del efecto [$Q_R(5) = 22,645$ $p < 0,001$], con un porcentaje de varianza explicada del 19,5%. En definitiva, las tres técnicas de intervención (estiramiento, calentamiento y otras técnicas) muestran coeficientes de regresión parciales positivos, lo que indica que están positivamente relacionados con el tamaño del efecto, es decir, cuando el tratamiento incluye unas de estas tres técnicas de intervención, la magnitud del efecto aumenta significativamente respecto a cuando no se utiliza dicha técnica.

En lo que respecta a las variables predictoras relacionadas con las características de los sujetos (el porcentaje de hombres en la muestra) y con la calidad metodológica de los estudios, encontramos una asociación estadísticamente significativa en ambos casos, pero en sentido negativo, de manera que conforme aumenta el número de hombres en la muestra y conforme mayor es la calidad metodológica del estudio, se produce una disminución de la magnitud del tamaño del efecto en los estudios.

Tabla 7.39. Resultados del análisis de regresión múltiple ponderado de variables de tratamiento, de sujeto y de método sobre el tamaño del efecto.

Variable Predictora	B_j	Z	P
Estiramiento	0,481	1,279	0,201
Calentamiento	0,626	3,056	<0,001
Otros	0,099	0,268	0,789
Género (% de hombres)	-0,004	-1,572	0,116
Calidad	-0,095	-1,424	0,155
Análisis del modelo completo	$Q_R(5) = 22,645$ $p < 0,001$ $Q_E(79) = 93,98126$, $p = 0,119$ $R^2_{aj} = 0,195$		

B_j : coeficiente de regresión parcial no estandarizado de cada predictor. Z: prueba Z de significación estadística de cada predictor. P: nivel de probabilidad asociado a cada prueba Z. Q_R : prueba chi-cuadrado para evaluar el ajuste del modelo predictivo completo. Q_E : prueba chi-cuadrado para evaluar el error de especificación del modelo. R^2_{aj} : coeficiente de determinación ajustado, que indica la proporción de la varianza del tamaño del efecto que es explicada por los predictores.

DISCUSIÓN

DISCUSIÓN

El objetivo principal de esta investigación fue revisar la evidencia empírica acerca de los tratamientos para la ganancia de flexibilidad en la musculatura isquiotibial. Para este fin, se procedió a la búsqueda de estudios que reuniesen los criterios determinados en el capítulo 6. Del total de los informes localizados, se seleccionaron 41 trabajos de investigación que dieron lugar a 85 estudios independientes. De éstos sólo 4 eran no publicados, frente a los 81 estudios restantes. A pesar de la pequeña representación de los estudios no publicados, el sesgo de publicación no afectó a los resultados de esta investigación, como se pudo comprobar en el apartado 7.3 del capítulo 7.

Una vez comprobada la eficacia global de los tratamientos analizados, se procedió con los análisis de las diferentes variables que hubieron podido influir en los resultados, pretendiendo responder a los objetivos e hipótesis planteadas en el capítulo 5. A continuación se procede a discutir los resultados obtenidos en este trabajo de investigación.

8.1 REFERENTE A LAS VARIABLES DE TRATAMIENTO

Respecto a las variables de tratamiento, se planteó como objetivo específico analizar el influjo de éstas variables sobre los TEs.

Nuestra primera hipótesis afirmaba que diferentes tratamientos alcanzarían resultados distintos; es decir, el tipo de tratamiento influiría en la magnitud de los TEs. Partiendo de los resultados obtenidos del análisis de las 13 modalidades de tratamiento utilizadas (estiramiento, masaje, termoterapia, calentamiento, TEM y otros; y las combinadas: estiramiento + masaje, estiramiento + termoterapia, estiramiento + crioterapia, estiramiento +

calentamiento, calentamiento + masaje, calentamiento + TEM y calentamiento + otros), la hipótesis quedó confirmada. El método de tratamiento basado en el estiramiento muscular junto con el tratamiento combinado, de estiramiento más calentamiento, fueron los que han obtenido los mejores resultados, si bien una vez controlado el influjo de las variables de sujeto y metodológicas más importantes (género y calidad, respectivamente), mediante la elaboración de nuestro modelo explicativo, todos los tratamientos resultaron efectivos. De acuerdo con Herbert¹²⁵ 1988 y De Deyner,¹²⁶ el estiramiento proporciona al músculo la modificación, a largo plazo, de la arquitectura de los diferentes elementos que componen la estructura del mismo (componentes elásticos), llevando al aumento de la longitud muscular, que a su vez también depende de la fuerza de tracción aplicada y de la frecuencia con que la recibe.⁹⁶ Para Weijer et al,⁸³ los ejercicios de calentamiento no generan resultados favorables si son aplicados de forma aislada. Sin embargo cuando se combinan con estiramientos musculares potencian los efectos de la flexibilidad obtenidos por el mismo

Se esperaba que a mayor duración (nº de semanas de tratamiento), intensidad (tiempo de tratamiento por semana en minutos) y magnitud (tiempo total de tratamiento en minutos) de los tratamientos, se lograrían mejores resultados; sin embargo, esta hipótesis se ha cumplido parcialmente, concluyendo así que, cuanto mayor es la duración del tratamiento empleado, más eficaz es el tratamiento. Coincidiendo con estos resultados Rowlands et al.,¹⁰⁷ y Chan et al.,¹²⁴ demostraron, respectivamente, que 6 y 8 semanas de tratamiento, son mejores que 3 y 4 semanas. De acuerdo con Ford et al.,⁵⁰ y Bandy et al.¹²² el aumento de la amplitud de movimiento articular lograda a través de la adaptación plástica del tejido muscular, se alcanza con mayor tiempo de tratamiento aplicado. Respecto a la intensidad y magnitud no encontramos ninguna relación en términos globales.

Otro de nuestros objetivos fue averiguar la influencia de otras variables de tratamiento en los resultados. El modo de aplicación no influyó en la magnitud de los tamaños del efecto. En cuanto al hecho de ser la misma persona el autor del estudio y el terapeuta (persona que aplica el tratamiento), los resultados permiten concluir que cuando los autores coinciden con los terapeutas se obtienen resultados menos favorables que cuando éstos no lo son. Referente a la formación del terapeuta, los datos permiten concluir que la eficacia del tratamiento no está determinada por la formación profesional de la persona que lo aplica, pues el conjunto de procedimientos utilizados para el aumento de la longitud de los isquiotibiales, a pesar de ser

concerniente al ámbito de la fisioterapia, pueden ser empleados en otros contextos tanto clínicos como deportivos.

8.2 REFERENTE A LAS VARIABLES DE SUJETO

Con respecto a las variables relacionadas con las características de los sujetos, se esperaba que tanto el género como la edad de los sujetos influyesen en la magnitud de los TEs. En cuanto al género, sí influyó en los resultados, alcanzando las mujeres mejores resultados que los hombres. La constitución ósea, la estructura anatómica y el factor hormonal femenino, justificarían éste resultado ya que, al ser más flexibles las mujeres, con la práctica alcanzan mejor nivel de flexibilidad que los hombres.

Referente a la edad, los datos permiten concluir que, con el avance de la edad los niveles de flexibilidad decrecen. Esto puede deberse a una modificación histológica del tejido muscular (aumento del cruzamiento de las fibras de colágeno),^{14,15} así como a la disminución de la práctica de una actividad física.¹⁶ De esta manera, los sujetos con los peores valores de flexibilidad se concentrarían en la población mayor y no lograrían resultados tan favorables como en la población más joven.

Otra hipótesis formulada dentro de este apartado fue si obtendríamos resultados diferentes por el hecho de que los pacientes mantengan o no la rutina diaria de actividad física. Hemos comprobado que, tanto los sujetos que durante el tratamiento continuaron normalmente con la práctica de actividad física que realizaban, como aquellos que no continuaron con la misma, obtuvieron resultados positivos, si bien sin alcanzar una superioridad estadísticamente significativa. De acuerdo con Koutedakis,²⁵ en general las personas que practican una actividad física constante se benefician de más flexibilidad que las que no lo hacen. No obstante, para que se aprecie un aumento en la amplitud de movimiento articular, de manera gradual, además de la práctica deportiva, se requieren programas específicos de flexibilidad.

8.3 REFERENTE A LAS VARIABLES DE CONTEXTO

Respecto de este grupo de variables, en lo que se refiere al continente, no se hallaron resultados concluyentes, ya que a pesar de haber resultado significativa esta variable está

influenciada por el género. En cuanto al lugar donde se llevó a cabo el tratamiento no encontramos diferencias relevantes entre los tratamientos realizados en universidades, clínicas, escuelas, centros deportivos u otros lugares, lo que por otro lado era de esperar, ya que lo más importante es la técnica de tratamiento y la constancia con la que se aplica.

8.4 REFERENTE A LAS VARIABLES METODOLÓGICAS

Otro de nuestros objetivos era analizar la influencia de las variables metodológicas en los resultados. La primera hipótesis formulada consistía en comprobar si el tipo de grupo de control influiría en los TEs. En concreto, afirmábamos que el grupo de control sin tratamiento, o inactivo, daría lugar a TEs más altos que cuando el grupo de control es activo (placebo). Los resultados alcanzados en el postest confirman nuestra hipótesis, poniendo de manifiesto que en este tipo de tratamientos existen importantes inespecíficos, si bien podemos afirmar que los tratamientos son claramente efectivos una vez controlados dichos efectos inespecíficos.

La hipótesis referente a la mortalidad afirmaba que cuanto mayor fuera la mortalidad mayor serían los TEs. Basándose en los resultados del postest, no se pudo confirmar ésta hipótesis, tanto la mortalidad experimental de cada grupo por separado como la mortalidad diferencial no influyen en el resultado final del tratamiento, y de esta manera podemos descartar la existencia de estimaciones sesgadas de los efectos debidas a estos dos factores.

La última hipótesis metodológica formulada se refiere a la calidad de los estudios. En concreto afirmábamos que los estudios con menor calidad obtendrían los TEs más altos. Nuestros datos confirman dicha relación, si bien con apenas un 3,52% de varianza explicada. Esta hipótesis no se debe interpretar como que a menor calidad del estudio, mayor eficacia del tratamiento, sino que debido a la falta de control de variables extrañas, por parte de los investigadores, los estudios que presentan calidad más alta exhiben TEs más bajos que los que exhiben calidad más baja.

8.5 REFERENTE A LAS VARIABLES EXTRÍNSECAS

Los análisis de las tres variables extrínsecas permiten concluir que, la fecha no es una variable que modere los resultados, en base en ella. Por otra parte, el resultado obtenido del

análisis de la formación del primer autor demuestra que los mejores resultados se obtienen cuando el primer autor de los estudios es un educador físico, seguido de cuando el primer autor es un fisioterapeuta. No obstante, esta conclusión debe interpretarse con cautela debido a que los educadores físicos son los menos representativos en la muestra: sólo 11, frente a los 57 que son fisioterapeutas.

Referente a las hipótesis que inicialmente planteamos en nuestro estudio, experiencia de los operadores, comorbilidad y el nivel de actividad física, la falta de datos en los análisis de los resultados no nos permite contrastarlas.

8.6 LIMITACIONES E IMPLICACIONES PARA LA PRÁCTICA CLÍNICA

Como en toda investigación, también nos deparamos con limitaciones durante la realización de nuestro trabajo. La falta de claridad, por parte de los estudios, en la descripción de las técnicas utilizadas como tratamiento y del modo de aplicación de las mismas, arrojó dudas en el proceso de codificación. La ausencia de datos de variables moderadoras claves, como es el caso de la población de sujetos estudiada, la experiencia de los terapeutas y el nivel de actividad física de los sujetos, limitó las posibilidades de obtener resultados más detallados. La falta de estas informaciones en los estudios dificulta la realización de estudios meta-analíticos, así como la futura replicación de esos mismos estudios.

Lo más indicado en un programa de tratamiento para el entrenamiento de la flexibilidad, es que las ganancias obtenidas sean consideradas no sólo en la fase inmediata, tras la aplicación del tratamiento, sino también en la fase tardía. Spernoga et al,¹⁵⁴ observaron que las ganancias inmediatas de flexibilidad en los isquiotibiales permanecen apenas 6 min., dejando a partir de entonces de ser significativas. Willy et al,¹⁵⁵ demostraron que, el cese de la aplicación del tratamiento durante cuatro semanas, lleva a una pérdida de la flexibilidad obtenida con un programa de seis semanas de entrenamiento de la flexibilidad. En nuestro estudio sólo hemos podido considerar las ganancias inmediatas, debido a que sólo un porcentaje pequeño de los estudios informaron de los resultados obtenidos en la fase tardía.

Puesto que, en la rehabilitación física, tanto el tiempo de recuperación como la consecución de resultados duraderos son puntos clave cuando se pretende aplicar programas de tratamiento que logren cambios en la flexibilidad muscular de los isquiotibiales, además del género y de la edad de los sujetos, se debe tener en consideración la viscosidad, la

elasticidad y la plasticidad muscular. Así, los tratamientos que logren solamente modificar la viscosidad muscular, como es el caso de los agentes termoterápicos, crioterápicos o los ejercicios de calentamiento, deben ser sustituidos por los que logren potenciar la elasticidad y la plasticidad, como es el caso de los estiramientos musculares.

8.7 CONSIDERACIONES PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

Un meta-análisis además de aportar informaciones que posibilitan la toma de decisiones para la práctica clínica, también orienta futuras investigaciones. De este meta-análisis se ha podido extraer algunas recomendaciones, que se comentan a continuación:

- Son escasos los estudios que informan sobre que niveles de acortamiento en la musculatura isquiotibial son considerados leves, moderados o graves. Saber a qué tipo de población se aplica un tratamiento, si es normal, mixta o clínica, ayuda a decidir qué circunstancias de tratamiento son las más adecuadas.

- Sería importante investigar, en futuros estudios, la relación existente entre el tipo y el nivel de actividad física practicada por los sujetos, y el biotipo de los mismos, a fin de poder concluir si éstas características favorecen el acortamiento muscular, y si deben ser tenidas en cuenta durante la elección del tratamiento.

- No existen, en este ámbito de estudio, trabajos que incluyan programas de seguimiento, por lo que los investigadores deben esforzarse en aplicarlo, para que se pueda evaluar la eficacia de los tratamientos a largo plazo.

- Es preciso mejorar la calidad metodológica de los estudios ya que muchos de ellos pueden presentar una alta eficacia inducida por defectos metodológicos. A la hora de diseñar una investigación, se recomienda considerar los indicadores que determinan si un estudio es o no de calidad (como el modo de asignación de los sujetos a los grupos, la utilización de grupos de control y de programas de seguimiento, el enmascaramiento de los evaluadores, etc.), y de esta manera evitar que los resultados queden sesgados por falta de control de las variables de confundido.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

En este apartado se presentan las principales conclusiones referentes a los tratamientos utilizados para el desarrollo de la flexibilidad en los músculos isquiotibiales teniendo en consideración los resultados obtenidos en esta investigación.

1. Globalmente, promediando todas las variables de resultado y para todos los tratamientos evaluados en nuestro meta-análisis, se obtiene un tamaño del efecto significativo y de magnitud alta.
2. Cuando analizamos los tipos de tratamiento, no todas las técnicas presentan la misma eficacia. El estiramiento muscular y el estiramiento combinado con el calentamiento son los tratamientos que lograron mejores resultados, y una vez controladas las variables metodológicas y de sujeto, todos los tratamientos demuestran ser eficaces.
3. Los tratamientos utilizados para desarrollar la flexibilidad en la musculatura posterior del muslo, resultaron eficaces independientemente del profesional o del lugar en el que se aplica la intervención.
4. Los tratamientos para las ganancias de la flexibilidad en la musculatura isquiotibial, son más eficaces cuando: son empleados en sujetos del género femenino, cuanto más jóvenes sean los sujetos, y cuando se utiliza un número mayor de semanas de tratamiento.
5. La calidad metodológica de los estudios se correlaciona negativamente con los resultados, de forma que a mayor calidad metodológica de los estudios menor es el TE obtenido. Ello se debe a que los estudios con pobre calidad metodológica obtienen sobreestimaciones de los efectos de los tratamientos debido a la falta de control de variables de confundido.

RESUMEN

De acuerdo con la literatura científica, la frecuencia del acortamiento de los isquiotibiales, está relacionado con factores genéticos, hábitos diarios y actividades deportivas. Sin embargo, con las numerosas metodologías de tratamiento propuestas en la literatura se hace difícil establecer cuál de ellas resulta ser la más efectiva. En este trabajo se llevó a cabo meta-análisis sobre la eficacia de los tratamientos para la ganancia de flexibilidad en los músculos isquiotibiales. La búsqueda de la literatura permitió identificar 41 estudios, 39 publicados y 2 no publicados, entre 1930 y 2007, que cumplieron con los criterios de inclusión, totalizando 85 comparaciones entre grupo tratado y control. El índice del tamaño del efecto utilizado fue la diferencia de medias estandarizada. Los tratamientos obtuvieron una efectividad estadísticamente significativa ($d_+ = 1,054$). El estiramiento muscular, más la combinación de estiramiento más calentamiento resultaron ser los tratamientos más efectivos. La relación entre el tamaño del efecto con las demás variables de tratamiento, de sujeto, metodológicas y extrínsecas, también fueron examinadas. El sesgo de publicación no fue una amenaza contra la validez de los resultados. Los tratamientos son más eficaces cuando: son empleados en sujetos del género femenino; cuanto más jóvenes sean los sujetos; y cuando se utiliza un número mayor de semanas de tratamiento.

SUMMARY

SUMMARY

According to the scientific literature, the frequency of the shortened hamstring, is related to genetic factors, daily habits and sports activities. In spite of the found treatment methodologies diversity is difficult to establish which of them is more effective. In this paper we carried out a meta-analysis about the efficacy of the treatment for the increase the flexibility in the hamstring muscle. The searched of the literature enabled us identify 41 studies, 39 published and 2 no published, between 1930 and 2007, that fulfilled our the selection criteria, giving a total 85 comparisons between a treated an a control group. The effect size index was the standardized mean difference in the posttest. The treatments obtained a statistically significant effectiveness ($d_+ = 1,054$). The stretching and stretching plus warming -up resulted to be the treatment more effective. The relationship of others treatment, subjects, methodological and extrinsic variables with the effect size were also examined. The publication bias was not a threat against the validity of the results. The treatments are more efficient when: they are applied in subjects of the feminine gender; the more young be the subjects and when a greater number of weeks of treatment are utilized.

RESUMO

RESUMO

Segundo a literatura científica, a causa do encurtamento dos isquiotibiais está relacionada com fatores genéticos, hábitos de vidas e tipo de atividade física praticada. Entretanto, apesar dos diversos tipos de tratamento encontrados na literatura é difícil estabelecer qual deles é mais efetivo. Nesse trabalho se meta-análise sobre a eficiência dos tratamentos aplicados para o ganho de flexibilidade nos músculos isquiotibiais. A pesquisa bibliográfica possibilitou identificar 41 estudos, 39 publicados e 2 não publicados, entre 1930 e 2007, que cumpriam com os critérios de inclusão, totalizando 85 comparações entre grupo tratado e grupo controle. O índice do tamanho de efeito utilizado foi a diferença de medias estandardizada. Os tratamentos obtiveram uma efetividade estatisticamente significativa ($d_+ = 1,054$). O alongamento muscular, mais a combinação de alongamento mais aquecimento foram os tratamentos mais efetivos. A relação entre o tamanho do efeito com as outras variáveis de tratamento, de sujeito, metodológicas e extrínsecas, também foram examinadas. El sesgo de publicación no fue una amenaza contra la validez de los resultados. Os tratamentos são mais eficientes quando: são aplicados em sujeitos do gênero feminino; quanto mais jovens são os mesmos; e quando maior o número de semana de tratamento.

**REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Erkula G, Dermikam F, Alper B, Kiter E. Hamstring shortening in healthy adults. *J Back Musculoskeletal Rehabil.* 2002; 16:77-81.
2. Noyes F, Sonstegard D. Biomechanical function of the pes anserius at the knee and the effect of its transplantation. *J Bone Joint Surg Am.* 1973; 35(A):1225-1240.
3. Whitehead C, Hillman S et al. The effect of simulated hamstring shortening on gait in normal subjects. *Gait & Posture.* 2006; 26(1):90-96.
4. Anderson B, Burke ER. Scientific, medical and practical aspects of stretching. *Clinics in Sports Med.* 1991; 10:63-83.
5. Garcia J, Hernandez O. Síndrome de isquiotibiales cortos. *Rev Esp Podologia.* 1998; IX(1):7-15.
6. Kisner C, Colby L. Alongamento. In: *Exercícios Terapêuticos – fundamentos e técnicas.* São Paulo: Manole.1998.
7. Leong B. Critical review of passive muscle stretch: implication for the treatment of children in vegetative and minimally conscious states. *Brain Inj.* 2002; 16:169-183.
8. Sjolie AN. Low back pain adolescents are associated with poor hip mobility and high body mass index. *Scan J Med Sci Sports.* 2004; 14(3):168-175.
9. Decoster LC, Scalon R, Horn K, Cleland J. Standing and supine hamstring stretching are effective. *J Athl Train.* 2004; 39(4):330-334.
10. Schuback B, Hooper L, Salisbury L. A comparison of a self-stretch incorporating proprioceptive neuromuscular facilitation components and a therapist-applied PNF technique on hamstring flexibility. *Physiotherapy.* 2004; 90:151-157.
11. Polachini L, Fusazaki L, Tamaso M, Tellini G, Masiero D. Estudo comparativo entre três métodos de avaliação do encurtamento da musculatura posterior da coxa. *Rev Bras Fisiot.* 2005; 9(2):187-193.
12. Corkery M, Briscoe H, Ciccone N, Foglia G, Johnson P, Kinsman S, Legere L, Lum B, Canavan P. Establishing normal values for lower extremity muscle length in college age students. *Phys Ther in Sports.* 2007; 8:66-74.
13. Youdas J , Krause D, Hollman J, Harsen W, Laskowski E. The influence of gender and age on hamstring muscle length in healthy adults. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005; 35(4):246-252.
14. Hayflick L. Theories of biological aging. *Exp Gerontol.* 1985; 20:145-159.
15. Feland JB, Myrer JW, Schulthies SS, Fellinghan GW, Meason GW. The effect of

- duration of stretching of the hamstring muscle group for increasing range of motion in people aged 65 years older. *Phys Ther.* 2001; 81(5):1110-1117.
16. Roach KE, Miles TP. Normal hip and knee active range of motion: the relationship to age. *Phys Ther.* 1991; 71:656-665.
 17. Walker JM, Sue D, Mills-Elkousy N, Ford G, Trevelyan H. Active mobility of the extremities in older subjects. *Phys Ther.* 1984; 64:919-923.
 18. James B, Parker AW. Active and passive mobility of lower limb joints in elderly men and women. *Am J Phys Med.* 1989; 68:162-167.
 19. Krivickas L, Feinberg J. Lower extremity injuries in college athletes: Relation between ligamentous laxity and lower extremity muscle tightness. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996; 77:1139-1143.
 20. Busquet L. Las cadenas musculares (TOMO IV). Miembros inferiores. Barcelona: Paidotribo. 2004.
 21. Duncan M, Woodfield L, Al-Nakeeb Y. Anthropometric and physiological characteristics of junior elite volleyball players. *Br J Sports Med.* 2006; 40:649-651.
 22. Hartig D, Henderson J. Increasing hamstring flexibility decreases lower extremity overuse injuries in military basic trainees. *Am J Sports Med.* 1999; 27(2):173-176.
 23. Weldon SM, Hill RH. The efficacy of stretching for prevention of exercise related injury: a systematic review of literature. *Manual Therapy.* 2003; 8(3):141-150.
 24. Sjolie AN. Access to pedestrian roads, daily activities, and physical performance of adolescents. *Spine.* 2000; 25(15):1965-1972.
 25. Koutedakis Y. Seasonal variation in fitness parameters in competitive athletes. *Sports Medicine.* 1995; 19: 373-392.
 26. Witvrouw E, Bellemans J, Lysens R, Danneels L, Cambier D. Intrinsic risk factors for the development of patellar tendinitis in the athletic population. *Am J Sports Med.* 2001; 29:594-599.
 27. Józwiak M, Pietrzak S, Tobjasz F. The epidemiology and clinical manifestations of hamstring muscle and plantar foot flexor shortening. *Dev Med Child Neural.* 1997; 39:481-483.
 28. Avanzi O, Chih LY, Meves R, Caffaro MC, Pellegrini J. Cifose torácica e músculos isquiotibiais. Correlação estético-funcional. *Acta Ortop Bras.* 2007; 15(2):93-96.
 29. Rajnics P, Templier A, Skalli W, Lavaste F, Illes T. The importance of spinopelvic parameters in patients with lumbar disc lesions. *Int Orthop.* 2002; 26: 104-108.
 30. Jones MA, Stratton G, Reilly T, Unnithan VB. Biological risk indicators for recurrent non-specific low back pain in adolescents. *Br J Sports Med.* 2005; 39:137-140.
 31. Józwiak M, Pietrzak S. Patella position versus length of hamstring muscle in children. *J Pediatr Orthop.* 1998; 18:268-270.
 32. Zhu Q, Gu R, Yang X, Lin Y, Gao Z, Tanaka Y. Adolescent lumbar disc herniation and hamstring tightness. Review of 16 cases. *Spine.* 2006; 31(16):1814-1819.
 33. McCarthy JJ, Betz RR. The relationship between tight hamstring in lumbar hypolordosis in children with cerebral palsy. *Spine.* 2000; 25:211-213.
 34. Kendall E, Peterson J, Geise P. Músculos, pruebas, funciones y dolor postural. Madrid:

Marbán. 2005.

35. Standaert C, Herring S. Spondylolysis: a critical review. *Br J Sports Med.* 2000; 34(6):415-422.
36. Li Y, McClure P, Pratt N. The effect of hamstring muscle stretching on standing posture and lumbar and hip motions during forward bending. *Phys Ther.* 1996; 76(8):836-849.
37. Cameron DM, Bohannon RW. Relationship between active knee extension and active straight leg raise test. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1993; 17(5):257-260.
38. Gajdosik RL, Rieck MA, Sullivan DK, Nightman SE. Comparison of four clinical tests for assessing hamstring muscle length. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1993; 18(5):614-618.
39. Halberstma JPK, Bolhuis AI, Goeken LNH. Sport stretching: effect on passive muscle stiffness of short hamstring. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996; 77:688-692.
40. Bohannon RW, Gajdosik RL, LeVeau BF. Relationship of pelvic and thigh motions during unilateral and bilateral hip flexion. *Phys Ther.* 1985; 65(10): 1501-1504.
41. Halbertsma JPK, Mulder I, Góeken L, Eisma W. Repeated passive stretching: Acute effect on the passive muscle moment and extensibility of short hamstring. *Arch Phys Rehabil.* 1999; 80(4):407- 414.
42. Kuo L, Chung W, bates E, Stephen J. The hamstring index. *J Paediatr Orthop.* 1997; 17:78-88.
43. Halberstma JPK. Short hamstring y stretching: a study of muscle elasticity. Thesis University of Groningen, The Netherlands. 1999.
44. Amiel-Tision C. Neurological evaluation of the maturity of newborn infants. *Arch Dis Child.* 1968; 43:89-93.
45. Malheiros DS, Cunha FM, Lima CL. Análise da medida do ângulo poplíteo em crianças de sete a 13 anos de idade. *Rev Bras Ortop.* 1995; 30:693-698.
46. Draper DO, Miner L, Knight KL, Ricard MD. The carry-over effects of diathermy and stretching in developing hamstring flexibility. *J Athl Train.* 2002; 37(1):37-42.
47. Filho AAA, Navarro RD. Avaliação do ângulo polpliteo em joelhos de adolescentes assintomáticos. *Rev Bras Ortop.* 2002; 37(10): 461-466.
48. Baltaci G, Un N, Twnay V, Besler A, Gerçeker S. Comparasion of three different sit and reach tests for measurement of hamstring flexibility in female university students. *Br J Sports Med.* 2003; 37: 59-61.
49. Nelson RT, Bandy WD. Eccentric training and static stretching improve hamstring flexibility of high school males. *J Athl Train.*2004; 39(3):254-258.
50. Ford GS, Mazzone MA, Taylor K. The effect of 4 different durations of static hamstring stretching on passive knee extension range of motion. *J Sport Rehabil.* 2005; 14:95-107.
51. Gama ZA, Medeiros CA, Dantas AV, Souza TO. Influência da frequência de alongamento utilizando facilitação neuromuscular proprioceptiva na flexibilidad dos músculos isquiotibiais. *Rev Bras Med Esporte.* 2007; 13(1):1-6.
52. Bandy, WD, JM Irion, Briggler M. The effect of static stretch and dynamic range of motion training on the flexibility of the hamstring muscles. *J Orth op Sports Phys Ther.* 1998; 27:295-300.
53. Gajdosik RL. Effects of static stretching on the maximal length and resistance to passive

- stretch of short hamstring muscle. *J Orthop Sport Phys Ther.* 1991; 14(6):250-255.
54. López NF, Medina FS, rianza LM. Comparación de los tests (E.P.R y poplíteo) para el diagnóstico del Síndrome del Isquiotibiales Cortos. *Archivos de Medicina del Deporte.* 1994; 43(9): 247-254.
 55. Hubley-Kozey, Cheril L. Evaluación de la flexibilidad. En: MacDougall JD. Evaluación fisiológica del deportista. Barcelona: Paidotribo; 2000. p. 381-437.
 56. Rothstein J, Miller P, Roettger R. Goniometric reliability in a clinical setting. Elbow and knee measurement. *Phys Ther.* 1983; 63: 1611-1615.
 57. Russel T, Bandy W. Excentric training and static stretching improve hamstring flexibility of high school males. *J Athl Train.* 2004; 39(3): 254-258.
 58. Winters m, Blake C, Trost J, Marcello-Brinker T, Lowe L, Garber M, Wainner RS. Passive versus active stretching of hip flexor muscles in subjects with limited hip extension a randomized clinical trial. *Phys Ther.* 2004; 84(9):800-807.
 59. Aalto t, Airaksinnenn O, Harkonen T, Arokoski J. Effect of stretch on reproducibility of hip range of motion measurements. *Arch Phys Red Rehabil.* 2005; 86:549-557.
 60. Gogia P, Braatz J, Rose S, Norton B. Reliability and validity of goniometric measurements at the knee. *Phys Ther.* 1987; 67:192-195.
 61. Brosseau L, Belmer S, Tousignant M, O'Sullivan J, Goudreault C, Goudreault G, Gringras S. Intra and intertester reliability and criterion validity of the parallelogram and universal goniometers for measuring maximum active knee and extension of patients with knee restrictions. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001; 82(3): 396-402.
 62. Leighon JR. The Leighon flexometer and flexibility test. *J Assoc Phys Ment Rehabil.* 1966; 20(3):86-93.
 63. Loeb W. Measurement of spinal posture and range of spinal movement. *Am Phys Med.* 1967; 9:103-109.
 64. Mitchell H, Newton I. Medical photogrammetric measurement: Overview and prospects. *ISPRS J Photogram Rem Sens.* 2002; 56:286-294.
 65. Iunes D, Castro F, Salgado H, Moura I, Oliveira A, Benilaqua-Grossi D. Confiabilidade intra e interexaminadores e repetibilidade da avaliação postural pela fotogrametria. *Rev Bras Fisiot.* 2005; 4(3):327-334.
 66. Cowan D, Jones B, Frykman P, Polly Jr. D, Harman E, Rosenstein R et al. Lower Limb Morphology and Risk of overuse Injury among Male Infrantray Trainees. *Med Sci Sports exerc.* 1996; 28(8):945-952.
 67. Liemohn WP, Sharpe GL, Wasserman JF. Lumbosacral movement in the sit-and-reach and in Cailliet's protective hamstring stretch. *Spine.* 1994; 19(18):2127-2130.
 68. Wells K, Dillon E. The sit and reach. A test of back and leg flexibility. *Res Q Exerc Sport.* 1952; 23: 115-118.
 69. Cornbleet SL, Woolsey NB. Assessment of hamstring muscle length in school-aged children using the sit-and-reach test and the inclinometer measure of hip joint angle. *Phys Ther.* 1996; 76(8):1655-1659.
 70. Chagas M, Bhering E. Nova proposta para avaliação da flexibilidade. *Rev Bras Edu Fis Esp.* 2004; 18(3):239-248.

71. Hui SS, Yuen PY. Validity of the modified back-saver sit and-reach test: a comparison with other protocols. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32(9):1655-1659.
72. Kraus H, Hirschland RP. Muscular fitness and orthopaedic disability. *N Y State J Med.* 1954; 54(2):212-215.
73. ACSM - American College of Sports Medicine. Manual para la valoración y prescripción del ejercicio. Barcelona: Paidotribo. 1999.
74. Merritt JL, McLean TJ, Erickson RP, Offord KP. Measurement of trunk flexibility in normal subjects: reproducibility of three clinical methods. *Clin Proc.* 1986; 61:192-197.
75. Hoeger WWK, Hopkins DR. A comparison of the sit and reach and the modified sit and reach in the measurement of flexibility in women. *Res Q Exerc Sport.* 1992; 63:191-195.
76. Minkler SA, Patterson P. The validity of the modified sit and reach test in college age students. *Res Q Exerc Sport.* 1994; 65:189-192.
77. Jackson A, Marrow J, Brill D, Kohl H, Gordon N, Blair S. Relation of sit-up and sit-and-reach test to low back pain in adults. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998; 27(1):22-26.
78. Jones C, Rikli R, Max J, Noifal G. The reliability and validity of chair sit-and-reach test as a measure of hamstring flexibility in older adults. *Res Q Exerc Sport.* 1998; 69:338-343.
79. Forlin E, Andújar AL, Alessi S. Padrões de normalidade do exame físico dos membros inferiores em crianças na idade escolar. *Rev Bras Ortop.* 1994; 29(8):601-607.
80. Folpp H, Della S, Harvey L, Gwinn T. Can apparent increase in muscle extensibility with regular stretch be explained by changes in tolerance to stretch? *Aus J Physiol.* 2006; 52: 45-50.
81. Alter MJ. Los estiramientos. Desarrollo de ejercicios. Barcelona: Paidotribo. 1992
82. Wiemann K, Hahn K. Influences of strength, stretching and circulatory exercises on flexibility parameters of the human hamstring. *Int J Sports Med.* 1997; 5(8):340-346.
83. Weijer VC, Gorniak GC, Shamus E. The effect of Static Stretch and Warm-up Exercise on hamstring length over the course of 24 hours. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003; 33:727-733.
84. Mannie K. Flexible perspectives on stretching. *Coach Athl Dir.* 2003; 73(5):6-9.
85. Thacker SB, Gilchrist J, Stroup DF, Kimsey DJr. The impact of stretching on sports injury risk: A systematic review of the literature. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36(3):371-378.
86. Cosgray NA, Lawrance SE, Mestrich JD, Martin SE, Whalen RL. Effect of heat modalities on hamstring length: A comparison of pneumatherm, moist heat pack, and a control. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2004; 34(7):377-384.
87. Prentice WE. Techniques in musculoskeletal rehabilitation. New York. McGraw-Hill. 2001.
88. Henrickson AS, Fredricksson K, Persosn I, Pereira R, Rostedt Y, Westlin M. the effect of heat and stretching on the range of hip motion. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1984; 13:110-115.
89. Taylor BF, Waring OA, Brashear TA. The effects of therapeutic application of heat or cold followed by static stretch on hamstring muscle lenght. *J Orthop Sports Phys Ther.*

- 1995; 21:283-286.
90. Brasileiro JS, Faria AF, Queiroz LL. Influencia do resfriamento e do aquecimento local na flexibilidade dos músculos isquiotibiais. *Rev bras fisioter.* 2007; 11(1):57-61.
 91. Draper DO, Castro JL, Feland B, Schulthies S, Eggett D. Shortwave diathermy and prolonged stretching increase hamstring flexibility more than prolonged stretching alone. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2004; 34(1):13-20.
 92. Bleakley C, McDonough S, Domhnall M. The use of ice in the treatment of acute soft-tissue injury. A systematic review of randomized controlled trials. *Am J Sports Med.* 2004; 32(1):251-261.
 93. Knight KI. *Crioterapia: rehabilitación de las lesiones en la práctica deportiva.* Barcelona: Bellaterra. 1996.
 94. Bélanger A. *Evidence-Based Guide to Therapeutic Physical agents.* EUA. Lippincott Williams J Wilkins. 2003; 161-321.
 95. Hardy M, Woodall W. Therapeutic effects of heat, cold, and stretch on connective tissue. *J Hand Ther.* 1998; 11:148-156
 96. Halbertsma JPK, Goeken LNH. Stretching exercises: Effects on passive extensibility and stiffness in short hamstring of healthy subjects. *Arch Phys Med Rehabil.* 1994; 75:976-981.
 97. Guyton AC. *Tratado de Fisiología médica.* Madrid: McGraw-Hill- Interamericana de España S.A. 2001.
 98. Camacho CI. Estiramientos músculos-tendinosos. En: Camacho CI, Muñoz E, Aramburu C. *Fisioterapia General: Cinesioterapia.* Madrid: Síntesis; 2003. p. 267-273.
 99. Clark S, Christiansen A, Heilman D, Winga J, Méier K. Effects of ipsilateral anterior tight soft tissue stretching on passive unilateral straight-leg-raise. *J Orthop sports Phys Ther.* 1999; 29(1):4-9.
 100. Decoster L, Cleand J, Alteri C, Russel P. The effects of hamstring stretching on range of motion: A systematic literature review. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005; 35(6):377-387.
 101. DePino GM, Webright WG, Arnold BL. Duration of maintained hamstring flexibility following cessation of an acute static stretching protocol. *J Athl Train.* 2000; 35:56-59.
 102. Webright W, Randolph B, Perrin D. Comparison of nonballistic active Knee extension in neural slump position and static stretch techniques on hamstring flexibility. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1997; 26:7-13.
 103. Díaz PEH, Vásquez L, Toledo F, Escobar A. Efecto inmediato de la elongación muscular de isquiotibiales con facilitación neuromuscular propioceptiva v/s elongación pasiva asistida sobre el torque isométrico máximo. *PubliCE Standard.* 2006;Pid:705.
 104. Sullivan MK, DeJulia JJ, Worrel TW. Effect of pelvic position and stretching method on hamstring muscle flexibility. *Med Sci Sports Exerc.* 1992, 24(12):1383-1389.
 105. Chaitow L. *Técnicas de Energia Muscular.* Barcelona: Paidotribo. 2000.
 106. Medeiros JM, Smidt GL, Burmiestrer LF, Soderberg GL. The influence of isometric exercise and passive stretch on hip joint motion. *Phys Ther.* 1977; 57(5):518-23.
 107. Rowlands A, Marginson V, Jonathan L. Chronic flexibility gains: effects of isometric

contraction duration during proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques. *Res Q Exerc Sport*. 2003; 74(1):47-51.

108. Greenman PE. *Principios y Practica de la Medicina Manual*. Argentina: Panamericana. 2005.
109. Westland G. Massage as a therapeutic tool. *British J Occupational Therapy*. 1993;56(4): 129-134.
110. Holey E, Cook E. *Evidence-based Therapeutic Massage. A practical guide for therapists*. United Kingdom: Churchill Livingstone. 2003.
111. Beck M. *Masaje Terapéutico. Teoría y Práctica*. Barcelona: Paidotribo. 2000.
112. Mikesky AE, Bahamonde RE, Stanton K, Alvey T, Fitton T. Acute effects of The Stick on strength, power, and flexibility. *J Strength Cond Res*. 2002; 16(3):446-50.
113. Hopper C, Kolt GS, McConville JC. The effects of Feldenkrais Awareness Through Movement on hamstring length, flexibility and perceived exertion. *J Bodyw Mov Ther*. 1999; 3(4):238-247.
114. Stephens J, Davidson J, De Rosa J, Krits M, Salzman N. Lengthening the hamstring muscles without stretching using “Awareness Through Movement”. *Phys Ther*. 2006; 86(12):1641-1650.
115. Wainning T. Healing and the mind/body arts: massage, acupuncture, yoga, t'ai chi, and Feldenkrais. *AAOHN J*. 1993; 41(7):349-51.
116. Zagorsky ES. Caring for families who follow alternative health care practices. *Pediatr Nurs*. 1993; 19(1):71-4.
117. Lake B. Functional integration: A literal position statement. *Somatics*. 1983; 4:12-14.
118. Wildman F. The Feldenkrais method: clinical applications. *New Zealand Journal of Physiotherapy*. 1990b; 18:9-10.
119. Rywerant Y. *El método Feldenkrais: El aprendizaje de la técnica*. Barcelona: Paidós Iberica. 1994.
120. James M, Kolt G, McConville J, Bate P. The effects of a Feldenkrais program and relaxation procedures on hamstring length. *Aust J Physiother*. 1998; 44(1):49-54.
121. Warren CG, Lehmann JF, Koblanski JN. Elongation of rat tail tendon: effect of load and temperature. *Arch Phys Med Rehabil*. 1971; 52(10):465-474.
122. Bandy WD, Irion JM. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther*. 1994; 74(9):845-850.
123. Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscle. *Phys Ther*. 1997; 77:1090-1096.
124. Chan SP, Hong Y, Robinson PD. Flexibility and passive resistance of the hamstrings of young adults using two different static stretching protocols. *Scan J Med Sci Sports*. 2001; 11(2):81-86.
125. Herbert R. The passive mechanical properties of muscle and their adaptation to altered patterns of use. *Aust J Physiother*. 1988; 34(3):141-149.
126. De Deyner PG. Application of passive stretch and its implications for muscle fibers. *Phys Ther*. 2001; 81(2):819-827.

127. Marín-Martínez F, Sánchez-Meca J, López JA. El metaanálisis en el ámbito de las ciencias de la salud: una metodología imprescindible para la eficiente acumulación del conocimiento. *Fisioterapia*. 2009; 3:107-114.
128. Gómez AC, Méndez FX, Sánchez JM. Práctica basada en la evidencia y estudios meta-analíticos. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología*. 2003; 6(1):22-38.
129. Hise M, Kattelman K, Parkhurst M. Evidence-Based Clinical Practice: Dispelling the Myths. *Nutr Clin Pract*. 2005; 1(20):294-302.
130. Glass G, McGaw B, Smith M. *Meta-analysis in social research*. Newbury Park, Ca: Sage. 1981.
131. Carreras M, Cordomi C. Qué resultado combinar y cómo combinarlos. En: *Revisiones sistemáticas en las ciencias de la vida*. FISCAM. 2008.
132. Sánchez J, Ato M. Meta-análisis: una alternativa metodológica a las revisiones tradicionales de la investigación. En: Arnau J y Carpintero H (Eds). *Tratado de Psicología General I: Historia, Teoría y Método*. Madrid: Alhambra; 1989. p. 617-669.
133. Lipsey M, Wilson D. *Practical Meta-analysis*. Thousand Oaks, CA: Sage. 2001.
134. Hernández RD. El meta-análisis: consideraciones sobre su aparición. *Rev CES Medicina*. 2002; 16(1):55-65.
135. Sánchez GR, Vila PM. Evaluación de la evidencia en medicina: revisiones sistemáticas y meta-análisis. *Medicine*. 1998; 7(104):4845-4851.
136. Cooper HM. *Synthesizing research. A Guide for Literature Reviews*. CA: Sage. 1998.
137. Lipsey MW. Identifying potentially interesting variables and analysis opportunities. En: Cooper HM y Hedges LV. *The handbook of research synthesis*. Nueva York: Sage; 1994. p. 111-123.
138. Cooper HM. *Synthesizing research. A Guide for Literature Reviews*. Beverly Hills, CA: Sage. 1989.
139. Espallargues i Carreras M, Cordomí CT. Qué resultados combinar y cómo combinarlos. En: *Revisiones sistemáticas en las ciencias de la vida*. FISCAM. 2008. p.173-187.
140. Marín-Martínez F, Sánchez-Meca J, Huedo T, Fernández I. Meta-análisis: ¿dónde estamos y hacia dónde vamos? En: Borges A y Prieto P, editores. *Psicología y ciencias afines en los albores del siglo XXI (Homenaje al Profesor Sánchez Bruno)*. Granada: Grupo Editorial universitario; 2007. p. 87-102.
141. Hedges LV, Olkin I. *Statistical methods for meta-analysis*. Orlando. Academic Press. 1985.
142. Urrutia G, Tort S, Bonfill X. Metaanálisis (QUOROM). *Med Clin*. 2005; 125:32-37.
143. Spector TD, Thompson SG. The potencial and limitations of meta-analysis. *J Epidemiol Community Health*. 1991; 45:89-92.
144. Sutton AJ, Duval SJ, Tweedie RL, Abrams KR, Jones DR. Empirical assessment of effect of publication bias in meta-analyses. *Br Med J*. 2000; 320:1574-1577.
145. Egger M, Smith GD. Misleading meta-analysis: lessons from an effective, safe, simple intervention that wasn't. *Br Med J*. 1995; 310:752-754.
146. Chalmers TC. Problems induced by meta-analysis. *Stats Med*. 1991; 10:971-980.

147. Marín FM, Sánchez JM. Averaging dependent effect sizes in meta-analysis: a Cautionary Note about procedures. *Span J Psychol.* 1999; 2(1):32-38.
148. Orwin RG. Evaluating coding decisions. In: Cooper HM, Hedges LV. *The handbook of research synthesis.* Nueva York: Sage. 1994. P.134-172.
149. Wolf FM. *Meta-analysis. Quantitative Methods for Research Synthesis.* Newbury Park: Sage. 1986.
150. Becker B. Failsafe N or file-drawer number. En: Rothstein H, Sutton A, Borenstein M, editors. *Publication bias in meta-analysis: Prevention, assessment and adjustments.* Chichester: UK: Wiley. 2005. p.111–125.
151. SPSS 15.0 (2006). *Statistical Package for the Social Sciences (vers. 15.0).* SPSS, Inc.
152. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* Hillsdale: NJ: Erlbaum. 1988.
153. Higgins JPT, Thompson SG. Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Stat Med.* 2002; 21:1539-1558.
154. Spornoga SG, Uhl TL, Arnold BL, Gansneder BM. Duration of Maintained Hamstring Flexibility Following a One-Time Modified Hold-Relax Stretching Protocol. *J Athl Train.* 2001; 36(1):44-48.
155. Willy RW, Kyle BA, Moore SA, Chleboun GS. Effect of cessation and resumption of static hamstring muscle stretching on joint range of motion. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2001; 31(3):138-144.

ANEXOS

ANEXO 1

Estudios meta-analizados

PUBLICADOS

- Chan SP, Hong Y, Robinson PD. Flexibility and passive resistance of the hamstrings of young adults using two different static stretching protocols. *Scan J Med Sci Sports*. 2001; 11(2):81-86.
- Ford GS, Mazzone MA, Taylor K. The effect of 4 different durations of static hamstring stretching on passive knee extension range of motion. *J Sport Rehabil*. 2005; 14:95-107.
- James M, Kolt G, McConville J, Bate P. The effects of a Feldenkrais program and relaxation procedures on hamstring length. *Aust J Physiother*. 1998; 44(1):49-54.
- Medeiros JM, Smidt GL, Burmiestrer LF, Soderberg GL. The influence of isometric exercise and passive stretch on hip joint motion. *Phys Ther*. 1977; 57(5):518-23.
- Gajdosik RL. Effects of static stretching on the maximal length and resistance to passive stretch of short hamstring muscle. *J Orthop Sport Phys Ther*. 1991; 14(6):250-255.
- Halberstma JPK, Ban Bolhuis AI, Goeken LNH. Sport stretching: effect on passive muscle stiffness of short hamstring. *Arch Phys Med Rehabil*. 1996; 77:688-692.
- Halbertsma JPK, Goeken LNH. Stretching exercises: Effects on passive extensibility and stiffness in short hamstring of healthy subjects. *Arch Phys Med Rehabil*. 1994; 75:976-981.
- Cosgray NA, Lawrance SE, Mestrich JD, Martin SE, Whalen RL. Effect of heat modalities on hamstring length: A comparison of pneumatherm, moist heat pack, and a control. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2004; 34(7):377-384.
- Díaz PEH, Vásquez L, Toledo F, Escobar A. Efecto inmediato de la elongación muscular de isquiotibiales con facilitación neuromuscular propioceptiva v/s elongación pasiva asistida sobre el torque isométrico máximo. *PubliCE Standard*. 2006; Pid:705.
- Spernoga SG, Uhl TL, Arnold BL, Gansneder BM. Duration of Maintained Hamstring Flexibility Following a One-Time Modified Hold-Relax Stretching Protocol. *J Athl Train*. 2001; (36)1: 44-48.
- Stephens J, Dav using "Awareness Throught Movement". *Phys Ther*. 2006; 86(12):1641-1650.
- Schuback B, Hooper L, Salisbury L. A comparison of a self-stretch incorporating proprioceptive neuromuscular facilitation components and a therapist-applied PNF technique on hamstring flexibility. *Physiotherapy*. 2004; 90:151-157.
- Nelson RT, Bandy WD. Eccentric training and static stretching improve hamstring flexibility of high school males. *J Athl Train*. 2004; 39(3):254-258.
- Bandy WD, Irion JM. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther*. 1994; 74(9):845-850.
- Bandy, WD, JM Irion, and Briggler M. The effect of static stretch and dynamic range

- of motion training on the flexibility of the hamstring muscles. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998; 27:295-300.
- Folpp H, Della S, Harvey L, Gwinn T. Can apparent increase in muscle extensibility with regular stretch be explained by changes in tolerance to stretch? *Aus J Physiol.* 2006; 52: 45-50.
 - Clark S, Christiansen A, Heilman D, Winga J, Méier K. effects of ipsilateral anterior tight soft tissue stretching on passive unilateral straight-leg-raise. *J Orthop sports Phys ther.* 1999; 29(1):4-9.
 - Weijer VC, Gorniak GC, Shamus E. The effect of Static Stretch and Warm-up Exercise on hamstring length over the course of 24 hours. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003; 33:727-733.
 - DePino GM, Webright WG, Arnold BL. Duration of maintained hamstring flexibility following cessation of an acute static stretching protocol. *J Athl Train.* 2000;35:56-59.
 - Feland JB, Myrer JW, Schulthies SS, Fellinghan GW, Meason GW. The effect of duration of stretching of the hamstring muscle group for increasing range of motion in people aged 65 years older. *Phys Ther.* 2001; 81(5):1110-1117.
 - Wiemann K, Hahn K. Influences of strength, stretching and circulatory exercises on flexibility parameters of the human hamstring. *Int J Sports Med.* 1997; 5(8):340-346.
 - Mikesky AE, Bahamonde RE, Stanton K, Alvey T, Fitton T. Acute effects of The Stick on strength, power, and flexibility. *J Strength Cond Res.* 2002; 16(3):446-50.
 - Rowlands A, Marginson V, Jonathan L. Chronic flexibility gains: effects of isometric contraction duration during proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques. *Res Q Exerc Sport.* 2003; 74(1):47-51.
 - Gama ZA, Medeiros CA, Dantas AV, Souza TO. Influência da frequência de alongamento utilizando facilitação neuromuscular proprioceptiva na flexibilidade dos músculos isquiotibiais. *Rev Bras Med Esporte.* 2007; 13(1):1-6.
 - Webright W, Randolph B, Perrin D. Comparasion of nonballistic active Knee extension in neural slump position and static stretch techniques on hamstring flexibility. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1997; 26:7-13.
 - Brasileiro JS, Faria AF, Queiroz LL. Influencia do resfriamento e do aquecimento local na flexibilidade dos músculos isquiotibiais. *Rev bras fisioter.* 2007; 11(1):57-61.
 - Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscle. *Phys Ther.* 1997; 7:1090-1096.
 - Hopper C, Kolt GS, McConville JC. The effects of Feldenkrais Awareness Through Movement on hamstring length, flexibility and perceived exertion. *J Bodyw Mov Ther.* 1999; 3(4):238-247.
 - Gribble PA, Guskiewicz KM, Prentice WE, Shields EW. Effects os static and hold-relax stretching on hamstring range of motion using the flexAbility LE1000. *J Sports Rehabil.* 1999; 8:195-208.
 - Li Y, McClure P, Pratt N. The effect of hamstring muscle stretching on standing posture and lumbar and hip motions during forward bending. *Phys Ther.* 1996; 76(8):836-849.

- Ballantyne F, Fryer G, McLaughlin P. The effect of muscle energy technique on hamstring extensibility: the mechanism of altered flexibility. *Journal of Osteopathic Medicine*. 2003; 6(2):59-63.
- Medina FMS, Andújar, PSB, García PLR, Miñarro PAL, Jordana MC. Effects of frequency of static stretching on straight-leg raise in elementary school children. *Sports Med Phys Fitness*. 2007; 47:304-308.
- Hardy L. Improving active range of hip flexion. *Res Q*. 1985; 56(2):111-114.
- Hopper D, Deacon S, Das S, Jain A, Riddell D, Hall T, Briffa K. Dynamic SFT tissue mobilization increases hamstring flexibility in healthy male subjects. *Br J Sports Med*. 2005; 39:594-598.
- Bonvicine C, Gonçalves C, Batigália F. Comparison of hamstring flexibility gain with different techniques of static stretching. *Acta Fisiatr*. 2005; 12(2):43-47.
- LaRoche DP, Connolly DAJ. Effects of stretching on passive muscle tension and response to eccentric exercise. *Am J Sports Med*. 2006; 34(6):1000-1007.
- Ford P, McChesney J. Duration of maintained hamstring ROM following termination of three stretching protocols. 2007; 16:1-10.
- Roberts JM, Wilson K. Effect of stretching duration on active and passive range of motion in the lower extremity. *Br J Sports Med*. 1999; 33:259-263.
- Bohannon RW. Effect of repeated eight-minute muscle loading on the angle of straight-leg-raising. *Phys Ther*. 1984; 64(4):491-497.

NO PUBLICADOS

- Gama ZAS, Dantas AVR, Souza TO. Influencia do intervalo de tempo entre as sessões de alongamento no ganho de flexibilidade dos isquiotibiais. [No estaba publicado durante la realización del trabajo. Ha sido publicado posteriormente: *Gama ZAS, Dantas AVR, Souza TO. Influencia do intervalo de tempo entre as sessões de alongamento no ganho de flexibilidade dos isquiotibiais. Rev Bras Med Esporte*. 2009; 15(2):110-114.]
- Masse FAA, Rosende FJM. Comparación de la efectividad temporal en la técnica de estiramiento estático pasivo aplicada en la musculatura isquiotibial acortada de futbolistas sub 16 y sub 17.

ANEXO 2

Estudios no meta-analizados

Informes no incluidos por falta de datos para calcular el Tamaño del Efecto

- Feland JB, Myrer JW, Schulthies SS, Fellingham GW, Measom GW. The effect of duration of stretching of the hamstring muscle group for increasing range of motion in people aged 65 years or older. *Phys Ther.* 2001; 81(5): 1110-1117.
- Van Roy P, Borms J, Haentjens A. Goniometric study of the maintenance of hip flexibility resulting from hamstring stretches. *Physiother Pract.* 1987; 3: 52-59.
- Tanigawa MC. Comparison of the hold-relax procedure and passive mobilization on increasing muscle length. *Phys Ther.* 1972; 52(7): 725-735.
- Feland JB, Marin HN. Effect of submaximal contraction intensity in contract-relax proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *Br J Sports Med.* 2004; 38: 1-2.
- Johansson PH, Lindström L, Sundelin G, Lindström B. The effects of preexercise stretching on muscular soreness, tenderness and force loss following heavy eccentric exercise. *Scand J Med Sci Sports.* 1999; 9: 219-225.
- Hubley CL, Kozey JW, Stanish WD. The effects of static stretching exercises and stationary cycling on range of motion at the hip joint. *J Orthop Sports Phys Ther.* 6(2): 104-109.
- Sady SP, Wortman M, Blanke D. Flexibility training: ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation? *Arch Phys Med Rehabil.* 1982; 63 (6): 261-236.
- Reid DA, Mcnair PJ. Passive force, angle, and stiffness changes after stretching of hamstring muscles. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36(11): 1944-1948.
- Willy RW, Kyle BA, Moore SA, Chleboun GS. Effect of cessation and resumption of static hamstring muscle stretching on joint range of motion. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2001; 31(3): 138-144.
- Draper DO, Miner L, Knight KL, Ricard MD. The carry-over effects of diathermy and stretching in developing hamstring flexibility. *J Athl Train.* 2002; 37(1): 37-42.
- Etnyre BR, Lee EJ. Chronic and acute flexibility of men and womwn using three different stretching techniques. *Res Q Exerc Sport.* 1988, 59(3): 222-228.

Informes no incluidos por no tener el tamaño muestral determinado en los criterios de inclusión

- Whatman C, Knappstein A, Hume P. Acute changes in passive stiffness and range of motion post-stretching. *Phys Ther Sport.* 2006; 7: 195-200.
- Davis DS, Ashby PE, Kristi LM, McQuain JA, Wine JM. The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters. *J Strength Cond Res.* 2005; 19(1): 27-32.

Informes no incluidos por no tener un grupo de control

- Jaeger M, Freiwald J, Engelhardt M, Lange_Berlin V. Differences in hamstring muscle stretching of elite field hockey players and normal subjects. *Sportverl Spotschad.* 2003; 17: 65-70.
- Borms J, Van Roy P, Santens J, Haentjens A. Optimal duration of static stretching exercises for improvement of coxo-femoral flexibility. *J Sports Sci.* 1987; 5: 39-47.
- Hartig DE, Henderson JM. Increasing hamstring flexibility decreases lower extremity overuse injuries in military basic trainees. *Am J Sports Med.* 1999; 27(2): 173-176.

- Nordez A, Cornu C, McNair P. Acute effects of static stretching on passive stiffness of the hamstring muscles calculated using different mathematical models. *Clin Biomech.* 2006; 21: 755-760.
- Osternig LR, Robertson RN, Troxel RK, Hansen P. Differential responses to proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretch techniques. *Med Sci Sports Exerc.* 1990; 22(1): 106-111.
- Winters MV et al. Passive versus active stretching of hip flexor muscles in subjects with limited hip extension: A randomized clinical trial. *Phys Ther.* 2004; 84(9): 800-807.
- Sullivan MK, DeJulia JJ, Worrel TD. Effect of pelvic position and stretching method on hamstring muscle flexibility. *Med Sci Sports Exerc.* 1992;24(12):1383-1389.
- Moore MA, Hutton RS. Electromyographic investigation of muscle stretching techniques. *Med Sci Sports Exerc.* 1980; 12(5): 322-329.
- Zakas A. The effect of stretching duration on the lower-extremity flexibility of adolescent soccer players. *J Bodyw Mov Ther.* 2005; 9: 220-2205.
- Lima RCM, Pessoa BF, Martins BLT, Freitas DBN. Análise da durabilidade do efeito do alongamento muscular dos isquiotibiais em duas formas de intervenção. *Acta Fisiatr.* 2006; 13(1): 32-38.
- Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Sørensen H, Kjær. A mechanism for altered flexibility in human skeletal muscle. *J Physiol.* 1996; 497(1): 291-298.
- Lugo JMP. Estiramientos con electroestimulación. *Fisioterapia.* 1994; 16: 35-41.
- Knappstein A, Stanley S, Whatman C. Range of motion immediately post, and seven minutes post, PNF stretching. *New Zealand Journal of Sports Medicine.* 2004; 32: 42-46.
- Handel M, Horstmann T, Dickhuth HH, Gülch RW. Effects of contract-relax stretching training on muscle performance in athletes. *Eur J Appl Physiol.* 1997; 76: 400-408.
- Worrel TW, Smith TL, Winegardner J. Effect of hamstring stretching on hamstring muscle performance. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994; 20(3): 154-159.
- Malliaropoulos K, Papalexandris S, Papalada A, Papacostas E. The role of stretching in rehabilitation of hamstring injuries: 80 athletes follow-up. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36(5): 756-759.
- Magnusson SP, Aagaard P, Nielson JJ. Passive energy return after repeated stretches of the hamstring muscle-tendon unit. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32(6): 1160-1164.
- Decoster LC, Scanlon RL, Horn KD, Cleland J. Standing and supine hamstring stretching are equally effective. *J Athl Train.* 2004; 39(4): 330-334.
- Halberstma JPK, Mulder I, Göeken LNH, Eisma WH. Repeated passive stretching: Acute effect on the passive muscle moment and extensibility of short hamstrings. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999; 80: 407-414.
- Bonnar BP, Deivert RG, Gould TE. The relationship between isometric contraction durations during hold-relax stretching and improvement of hamstring flexibility. *J Sports Med Phys Fitness.* 2004;44: 258-261.
- Taylor BF, Waring CA, Brashear TA. The effects of therapeutic application of heat or cold followed by static stretch on hamstring muscle length. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1995; 21(5): 283-286.
- Lucas RC, Koslow R. Comparative study of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques on flexibility. *Percept Mot Skills.*

1984; 58: 615-618.

- Hopper D, Conneely M, Fiona C, Emanuela C, Berggren J, Briffa K. Evaluation of the effect of two massage techniques on hamstring muscle length in competitive female hockey players. *Phys Ther Sport*. 2005; 6: 137-145.
- Akbari A, Moodi H, Moein A, Nakoz R. The effect of therapeutic ultrasound and duration of stretching of the hamstring muscle group on the passive knee extension. *J Med Sci*. 2006; 6(6): 968-973.
- Wallin D, Ekblom B, Grahn R, Nordenborg T. Improvement of muscle flexibility. A comparison between two techniques. *Am J Sports Med*. 1985; 13(4): 263-268.
- Starring DT, Gossman MR, Nicholson GG, Lemons J. Comparison of cyclic and sustained passive stretching using a mechanical device to increase resting length of hamstring muscles. *Phys Ther*. 1988;68(3): 314-320.
- Fox M. Effect on hamstring flexibility of hamstring stretching compared to hamstring stretching and sacroiliac joint manipulation. *Clinical Chiropractic*. 2006; 9: 21-32.
- Funk D, Swank Am, Adams KJ, Treolo D. Efficacy of moist heat pack application over static stretching on hamstring flexibility. *J Strength Cond Res*. 2001; 15(1): 123-126.
- Burke DG, Holt LE, Rasmussen R, MacKinnont NC, Vossen JF, Pelham TW. Effects of hot or cold water immersion and modified proprioceptive neuromuscular facilitation flexibility exercise on hamstring length. *J Athl Train*. 2001; 36(1): 16-19.
- Möller M, Ekstrand J, Öberg B, Gillquist J. Duration of stretching effect on range of motion in lower extremities. *Arch Phys Med Rehabil*. 1985; 66: 171-173.
- Prentice WE. A comparison of static stretching and PNF stretching for improving hip joint flexibility. *J Athl Train*. 1983; 18(1): 56-59.
- Brodowicz GR, Weish R, Wallis J. Comparison of stretching with ice, stretching with heat, or stretching alone on hamstring flexibility. *J Athl Train*. 1996; 31(4): 324-327.
- Tillar R. Will whole-body vibration training help increase the range of motion of the hamstring? *J Strength Cond Res*. 2006; 20(1): 192-196.
- Cronin J, Nash M, Whatman C. The effect of four different vibratory stimuli on dynamic range of motion of the hamstrings. *Phys Ther Sport*. 2007; 8: 30-36.

ANEXO 3

Protocolo de registro de las variables moderadoras

EFICACIA DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA GANANCIA DE FLEXIBILIDAD EN LOS MÚSCULOS ISQUIOTIBIALES.

PROTOCOLO DE REGISTRO DE LAS VARIABLES MODERADORAS

CÓDIGO: _____
AUTOR/ES: _____ _____
TÍTULO: _____ _____
FUENTE: _____
CODIFICADOR/A: _____
FECHA DE LA CODIFICACIÓN: _____

VARIABLES DE TRATAMIENTO			
Ítem 1: Fisio.			
	1) Estiramiento		5) Calentamiento
	2) Masaje		6) Energía Muscular
	3) Termoterapia		7) Otros (especificar)
	4) Crioterapia		

Ítem 2: Estiramiento.			
1) Tipo		2) Modo	
	a. Estático		a. Activo
	b. FNP		b. Pasivo
	c. Dinámico o balístico		c. Asistido
	d. Otros: (especificar)		d. Otros: (especificar)
	e. No se dispone de información		e. No se dispone de información
3) Postura		4) Posicionamiento pélvico	
	a. Pie		a. Ante Vertido
	i. pies en el suelo	ii. una rodilla flexionada	iii. pierna paralela al suelo
	b. Prono		b. Retro Vertido
	c. Supino		c. Sin control pélvico
	i. cadera 90 grados	ii. rodilla estirada	d. Neutra/estabilizada
	d. Sentado	e. Slump Test	e. Otros: (especificar)
	f. Otros: (especificar)		f. No se dispone de información
	g. No se dispone de información		

Ítem 3: Masaje.			
1) Tipo		2) Local	
	a. Roce (Effleurage)		a. Vientre muscular
	b. Amasamiento		b. Local de más rigidez
	c. Rodamiento		c. Origen muscular
	d. Fricción		d. Inserción muscular
	e. Otros (especificar)		e. Otros (especificar)
	f. No se dispone de información		f. No se dispone de información

Ítem 4: Termoterapia.			
1) Calor superficial		2) Calor Profundo	
	a. Bolsa de agua caliente		a. Onda Corta
	b. Infra Rojo		b. Micro onda
	c. No se dispone de información		c. No se dispone de información
	d. Otros: (especificar)		d. Otros (especificar)

Ítem 5: Crioterapia	
	a. Gel
	b. Bolsa con Hielo
	c. Spray
	d. No se dispone de información
	e. Otros (especificar)

Ítem 6: Calentamiento			
	a Subir escaleras		e. Bicicleta
	b. Ejercicios articulares activos sin resistencia		f. Otros (especificar)
	c. Carrera		g. No se dispone de información
	d. Caminar		

Ítem 7: Energía Muscular			
1) Forma		2) Tipo de Contracción	
	a. Directa		a. Isométrica
	b. Indirecta		b. Concéntrica
	c. Mixta		c. Excéntrica
	d. No se dispone de información		d. Otros: (especificar)
			e. No se dispone de información

Ítem 8: Duración: N° de semanas

Ítem 9: Intensidad: Tiempo por semana X sujeto (minutos)

Ítem 10: Magnitud: Tiempo total X sujeto (minutos)

Ítem 11: Homogéneo					
	1) Tratamiento homogéneo		2) Tratamiento no homogéneo		3) No se dispone de información
Ítem 12: Seguimiento. ¿Incluye seguimiento?			Ítem 13: Seguimiento 1. Tipo		
	1) Si lo incluye		1) Telefónico		4) No se dispone
	2) No lo incluye		2) Carta o e-mail		5) Otros:
	3) No se dispone		3) Visita la terapeuta		
Ítem 14: Operador			Ítem 15: Modo		
	1) Autores coinciden con los terapeutas		1) El terapeuta		
	2) Autores no coinciden con los terapeutas		2) Co-terapeuta entrenado previamente		
	3) No se dispone de información		3) Paciente bajo supervisión		
			4) Paciente sin supervisión		
			5) Maquinaria		
			6) No se dispone de información		
Ítem 16: Profesión			Ítem 17: Experiencia.		
	1) Fisioterapeuta		1) Experiencia alta		
	2) Medico		2) Experiencia media		
	3) Educador Físico		3) Experiencia baja		
	4) Estudiante		4) Experiencia mixta		
	5) Auxiliar (clínica, etc.)		5) No se dispone de información		
	6) Otros (especificar)				
	7) No se dispone de información				

Ítem 18: Consentimiento.			
	1) Sí		2) No
			3) No se dispone de información

VARIABLES CONTEXTO			
Ítem 19: Continente:			
Ítem 20: Lugar.			
	1) Universidad		5) Escuela
	2) Clínica		6) Centro deportivo
	3) Centro de salud/centro de día		7) Otros (especificar)
	4) Hospital		8) No se dispone de información

VARIABLES SUJETO			
Ítem 21: Edad2			
	1) Niños (0-12)		4) Ancianos (>65)
	2) Adolescentes (13-17)		5) Otros (especificar)
	3) Adultos (18-65)		6) No se dispone de información
Ítem 22: Edad2. Edad media (años)			
Ítem 23: Rango de Edad.			
Ítem 24: Sexo1			
	1) Sólo hombres	Porcentaje:	
	2) Sólo mujeres	Porcentaje:	
	3) Mixto		4) No se dispone de información.
Ítem 25: Comorbilidad1		Ítem 26: Comorbilidad2	
	1) Presencia de otras alteraciones	Especificar la alteración:	
	2) Ausencia de otras alteraciones		
	3) No se dispone de información	Porcentaje:	
Ítem 27: Actividad Diaria			
	1) Mantuvieron su rutina		
	2) No Mantuvieron su rutina		
	3) No se dispone de información		

Ítem 28: Nivel de actividad física			
	1) Sedentarios (menos de 1 hora de ejercicio por semana)		
	2) Actividad física moderada (entre 1 y 3 horas por semana)		
	3) Actividad física regular (más de 3 horas por semana)		
	4) No se dispone de información		
Ítem 29 : Población			
	1) Clínica		
	2) Normativa		
	3) Mixta		
	4) No se dispone de información		

VARIABLES METODOLÓGICAS

Ítem 30: Diagnóstico. Criterio diagnóstico

1) Angulo poplíteo (AP)
2) Elevación de la pierna recta
3) Inclinación hacia delante de pie
4) Inclinación hacia delante sentado
5) No se dispone de información

Ítem 31: Instrumento

1) Goniómetro	5) Cinta Métrica
2) Inclímetro	6) Otros (especificar)
3) Test del cajón	7) No se dispone de información
4) Regla	

Ítem 32: Pretest

Ítem 33: Asignación

1) Sí	2) No	1) No aleatoria	2) Aleatoria	3) No se dispone de información
-------	-------	-----------------	--------------	---------------------------------

Ítem 34: Control

1) Control inactivo
2) Control activo
3) No se dispone de información

Ítem 35: Seguimiento3. Seguimiento más largo (en meses)

PRETEST	POSTEST	SEGUIMIENTO
Ítem 36a: NPREtrat.: _____	Ítem 37a: NPOStrat.: _____	Ítem 38a: NSEGtrat.: _____
Ítem 36b: NPREcont.: _____	Ítem 37b: NPOScnt.: _____	Ítem 38b: NSEGcont.: _____

TAMAÑOS MUESTRALES

MORTALIDAD EXPERIMENTAL

POSTEST	SEGUIMIENTO
Ítem 39a: MORTALPtto: _____	Ítem 40a: MORTALStto: _____
Ítem 39b: MORTALPcont: _____	Ítem 40b: MORTALScont: _____
Ítem 39c: Diferencial _____	Ítem 40c: Diferencial _____
Ítem 39d: Global: _____	Ítem 40d: Global _____

CALIDAD DEL DISEÑO

Ítem 41: Azar: _____	Ítem 45: Análisis: _____
Ítem 42: Control2: _____	Ítem 46: Enmascara: _____
Ítem 43: Muestra: _____	Ítem 47: Evalua1: _____
Ítem 44: Mortal: _____	Ítem 48: Evalua2: _____
Ítem 49: Calidad (suma de los Ítems 42-49): _____	

VARIABLES EXTRÍNECAS

Ítem 50: Fecha. Año de realización del estudio

Ítem 51: Autor. N° de autores del estudio
--

Ítem 52: Formación. Preparación profesional del primer autor			
	1) Fisioterapeuta		4) Otros (especificar)
	2) Educador físico		5) No se dispone de información
	3) Médico		

Ítem 53: Tipo de Publicación.		Ítem 54: Fuente de publicación			
	1) No publicado		1) Artículo de revista		5) Comunicación a congreso
			2) Capítulo de libro		6) Informe técnico
	2) Publicado		3) Libro/monografía		7) Tesis doctoral
			4) Manuscrito no publicado		8) Otros (especificar)

ANEXO 4

Hoja de registro de los cálculos de los Tamaños del Efecto

CÁLCULOS DE LOS TAMAÑOS DEL EFECTO

CUADRO-RESUMEN

PRETEST/POSTEST

GRADUACIÓN CENTIMÉTRICA

	Goniómetro manual/electrónico			Inclinómet.			Flexómetro			Test del Cajón			Regla			Cinta Métrica			Otros			GLOBAL				
	n _E	n _c	d	n _E	n _c	d	n _E	n _c	d	n _E	n _c	d	n _E	n _c	d	n _E	n _c	d	n _E	n _c	d	n _E	n _c	d		
VD																										
Angulo poplíteo (AP)																										
Test de la pierna estirada (SLR)																										
Inclinación hacia delante sentado (sit-and-reach)																										
Inclinación hacia delante de pie (toe-touch)																										
Global																										

Código:

Fecha:

Codificador: