

Afectación de la fuerza en la musculatura isquiotibial causada por puntos gatillo en gimnastas

Trabajo fin de Grado 2021-22

Alumna: Paula Pérez Navas

Director: Miguel Ángel Martínez Nogales

ESCST Tecnocampus

Grado en Fisioterapia

4º curso

16 de mayo de 2022, Mataró

Índice de contenido

Sección 1	Glosario	5
Sección 2	Resumen y palabras claves	7
	Resumen	7
	Abstract	8
	Resum	9
Sección 3	Introducción	10
Sección 4	Justificación	14
Sección 5	Hipótesis y Objetivos	15
	Objetivos	15
	Hipótesis	15
Sección 6	Metodología	15
	Diseño del estudio	16
	Población y muestra	16
	Asignación de los individuos a los grupos de estudio	17
	Variables de estudio	19
	Procedimiento	22
	Consideraciones éticas	27
Sección 7	Cronograma	28
Sección 8	Presupuesto	30
Sección 9	Referencias bibliográficas	31
Sección 10	Limitaciones y prospectiva	31
	Anexos	33

Índice de figuras y tablas

Figura 1	Palpación plana y en pinza de una banda tensa.	18
Figura 2	Posiciones de estiramiento y patrones de frío intermitente.	26
Figura 3	Dinamometría de la fuerza isométrica máxima en extensión de cadera	40
Figura 4	Dinamometría de la fuerza isométrica máxima en flexión de rodilla	40
Figura 5	Dinamometría de la fuerza isométrica máxima de rotación interna de cadera	40
Tabla 1	Etapas del proyecto de investigación	28
Tabla 2	Etapas del estudio	28
Tabla 3	Planificación de costes del proyecto	30

Glosario

- **Activación por acortamiento:** Activación de puntos gatillo miofasciales latentes por el desacostumbrado acortamiento de un músculo durante el estiramiento terapéutico de su antagonista.
- **Contractura (muscular):** Activación intrínseca mantenida de los elementos contráctiles de las fibras musculares. Con la contractura se produce acortamiento del músculo en ausencia de potenciales de acción de unidad motora.
- **Fenómenos referidos (de un punto gatillo):** Fenómenos sensitivos y motores como dolor, hipersensibilidad a la presión, actividad de unidad motora aumentada (espasmo), vasoconstricción, vasodilatación e hipersecreción, causados por un punto gatillo y que suelen aparecer a una cierta distancia del punto gatillo.
- **Nódulo:** Zona donde se encuentra el punto gatillo miofascial. Esta suele ser más voluminosa, dura y tirante que el resto de la banda tensa.
- **Punto gatillo miofascial (definición clínica de punto gatillo central):** Zona hiperirritable en un músculo esquelético asociada con un nódulo palpable hipersensible, localizado en una banda tensa. La zona es dolorosa a la compresión y puede dar lugar a dolor referido, hipersensibilidad a la presión referida, disfunción motora y fenómenos autonómicos.
Un punto gatillo miofascial puede ser: activo, asociado, insercional, central, clave, latente, primario y satélite. Los puntos gatillo miofasciales deben distinguirse de los puntos gatillo cutáneos, ligamentosos, periósticos o de cualquier otro tipo de punto gatillo no muscular.
- **Punto gatillo insercional:** Punto gatillo en la unión miotendinosa o/y en la inserción ósea del músculo que identifica la entesopatía ocasionada por la persistente tensión característica de la banda tensa producida por un punto gatillo central.
- **Punto gatillo miofascial activo:** Punto gatillo miofascial que causa dolor. Es siempre doloroso a la presión, impide la elongación completa del músculo, lo debilita y refiere un dolor reconocido por el paciente cuando es comprimido directamente. Ocasiona una respuesta de espasmo local de las fibras musculares cuando es estimulado adecuadamente y, al ser comprimido, dentro de los límites de la tolerancia del paciente, produce fenómenos motores referidos y, a menudo, fenómenos autonómicos, ocasionando hipersensibilidad a la presión en esta zona.
- **Punto gatillo miofascial asociado:** Punto gatillo en un músculo que existe a la vez que otro punto gatillo en otro músculo. Uno de estos puntos gatillo asociados puede haber inducido al otro, o ambos pueden prevenir del mismo origen mecánico o neurológico.

- **Punto gatillo miofascial central:** Punto gatillo miofascial estrechamente asociado con placas motoras disfuncionales y localizado cerca del centro de las fibras musculares.
- **Punto gatillo miofascial clave:** Punto gatillo miofascial responsable de la activación de uno o más puntos gatillo satélites. Clínicamente se identifica un punto gatillo clave cuando la inactivación de éste también inactiva al punto gatillo satélite.
- **Punto gatillo miofascial latente:** Punto gatillo clínicamente durmiente con respecto al dolor espontáneo: sólo duele cuando es palpado. Un punto gatillo miofascial latente puede tener todas las demás características de un punto gatillo activo y siempre presenta una banda tensa que aumenta la tensión muscular y limita la amplitud de movimiento.
- **Punto gatillo miofascial primario:** Punto gatillo miofascial central aparentemente activado de manera directa por sobrecarga aguda o crónica, o por sobreuso repetitivo del músculo en el que se desarrolla, sin ser ocasionado por la actividad de un punto gatillo en otro músculo.
- **Punto gatillo miofascial satélite:** Punto gatillo miofascial central que puede ser inducido neurogénica o mecánicamente por la actividad de un punto gatillo miofascial clave. La relación clave-satélite es habitualmente confirmada por la inactivación simultánea del satélite, cuando el punto gatillo clave es inactivado; aún así, la diferenciación del mecanismo responsable es difícil de resolver simplemente por la exploración. Un punto gatillo satélite puede desarrollarse en la zona de referencia del punto gatillo clave, en un agonista sobrecargado por sustituir al músculo que alberga el punto gatillo clave (músculo clave), en un antagonista que contrarresta la tensión aumentada del músculo clave o en un músculo en apariencia vinculado tan sólo neurológicamente con el punto gatillo clave.
- **Punto gatillo secundario:** Anteriormente se denominaban secundarios y ahora se conocen como puntos gatillo satélite. Antes, el punto gatillo secundario se definía como el que se desarrollaba en un agonista o en un antagonista del músculo que albergaba el punto gatillo clave.

Resumen y palabras clave

Resumen

Introducción: Un punto gatillo miofascial latente (PGL) es una zona hiperirritable en un músculo esquelético asociada con un nódulo palpable hipersensible en músculos superficiales, localizado en una banda tensa, doloroso únicamente a la palpación. Estos pueden provocar disminución en la fuerza muscular y alteración motora. Niveles disminuidos en la fuerza de la musculatura isquiotibial es un factor predisponente a sufrir una lesión. Esta musculatura está muy involucrada en la gimnasia rítmica y las patologías de isquiotibiales son muy frecuentes en esta disciplina.

Objetivo: Analizar los efectos de la aplicación de spray frío intermitente con estiramiento de los PGL de la musculatura isquiotibial sobre la fuerza en la extensión y rotación interna de cadera y en flexión de rodilla.

Metodología: Ensayo clínico controlado y aleatorizado a ciego simple. Serán seleccionadas 40 gimnastas de entre 18 y 30 años, voluntarias sanas y actualmente activas en este deporte. Deberán presentar PGL en la musculatura isquiotibial con el fin de poder participar en el estudio. Los PGL se localizarán mediante la palpación plana o en pinza, dependiendo del vientre muscular en el que nos encontremos.

Estos sujetos serán distribuidos aleatoriamente en dos grupos: grupo intervención (n=20) y grupo control (n=20). Este proceso de aleatorización se realizará mediante el Excel.

El grupo intervención recibirá el tratamiento de frío intermitente con estiramiento en la musculatura isquiotibial, mientras que el grupo control se someterá a una intervención simulada mediante la aplicación de spray de un bote vacío.

Se realizarán un total de 3 evaluaciones: pre-tratamiento, post-tratamiento y 3 semanas post-tratamiento. La fuerza de los isquiotibiales será evaluada mediante un dinamómetro manual. Si se aplicara este estudio, podríamos ver que resultados se obtienen por tal de poder detectar la presencia de puntos gatillos latente para prevenirlos y/o tratarlos, evitando así la aparición de cambios en la fuerza. Por lo que, si se confirma la hipótesis planteada, es un abordaje muy sencillo para reducir el riesgo de lesión.

Palabras clave: puntos gatillo miofascial latentes, musculatura isquiotibial, fuerza muscular, gimnastas

Abstract

Introduction: A latent myofascial trigger point (LTP) is a hyperirritable area on the muscle associated with a palpable hypersensitive nodule in superficial muscles, located in a taut band, painful only on palpation. These can cause a decrease in muscle strength and motor disturbances. Decreased levels of hamstring muscle strength is a predisposing factor for injury. This musculature is very involved in rhythmic gymnastics and hamstring pathologies are very frequent in this discipline.

Objective: Analysing the effects of the application of intermittent cold spray with stretching of the PGL of the hamstring muscles on the strength in the extension and internal rotation of the hip and in knee flexion.

Methodology: Single-blind randomized controlled clinical trial. 40 healthy volunteer gymnasts between the ages of 18 and 30 who are currently active in this sport will be selected. They must present LTP in the hamstring muscles in order to be able to participate in the study. The LTP's will be located by flat or pincer palpation, depending on the muscle belly in which we find ourselves.

These subjects will be randomly distributed into two groups: intervention group (n=20) and control group (n=20). This randomization process will be carried out using Excel.

The intervention group will receive intermittent cold treatment with stretching of the hamstring muscles, while the control group will undergo a simulated intervention by spray application from an empty can.

A total of 3 evaluations will be carried out: pre-treatment, post-treatment and 3 weeks post-treatment. Hamstring strength will be assessed using a hand-held dynamometer.

Conducting this study will give us the results that are going to allow us to detect the presence of latent trigger points to prevent and/or treat them, thus avoiding the appearance of changes in strength. Therefore, if the proposed hypothesis is confirmed, it is a very simple approach to reduce the risk of injury.

Key word: Latent myofascial trigger point, hamstring musculature, muscle strength, gymnasts

Resum

Introducció: Un punt gatell miofascial latent (PGL) és una zona hiperirritable d'un múscul esquelètica associat amb un nòdul palpable hipersensible en músculs superficials, localitzats en una banda tensa, dolorós únicament a la palpació. Aquests poden provocar disminució en la força muscular i una alteració motora. Nivells disminuïts de força de la musculatura isquiotibial és un factor de risc a patir una lesió. Aquesta musculatura es troba molt involucrada en la gimnàstica rítmica i les patologies dels isquiotibials son molt freqüents en aquesta disciplina.

Objectius: Analitzar els efectes de l'aplicació de spray fred intermitent amb estirament dels PGL de la musculatura isquiotibial sobre la força en la extensió i rotació interna de maluc i en flexió de genoll.

Metodologia: Assaig clínic controlat i aleatoritzat a cec simple. Es seleccionaran 40 gimnastes d'entre 18 i 30 anys voluntàries sanes i actualment actives en aquest esport. Hauran de presentar PGL en la musculatura isquiotibial per poder participar en l'estudi.

Els PGL es localitzaran mitjançant la palpació plana o en pinça, segons en quin ventre muscular ens trobem.

Aquests subjectes hauran de ser distribuïts aleatòriament en dos grups: grup intervenció (n=20) i grup control (n=20). Aquest procés d'aleatorització es realitzarà mitjançant l'Excel.

El grup intervenció rebrà el tractament de fred intermitent amb estirament en la musculatura isquiotibial, mentre el grup control es sotmetrà a una intervenció estimulada mitjançant l'aplicació de spray d'un pot vuit.

Es realitzaran un total de 3 avaluacions: pre-tractament, post-tractament i 3 setmanes post-tractament. La força dels isquiotibials serà avaluada mitjançant un dinamòmetre manual.

Si s'apliqués aquest estudi, podríem veure quins resultats s'obtidrien amb l'objectiu de poder detectar la presència de punts gatell latents per prevenir-los i/o tractar-los evitant així l'aparició de canvis en la força. Pel que, si es confirma la hipòtesis plantejada, es tracta d'un abordatge molt senzill per reduir el risc de lesió.

Paraules clau: punts gatell miofascials latents, musculatura isquiotibial, força muscular, gimnastes

Introducción

Los isquiotibiales son un conjunto de tres músculos localizados en la parte posterior del muslo. Según la definición anatómica, un músculo isquiotibial debe originarse en la tuberosidad isquiática, insertarse por debajo de la rodilla, y ser inervado por el nervio ciático. De manera que encontramos los isquiotibiales verdaderos, siendo estos el semitendinoso, semimembranoso y la cabeza larga del bíceps femoral. La cabeza corta del bíceps femoral se considera una excepción, puesto que esta no se origina en la tuberosidad isquiática y solamente cruza la articulación de la rodilla, lo cual lo hace funcionalmente distinta. (1)

La inserción proximal u origen de los tres músculos isquiotibiales es la tuberosidad isquiática. Distalmente, el semitendinoso y semimembranoso se insertan en el lado medial de la tibia, por debajo de la rodilla, mientras que el bíceps femoral (ambas cabezas) se insertan por debajo de la rodilla en las caras lateral y posterior del peroné. La cabeza corta de este último, no se considera un músculo isquiotibial verdadero, puesto que no se origina en la pelvis sino en el tercio medio del fémur, a lo largo de la línea áspera.

La porción tibial del nervio ciático es el encargado de la inervación de los isquiotibiales, excepto de la cabeza corta del bíceps femoral que es inervado por la porción peronea.

Una de las funciones principales de los músculos isquiotibiales verdaderos es actuar como extensores de cadera y flexores de rodilla, mientras que la cabeza corta del bíceps femoral únicamente actúa en la rodilla flexionándola. (1) Cuando la rodilla está flexionada, el semitendinoso y semimembranoso ayudan a la rotación interna de rodilla y las dos cabezas del bíceps femoral contribuyen en la externa. Mientras que, con la rodilla extendida, participan en la rotación interna de cadera. Además, este conjunto de músculos tienen un papel de gran peso en la marcha, frenando la tendencia a la flexión de cadera que produce el peso del cuerpo durante el apoyo. (1)

Los isquiotibiales tienen una gran importancia en muchos deportes, por ejemplo, en el fútbol, donde pasan de un concéntrico máximo a un excéntrico, o en la gimnasia rítmica, donde es necesario que estén fuertes y presenten una buena elasticidad y elastancia para ejecutar los distintos movimientos. Es imprescindible realizar un entrenamiento adecuado de esta musculatura y, sobre todo, realizar un calentamiento antes de iniciar el estiramiento a la hora de practicar cualquier deporte, con tal de prevenir lesiones en estos. Además, se ha observado

que las técnicas de estiramiento de los isquiotibiales pueden aumentar el rendimiento de esta musculatura. (2)

La gimnasia rítmica es un deporte olímpico que se practica en todo el mundo, aun así, es más conocido en Europa. Este ha disfrutado de un resurgimiento en la participación y un aumento en la popularidad de los espectadores en las últimas décadas, en gran parte debido a un mayor énfasis en los deportes femeninos. Este está asociado a una edad más temprana de entrada y especialización en el deporte. Las gimnastas femeninas y masculinas de élite pueden iniciar el entrenamiento para este deporte a los 6 y 9 años, respectivamente, obteniendo un máximo rendimiento hacia los 10 años o más. (3) No obstante, cada vez más, nos encontramos a gimnastas más veteranas de entre 20 y 30 años de edad.

Esta disciplina combina diferentes tipos de elementos del ballet, la gimnasia y la danza. La principal diferencia con este deporte y lo más característico de la gimnasia rítmica es el uso de aparatos, hay 5 aparatos: cuerda, aro, cinta, mazas y pelota. Es considerado un deporte individual, pero también existe la disciplina grupal, donde cada equipo está compuesto por 5 gimnastas. (4)

Concretamente, la gimnasia rítmica consiste en realizar un baile con un aparato para recibir una puntuación por parte de los jueces. Estos puntúan distintos ítems; por un lado, se valora la dificultad, donde se incluyen las dificultades corporales, como saltos, giros y equilibrios, y las dificultades con el aparato, incluyendo los riesgos y otros elementos ejecutados con este; por otro lado, se valora la ejecución donde encontramos el aspecto artístico y la ejecución del ejercicio.

Con tal de llevar a cabo todos estos elementos, hace falta tener una gran amplitud de movimiento y fuerza para poderlos ejecutar correctamente.

Como decíamos, es un deporte muy completo donde se trabajan todas las partes del cuerpo, desde los pies hasta los brazos. Esta es la razón principal por la cual todas las partes del cuerpo pueden lesionarse. Aun así, la región del cuerpo más afectada es la espalda (42%) seguida del tobillo con un 16%. Las lesiones más frecuentes son las contracturas musculares (48%), los esguinces (20%), las tendinopatías (16%) y roturas o microrroturas fibrilares (6%). En cuanto a los mecanismos lesionales, destacamos el sobreentrenamiento (44%) y el mal apoyo (30%). La fase con mayor incidencia lesional es el calentamiento (50%). (5)

Estos últimos años, fruto de un cambio de tendencia entre la población, el deporte y el ejercicio están ganando protagonismo en lo que a salud respecta. Es por eso que la fisioterapia en el deporte está ocupando un lugar preferente en el abordaje al deportista. Uno de estos casos es la gimnasia rítmica, un deporte que con una alta exigencia física, tanto a nivel de amplitud como ejecución del movimiento. De esta manera, vemos que en estas últimas temporadas, la figura de la gimnasta incluye al fisioterapeuta dentro de su equipo de competición. El hecho de que el número de fisioterapeutas ha aumentado dentro del mundo de la gimnasia rítmica, ha dado lugar a que estos se den cuenta del elevado número de puntos gatillo en estos deportistas. Muy frecuentemente encontramos puntos gatillo (PG) miofasciales en deportistas, ya sean activos o latentes, provocando una alteración motora; lo que supone un aumento del riesgo de lesión, por sobreuso, y una disminución de la eficiencia del movimiento.

Según Travell y Simons, un punto gatillo miofascial (PGM) activo es una zona hiperirritable en un músculo esquelético asociada con un nódulo palpable hipersensible, localizado en una banda tensa. Esta zona es dolorosa a la compresión, distensión, sobrecarga o contracción del tejido, dando lugar a dolor referido, hipersensibilidad a la presión referida, disfunción motora y fenómenos autonómicos. (6)

De la misma manera que los activos, los PGM latentes son lesiones neuromusculares. Sin embargo, en este caso son indoloras de manera espontánea pero sí dolorosas a la compresión, asociadas a sobrecarga muscular y disminución de la eficacia contráctil. Los PGM no son solo fibras musculares contracturadas, sino que son lesiones neuromusculares que afectan y son afectadas por el sistema nervioso central. (7,8)

Como bien describen Mayoral y Salvat, según el nivel de actividad clínica, se clasifican en activos o latentes. Ambos son capaces de provocar disfunción, pero solamente los activos provocan dolor referido de forma espontánea (9):

- Puntos Gatillo Activos: causan dolor sin estímulo. Siempre son dolorosos a la presión, impide la elongación completa del músculo y lo debilita. El paciente lo percibe como un punto de dolor constante, que aumenta con la palpación, presión, movilización y estiramiento.
- Puntos Gatillo Latentes: únicamente duele cuando se palpa. Suelen provocar disfunción motora sin dolor y, además, pueden tener las demás características de un punto gatillo activo. Estos son mucho más frecuentes que los PG activos.

Según la localización, se clasifican en centrales o insercionales (9):

- Puntos Gatillo Centrales: contracciones mantenidas o contracturas muy localizadas de las fibras musculares, provocadas por disfunciones en las placas motoras. Situadas normalmente en la parte media de cada miocito.
- Puntos Gatillo Insercionales: PGM localizado en la unión miotendinosa, tendón e inserción tenoperióstica.

Atendiendo a razones jerárquicas, las diferentes categorías son (9):

- Puntos Gatillo Clave o Primario: responsables de la activación de uno o más PG satélites. Se pueden identificar de tres formas: la primera, cuando la activación de un PG ha causado la activación de otro; el segundo, cuando la inactivación de un PG hace que otros PG satélites se inactiven sin necesidad de tratarlo y, la tercera, cuando el tratamiento de uno o varios PG no resulta efectivo hasta que no se incluye el tratamiento de otro PG.
- Punto Gatillo Satélite o Secundario: PG central inducido neurogénica o mecánicamente por la actividad de un PG clave. Los satélite pueden activarse en la zona de dolor referido, en la musculatura agonista o en la antagonista del PG clave, o en otros músculos relacionados neurológicamente con este.
- Punto Gatillo Asociado: existen a la vez que otro PG localizado en cualquier otro músculo. Se usa esta denominación cuando no se puede establecer una jerarquía clara entre dos PG coexistentes. Estos no suelen generar dolor, pero sí a la presión o palpación. Pueden provocar los mismos efectos motores, autónomos y sensoriales como consecuencia de un estímulo (frío, calor, cambios de presión atmosférica, dolor repetitivo...) comportándose como los PG activos.

La probabilidad de desarrollar PG activos aumenta con la edad, siendo más frecuente entre los 30 y 50 años. A medida que la actividad disminuye con el paso de los años, tendemos a ser más rígidos y la restricción de movilidad de los PG latentes también aumenta (1). Por lo que son más frecuentes en sedentarios y menos en población activa; en cuanto a diferencia de la prevalencia entre sexos, según la mayoría de autores, es más frecuente en mujeres que en hombres, aunque otros opinan que afecta por igual a ambos sexos.

Justificación.

Hay casi 50.000 licencias de gimnastas federadas en España (Statista Research Department, 2021). Estadísticamente, datos internacionales muestran que el 25 % de los deportistas presentan algún tipo de lesión muscular y esta se da al menos una vez al año. (10)

Como se ha citado en el apartado anterior, el 48% de las lesiones en gimnastas son contracturas musculares, donde se podría incluir dolor miofascial y puntos gatillo. Este es un porcentaje bastante elevado, lo que podría suponer que casi la mitad de gimnastas presentan lesiones causadas por PG. (5)

Los PG miofasciales provocan dolor y también pueden provocar una importante disfunción motora. Normalmente, este dolor se suele encontrar a una cierta distancia del PG. A veces estos pueden causar también parestesias o sensación de inestabilidad, más que dolor. Característicamente, los PG latentes no provocan dolor espontáneo, pero causan un cierto aumento de la tensión muscular, limitación de la amplitud de movilidad al estiramiento, contracción dolorosa y debilidad. (1)

Las lesiones en los isquiotibiales en deportistas son actualmente muy frecuentes y conocidos. El bíceps femoral es el músculo isquiotibial más comúnmente lesionado, producidos por aceleraciones y desaceleraciones, y el semitendinoso en segundo lugar por sobreestiramiento (11,12). A sabiendas de que los puntos gatillo en esta musculatura son muy específicos y poco estudiados, por lo que se carece de información y evidencia científica que lo corrobore.

Por otro lado, es evidente la necesidad de la comunidad científica de continuar profundizando en el estudio de la fuerza, puesto que se trata de un aspecto muy común entre la población, pero a su vez carece de estudios y evidencia.

Además, para el retorno a la competición, la diferencia entre la fuerza máxima ejercida por la musculatura isquiotibial de las dos piernas no debe ser superior al 10%, puesto que supone un factor de riesgo para sufrir una nueva lesión (12). Por lo que la fuerza es un factor muy importante a tener en cuenta.

Teniendo en cuenta los datos y aspectos anteriores, junto con la escasa información en cuanto a la limitación de fuerza causada por los puntos gatillo, es la motivación para llevar a cabo este trabajo de fin de grado.

Hipótesis y objetivos.

Objetivos.

El objetivo principal de este estudio es analizar en gimnastas de entre 18 y 30 años los efectos de la presencia o no de puntos gatillo latentes sobre la fuerza de la musculatura isquiotibial.

Otros objetivos son conocer la epidemiología, clasificación, etiología, limitaciones y afectación y los distintos tratamientos de los puntos gatillo. Además de poder distinguir los principales déficits y lesiones que engloban el cuadro clínico de los puntos gatillo.

Así como analizar la importancia de la musculatura isquiotibial en deportistas, aportando la evidencia que actualmente encontramos disponible y, poder así, relacionarlo con las lesiones habituales en gimnastas.

Hipótesis.

La presencia de puntos gatillos latente en gimnastas influyen de forma negativa en la fuerza de la musculatura isquiotibial, produciendo una disminución de esta. Asimismo, al tratar estos puntos gatillo se producirá una mejora de la fuerza de esta musculatura.

Metodología.

El proyecto de investigación que se plantea se llevará a cabo en la Escuela Superior de Ciencias de la Salud de la universidad del Tecnocampus (adscrito a la Universidad Pompeu Fabra), ubicado en Mataró, y en el complejo deportivo Pódium, localizado en la ciudad de Viladecans, Barcelona.

Previamente a la realización del estudio, se pedirán los permisos pertinentes a la Asociación Española del Síndrome de Dolor Miofascial y Puntos Gatillo (SDMPG) y al Comité Ético de Investigación Clínica (CEIC) de Catalunya.

Diseño del estudio.

Este proyecto de investigación es la base de un ensayo clínico controlado aleatorizado a simple ciego.

A lo largo de este estudio se analizarán los efectos que se producen sobre la fuerza de la musculatura isquiotibial en gimnastas que presenten puntos gatillo latente. Esta será analizada antes, inmediatamente después de la aplicación del tratamiento y pasadas tres semanas de la última valoración.

Se dispondrán de dos fisioterapeutas, que serán las mismas personas que se encargarán de realizar tanto la valoración inicial como la posterior al tratamiento y otra valoración al cabo de una semana. Además, otro papel que tienen estos fisioterapeutas es la de aplicar el tratamiento al grupo experimental.

Por otro lado, las gimnastas desconocen si están asignadas en el grupo intervención o en el grupo simulado; en cambio, el fisioterapeuta sí conoce la distribución de los grupos. Por lo que se trata de un estudio a ciego simple.

Población y muestra.

Por tal de poder llevar a cabo este estudio, se han seleccionado un total de 20 gimnastas con PGM latente en la musculatura isquiotibial y 20 gimnastas sin presencia de PGM latente. Asimismo, para que los grupos sean lo más homogéneo posible, los criterios de inclusión y exclusión deben ser lo más estricto y cerrado posibles; por lo que estos criterios de inclusión son los siguientes:

- Mujeres de edades comprendidas entre 18 y 30 años.
- Actualmente activas en la gimnasia.
- Aparentemente, sin presencia de dolor en los isquiotibiales.
- Presencia de puntos gatillo latente en la musculatura isquiotibial.
- Gimnastas que entrenen aproximadamente el mismo número de horas a la semana (entre 10 y 15 horas).
- Sujetos que presenten un buen descanso (entre 7 y 9 horas).

Los criterios de exclusión son los siguientes:

- Ausencia de puntos gatillo latente en la musculatura isquiotibial.

- Menos de 5 años de práctica deportiva de gimnasia.
- Cualquier otra lesión previa que impida el entrenamiento.
- Haber recibido tratamientos en los isquiotibiales en los últimos 3 meses.
- Presencia de dolor espontáneo en la musculatura isquiotibial.
- La toma de relajantes musculares y AINES.

La participación en este ensayo clínico es una decisión voluntaria de cada persona. Aun así, antes de iniciar el estudio, todos los sujetos recibirán de una hoja de información a cada paciente, que posteriormente, firmará el debido consentimiento informado, conforme acepta participar en dicho estudio. Así como una hoja de renuncia. (Anexo I, II y III)

Pese a lo mencionado, cada participante puede decidir abandonar el ensayo clínico, retirando el consentimiento informado en el momento que crea oportuno sin tener que dar ninguna explicación. Se considera abandono la decisión voluntaria por parte de algún participante de retirarse del estudio en cualquier momento, así como la presencia de alguna complicación que se pueda producir a lo largo de las sesiones de tratamiento.

Todas estas mujeres fueron informadas del estudio tanto verbalmente como por escrito, firmando su consentimiento para participar en el mismo.

Asignación de los individuos a los grupos de estudio.

Tras la selección inicial, todas las gimnastas fueron evaluadas por un fisioterapeuta previo a la asignación de grupos. Primero, se valoró la presencia o no de puntos gatillo latentes, puesto que inicialmente ninguna presentaba dolor en la zona isquiotibial.

Como bien describen Mayoral y Salvat, los criterios esenciales para diagnosticar clínicamente los PGM son:

- Banda tensa palpable (si el músculo es accesible a la palpación)
- Dolor local tras presión de un nódulo de la banda tensa
- Reconocimiento del dolor habitual del paciente al presionar sobre el nódulo sensible (para identificar un PG activo).
- Limitación dolorosa de la amplitud de movilidad al realizar un estiramiento completo.

En cuanto a los criterios de diagnóstico de los PGM latentes son los mismos que los PGM activos; la presencia de una banda tensa palpable alojada en un músculo en un músculo

esquelético (en caso de que el músculo sea accesible) y la presencia de un foco hiperirritable doloroso a la palpación situado dentro de la banda tensa (6,13).

Otros aspectos observacionales confirmatorios pueden ser la identificación visual o táctil de la respuesta de espasmo local, respuesta de espasmo local causado por la inserción de una aguja, dolor o alteración de la sensibilidad al comprimir el nódulo sensible y la demostración electromiográfica de actividad eléctrica espontánea (6).

Aun así, Travell y Simons (1) describen detalladamente como localizar PG en la musculatura isquiotibial. Para localizar PG en los músculos semimembranoso o semitendinoso se aborda desde la cara medial del muslo, realizando una palpación en pinza o plana. Para ello, se colocará al paciente de decúbito supino, con la cadera en abducción y ligera flexión de rodilla, apoyando la extremidad sobre la camilla para relajar los aductores; en caso de que estos estén acortados, se deberá colocar una toalla debajo de la rodilla.

A continuación, se procede a una palpación en pinza agarrando los isquiotibiales por su vientre muscular distal, a unos 8-12cm por encima de la flexión de rodilla, tirando con las puntas de los dedos alejándolo del fémur. Seguidamente, se puede rotar para buscar bandas tensas y puntos dolorosos. Estas bandas se encuentran fácilmente y la palpación directa puede provocar una respuesta de espasmo local en el semitendinoso (músculo más superficial). La palpación plana se efectúa presionando el músculo contra el fémur.

En cambio, cuando se examinan los PG del bíceps femoral, es aconsejable abordarlo desde la cara posterior del muslo. Se colocará al paciente en decúbito lateral (contralateral), dejando la extremidad a valorar por encima, con ligera flexión de rodilla. En este caso, el bíceps femoral es difícil de agarrar aisladamente porque la fascia que lo envuelve se encuentra unida al vasto lateral, por lo que la palpación plana en la cara lateral del muslo y aplicando una presión contra el fémur es lo ideal. La cabeza larga y corta del bíceps femoral pueden diferenciarse palpatoriamente, puesto

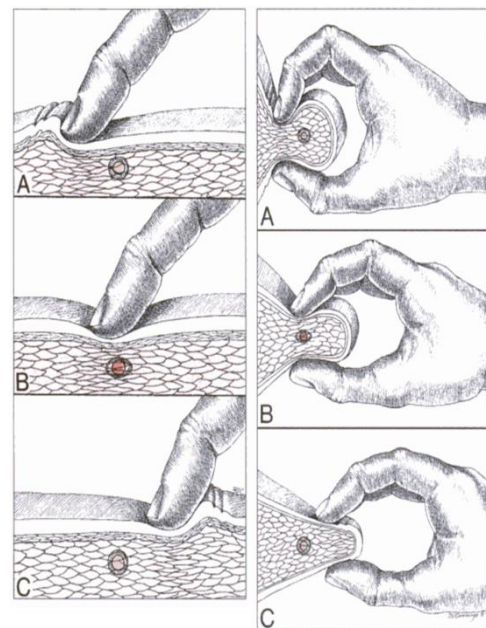


Figura 1. Palpación plana y en pinza de una banda tensa. Fuente: Travell y Simons (2004)

que la cabeza larga se tensa cuando el paciente intenta realizar una extensión de cadera, mientras que la tensión de la corta no se modifica.

Una vez ejecutada esta palpación, encontraremos gimnastas con presencia de puntos gatillos incluyan PGM latentes serán admitidas en este estudio. A continuación, tras haber seleccionado un total de 40 gimnastas con PGM, se realizará la división en dos grupos de forma aleatorizada. Ambos grupos serán homogéneos, formado por el mismo número de participantes.

La asignación a estos grupos se efectuará mediante la aplicación Excel, insertando la siguiente fórmula:

```
=ELEGIR(RANDBETWEEN(1,2),"Grupo A","Grupo B")
```

En esta fórmula el (1,2) indica que se agrupan los datos en dos grupos, Grupo A y Grupo B son los textos que se mostrarán en las celdas de fórmula que se usan para distinguir los distintos grupos.

Variables de estudio.

Para valorar si la presencia de puntos gatillo afecta a la fuerza en los isquiotibiales, encontramos principalmente una variable a tener en cuenta a lo largo de este estudio, la fuerza isométrica máxima ejercida por la musculatura isquiotibial. La fuerza se trata de una variable cuantitativa continua.

Para determinar la fuerza que ejercen los isquiotibiales, utilizaremos un dinamómetro manual. Se ha demostrado en varios estudios que el uso del dinamómetro es un método fiable, efectivo y seguro para la medición de la fuerza muscular (14). Este tipo de mediciones son de gran ayuda para objetivar déficits de fuerza, obteniendo esta información de forma detallada en Newtons (N). La dinamometría de la musculatura isquiotibial es sencilla de aplicar y permite detectar pequeños cambios en la fuerza de estos a nivel individual (15).

Realizaremos la valoración de la fuerza de la musculatura isquiotibial mediante las siguientes mediciones:

1. Fuerza isométrica máxima en extensión de cadera

- Se realizará la valoración de la máxima fuerza isométrica antes de aplicar la técnica de frío intermitente con estiramiento, inmediatamente tras su aplicación y pasada una semana.

La valoración de la fuerza muscular se realizará mediante un dinamómetro efectuará manual digital (MicroFET2). Siguiendo las recomendaciones de Thorborg et Al (16) y de Nadler et Al (17), el sujeto se colocará en decúbito prono con la cadera en posición neutra y rodilla a 90º de flexión. Se fijará el dinamómetro mediante un cinturón o cincha para asegurar una medida fiable de la fuerza. La pierna contraria quedará extendida apoyada sobre la camilla. El sujeto colocará sus brazos en la espalda, cogiéndose de las manos. El dinamómetro será colocado dos centímetros por encima del hueco poplíteo. Tras explicarle al sujeto el procedimiento, se le pedirá que realice una contracción isométrica máxima (CIM) hacia la extensión de cadera durante 5 segundos contra el dinamómetro, manteniendo la rodilla en flexión de 90º. Una vez se hayan ejecutado dos contracciones para familiarizarse con dicho movimiento, se le solicitarán 4 CIMs, con una separación de mínimo 30 segundos entre cada una de ellas. El valor más alto de estos 4 CIMs válidas será anotado para los análisis posteriores. Si en la última medición de CIM se obtiene el valor más elevado, se solicitará otra CIM hasta que no existan mayores incrementos en la medición. Se hará un “make-test” usando una estimulación verbal animando al paciente de la forma “vamos-empuja-empuja-empuja-empuja y relaja” durante las contracciones. Todas las mediciones de la fuerza (pre-intervención, post-intervención y a la semana) serán realizadas por el mismo examinador. (Anexo IV)

2. Fuerza isométrica máxima en flexión de rodilla

- Se realizará la valoración de la máxima fuerza isométrica antes de aplicar la técnica de frío intermitente con estiramiento, inmediatamente tras su aplicación y pasada una semana.
- La valoración de la fuerza muscular se efectuará mediante un dinamómetro manual digital (MicroFET2). Siguiendo las recomendaciones de Thorborg et Al

(16), de Nadler et Al (17) y Goossens et Al (18), el sujeto se colocará en decúbito prono con la cadera en posición neutra y flexión de rodilla de 15°. Se fijará el dinamómetro mediante un cinturón o cincha para asegurar una medida fiable de la fuerza. La pierna contraria quedará extendida apoyada sobre la camilla. El sujeto colocará sus brazos en la espalda, cogiéndose de las manos. El dinamómetro será colocado dos centímetros por encima del tendón de Aquiles. Tras explicarle al sujeto el procedimiento, se le pedirá que realice una contracción isométrica máxima (CIM) hacia la flexión de rodilla durante 5 segundos contra el dinamómetro, manteniendo la rodilla en extensión. Una vez se hayan ejecutado 2 contracciones para familiarizarse con dicho movimiento, se le solicitarán 4 CIMs, con una separación de mínimo 30 segundos entre cada una de ellas. El valor más alto de estos 4 CIMs válidas será anotado para los análisis posteriores. Si en la última medición de CIM se obtiene el valor más elevado, se solicitará otra CIM hasta que no existan mayores incrementos en la medición. Se hará un “make-test” usando una estimulación verbal animando al paciente de la forma “vamos-empuja-empuja-empuja-empuja y relaja” durante las contracciones. Todas las mediciones de la fuerza (pre-intervención, post-intervención y a la semana) serán realizadas por el mismo examinador. (Anexo V)

3. Fuerza isométrica máxima de rotación interna de cadera

- Se realizará la valoración de la máxima fuerza isométrica antes de aplicar la técnica de frío intermitente con estiramiento, inmediatamente tras su aplicación y pasada una semana.
- La valoración de la fuerza muscular se efectuará mediante un dinamómetro manual digital (MicroFET2). Siguiendo las recomendaciones de Thorborg et Al (16) y de Nadler et Al (17), el sujeto se colocará en decúbito prono con la cadera en posición neutra y 90° de flexión de rodilla. Se fijará el dinamómetro mediante un cinturón o cincha para asegurar una medida fiable de la fuerza. La pierna contraria quedará extendida apoyada sobre la camilla. El sujeto colocará sus brazos en la espalda, cogiéndose de las manos. El dinamómetro será colocado dos centímetros por encima del maléolo externo; en la cara externa de la pierna. Tras explicarle al sujeto el procedimiento, se le pedirá que realice una contracción isométrica máxima (CIM) hacia la rotación interna de cadera durante 5 segundos contra el dinamómetro, manteniendo la rodilla

en extensión. Una vez se hayan ejecutado 2 contracciones para familiarizarse con dicho movimiento, se le solicitarán 4 CIMs, con una separación de mínimo 30 segundos entre cada una de ellas. El valor más alto de estos 4 CIMs válidas será anotado para los análisis posteriores. Si en la última medición de CIM se obtiene el valor más elevado, se solicitará otra CIM hasta que no existan mayores incrementos en la medición. Se hará un “make-test” usando una estimulación verbal animando al paciente de la forma “vamos-empuja-empuja-empuja-empuja y relaja” durante las contracciones. Todas las mediciones de la fuerza (pre-intervención, post-intervención y a la semana) serán realizadas por el mismo examinador. (Anexo VI)

En cuanto a la presencia de puntos gatillo, lo valoraremos mediante la realización de palpación por parte del fisioterapeuta. Esta será bien en pinza y/o plana, dependiendo del vientre muscular en que nos encontremos.

Procedimiento.

Tras la división de las participantes en los grupos A y B, procedemos a la medición de la fuerza isométrica máxima de los isquiotibiales en ambos grupos. Esta medición se hará mediante la ayuda de un dinamómetro manual. Este nos marcará los valores obtenidos en Newtons e inmediatamente serán anotados. (Anexo VII)

Una vez procedida la medición inicial de la fuerza, procederemos a la aplicación del tratamiento de los puntos gatillo. Esta únicamente se aplicará a uno de los grupos (grupo A, grupo experimental), por tal de comprobar qué efectos se producen en la fuerza ante la presencia de PGM. Mientras, el grupo B, que es el grupo control, recibirá una intervención simulada. Esta intervención simulada será aplicar spray con el bote vacío, donde solo saldrá aire, indicándole al paciente que se le aplicará el spray y que puede que note un poco de frío.

Los puntos gatillo pueden ser tratados mediante la aplicación de distintos tipos de técnicas de fisioterapia. Principalmente los clasificamos en dos grupos: tratamiento de liberación y tratamiento invasivo.

En cuanto a los tratamientos de liberación de los puntos gatillo encontramos (6):

- Frío intermitente y estiramiento. Constituye el método no invasivo más efectivo para inactivar PGM. Esta técnica no requiere de la localización exacta del punto gatillo, a diferencia de la infiltración. Solamente requiere de la identificación de la banda tensa. El spray o hielo actúa como distracción y el estiramiento es la acción; por lo que el spray actúa como analgésico.
- Métodos de contracción voluntaria y liberación. Todos estos métodos implican algún grado de contracción voluntaria (activa) seguida de relajación. Esta constituye la base de algunas técnicas de inactivación de los PGM más sencillas, asequibles, populares y efectivas, como:
 - La contracción-relajación. Se emplea una contracción máxima en un movimiento patrón seguido de una relajación del músculo tenso para permitir el acortamiento activo del oponente débil. La liberación de esta tensión permitirá un aumento en el rango de movilidad. En el caso de la liberación de PGM se aplica una pequeña resistencia en la contracción.
 - La relajación postisométrica. Basado en la técnica contracción-relajación.
 - Una combinación de la relajación postisométrica con la inhibición recíproca. Tiene mayor efectividad que las dos anteriores. Incluye la respiración coordinada y los movimientos oculares.

La inhibición recíproca no solamente se trata de un reflejo espinal involuntario, sino que resulta ser efectiva cuando se inicia la contracción a nivel cortical.
- El sostén relajación. Es otra variante de la contracción-relajación. Esta no suele usarse para el tratamiento de los PGM, aunque se puede usar cuando no se busca movimiento durante o después del procedimiento. Consiste en una contracción isométrica seguida de una relajación, pero sin elongación.
- Técnicas de energía muscular. Son técnicas íntimamente relacionadas con otras técnicas de liberación de PGM. Se trata de procedimientos osteopáticos utilizados en articulaciones donde el movimiento se encuentra restringido; para estirar músculos y fascias tensos, para mejorar la circulación local y para equilibrar las relaciones musculares y poder así modificar el tono muscular.

- Liberación por presión de los PGM. Esta técnica es efectiva en los puntos gatillo centrales. Para aplicar esta liberación por presión, el fisioterapeuta aplica una presión gradualmente creciente sobre el PG hasta que el dedo encuentra un incremento de la resistencia. Es importante que el paciente no sienta dolor, pero sí puede notar una ligera molestia.
- Masaje de frotamiento profundo o masaje longitudinal. Donde se incluyen el rasgueo, masaje de fricción, masaje con hielo y terapia periostática.
 - El masaje de frotamiento profundo es el método más efectivo para inactivar PG centrales cuando se aplica terapia manual. El fisioterapeuta realiza esta técnica con sus pulgares, aplicando presión y fricción progresiva incremental. Esta se realiza a lo largo de toda la banda tensa. A diferencia del Cyriax, esta no se aplica perpendicularmente a las fibras.
 - El rasgueo es muy parecido al masaje de frotamiento profundo, a diferencia de que esta técnica se aplica a lo largo de la banda tensa, a la altura de los PG y sobre los nódulos, de un lado al otro del músculo. Se aplica perpendicularmente a través de las fibras musculares; concretamente a los PG centrales (los más cercanos al vientre muscular).
 - El objetivo del masaje de fricción es movilizar los tejidos superficiales sobre las estructuras más profundas para así mejorar su movilidad.
 - El masaje con hielo puede aplicarse de dos formas; por un lado, se puede usar hielo en lugar de spray refrigerante, como variación de la intervención de spray y estiramiento, y por el otro, es la aplicación del hielo como analgésico.
 - La terapia perióstica es una maniobra de masaje rítmico inconexo aplicable a las prominencias óseas. Se realiza la presión sobre el periostio más cercano a las zonas dolorosas.
- Técnicas indirectas como técnicas osteopáticas para liberar puntos hipersensibles.
- Técnicas de liberación miofascial, combinando técnicas de tejidos blandos, técnicas de energía muscular y fuerza inherente craneosacra e incluye una transferencia de energía del fisioterapeuta al paciente.
- Técnicas accesorias como la respiración sincronizada, movimientos oculares dirigidos, pinza rodada, biofeedback, aplicación de calor y frío, la iontoforesis y fonoforesis y el microampaje.

- Otras técnicas fisioterapéuticas que se pueden aplicar son el ultrasonido y la estimulación galvánica de alto voltaje.

Respecto al tratamiento invasivo se incluye:

- Infiltraciones de pequeñas cantidades de analgésico local sin corticosteroide ni adrenalina, justo en la localización de los nodos de contracción del PG.
- Punción seca, puede ser efectiva, pero genera dolor post-tratamiento. Es una técnica usada por los fisioterapeutas utilizando una aguja filiforme que penetra la piel y estimula los PG, tratando el dolor musculoesquelético y disfunciones de movimiento (19).
- Infiltración de toxina botulínica en casos muy concretos.
- Infiltración y estiramiento

En nuestro estudio llevaremos a cabo la técnica de frío intermitente con estiramiento para la liberación de los puntos gatillo, puesto que esta suele producir una de las mejores respuestas terapéuticas.

Como bien describen Travell y Simons, el primer paso para la liberación de los isquiotibiales consiste en elongar pasivamente el aductor mayor, debido a que la tirantez de este aductor muchas veces bloquea el alargamiento de los isquiotibiales, sobre todo el de los mediales. El paciente se coloca en decúbito supino, realizando una abducción máxima de cadera con la extremidad afectada, manteniendo la extensión de rodilla. A continuación, el fisioterapeuta coloca una presa en el tobillo manteniendo esa abducción y con la otra mano aplica spray refrigerante de distal a proximal en trazos paralelos, hasta cubrir el músculo aductor (Figura 2; A). El deslizamiento del hielo o aplicación del spray se hace a una velocidad lenta. Se repite varias veces este ciclo de frío intermitente juntamente con la abducción pasiva hasta que no se obtenga más amplitud. (1)

El segundo paso se parte desde la aducción de cadera, elevando el pie gradualmente y aduciendo la cadera mientras se mantiene la flexión de esta. En este segundo paso, la dirección del enfriamiento se invierte, lo que significa que aplicamos el frío de proximal a distal con el hielo o spray sobre la parte posterior del músculo, consiguiendo cubrir completamente los músculos semimembranoso y semitendinoso (Figura 2; B). A medida que aducimos la cadera, los trazos paralelos de frío se aplican en la cara más lateral, hasta cubrir el bíceps femoral, los glúteos y el vasto lateral (Figura 2; C, D y E). Es muy importante que el frío se aplique exclusivamente en las fibras que se está elongando.

En el último paso, la extremidad del paciente se encuentra en flexión de cadera y en posición neutra de abducción-aducción (Figura 2; D). A continuación, se introduce la flexión dorsal de tobillo suavemente y se amplía la zona en la cual se aplica frío hasta cubrir los músculos de la pantorrilla. La aducción pasiva de cadera se continúa hasta conseguir una aducción completa en flexión máxima, tal y como se muestra en la Figura 1, en el apartado E. Mientras tanto, el frío cubre por completo el bíceps femoral, la musculatura glútea y gran parte del semitendinoso y semimembranoso.

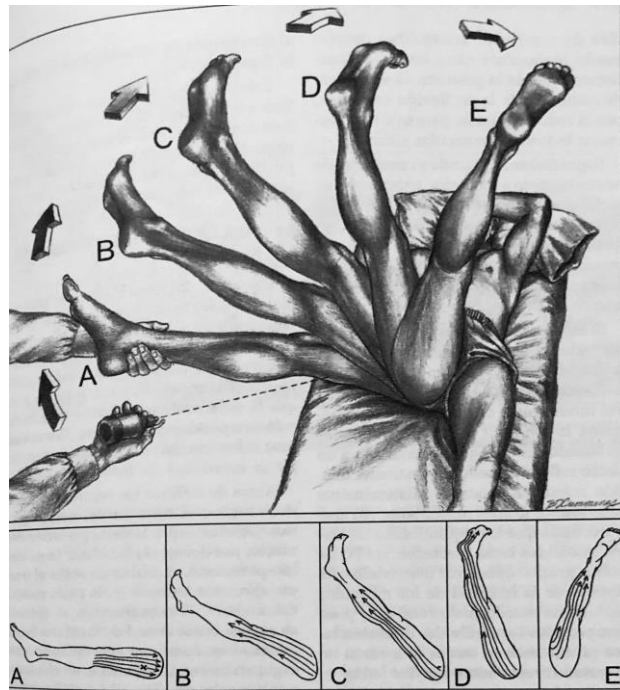


Figura 2. Posiciones de estiramiento y patrones de frío intermitente. Fuente: Travell y Simons (2004)

Finalmente, se aplica termoterapia húmeda para recalentar la piel mientras se trata la otra extremidad de la misma manera, para relajar la musculatura. Es muy importante tratar los isquiotibiales bilateralmente. Pasados unos minutos finalizamos el recalentamiento y el paciente realiza movimientos activos de forma muy suave, para ayudar a restaurar la función normal de la musculatura.

Una vez aplicado este tratamiento, volvemos a valorar la musculatura isquiotibial mediante la palpación en pinza y/o palpación plana para comprobar que en el grupo A ya no hay presencia de puntos gatillo.

En este momento, supuestamente, el grupo A no presentará puntos gatillo latentes en los isquiotibiales o estos se han inhibido y el grupo B sí, y se volvería a realizar la medición de la

fuerza en los isquiotibiales con el uso del dinamómetro manual. Es aquí donde se verá si la fuerza en dicha musculatura se ha visto afectada por la presencia de puntos gatillo o no.

Consideraciones éticas.

Por tal de poder llevarlo a cabo, este estudio fue aprobado por el comité de ética local de la Escuela Superior de Ciencias de la Salud del Tecnocampus. Además, en todo momento se deberán mantener las normas de confidencialidad y conducta profesional reguladas por la “Ley Orgánica sobre protección de datos de carácter personal” (Ley 15/1999 de 13 de diciembre). Así como el respeto de los aspectos éticos acordados en la declaración de Helsinki sobre la buena práctica clínica en investigaciones médicas en humanos, junto a los artículos establecidos en la Ley 44/2003, del 21 de noviembre, de ordenación de las profesiones sanitarias.

Con el fin de garantizar y proteger la intimidad de las participantes, en lo que concierne al tratamiento, comunicación y cesión de los datos personales, se hará conforme a lo dispuesto por la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de protección de datos de carácter personal y por su reglamento (RD 1720/2007).

Cronograma

Tabla 1. Etapas del proyecto de investigación

ETAPAS DEL PROYECTO	2022																											
	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
INTRODUCCIÓN, JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS																												
Revisión bibliográfica																												
Redacción del marco teórico y antecedentes																												
Redacción de la justificación, hipótesis y objetivos																												
METODOLOGÍA																												
Diseño del estudio																												
Intención y/o valoraciones																												
Análisis de datos e interpretación																												
REDACCIÓN DE LA MEMORIA DEL TRABAJO																												
DIFUSIÓN DEL TRABAJO / DEFENSA																												

Tabla 2. Etapas del estudio

ETAPAS DEL ESTUDIO	2022																									
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic														
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
METODOLOGÍA																										
Elaboración del proyecto																										
Solicitud de permisos																										
Reclutamiento participantes																										
Recogida de datos																										
Proceso de aleatorización																										
INTERVENCIÓN																										
Valoraciones iniciales																										
Intervenciones																										
Valoraciones post-tratamiento																										
3ª valoración																										
RESULTADOS																										
Análisis estadístico de datos																										
Difusión de resultados																										

El estudio comenzará el 2 de enero de 2023 y concluirá el 29 de diciembre de 2023. La duración global de este proyecto será de aproximadamente 12 meses. Este se iniciará una vez se consiga el informe de la CEIC de Catalunya y se finalizará con la difusión de los resultados.

Durante las cuatro primeras semanas se realizará el proceso de reclutación de sujetos. Entre el 6 de febrero de 2023 y el 31 de marzo de 2023 tendrán lugar la selección de sujetos. A lo largo de este período, se realizará una explicación del estudio a los sujetos participantes, junto a la recogida de datos para establecer las características demográficas de cada grupo (edad, peso, altura, horas de entrenamiento y horas de descanso). Esta recogida de datos será del 6 de marzo de 2023 al 24 de marzo de 2023. Asimismo, se llevará a cabo una entrevista verbal para comprobar que los participantes cumplen los criterios de inclusión establecidos y no presentan ningún criterio de exclusión. En esta entrevista, las participantes deberán leer y firmar los consentimientos informados. De la misma manera, se llevará a cabo un examen físico para establecer la presencia de puntos gatillo miofasciales en la musculatura isquiotibial (semimembranoso, semitendinoso y bíceps femoral), marcándolos con un rotulador por el investigador que efectuará la valoración de la fuerza. Y a continuación, se hará a la división aleatoria, donde cada participante formará parte de uno de los grupos de intervención propuestos en el estudio (grupo experimental y grupo control). Seguidamente, se procederá a la valoración de la fuerza isométrica máxima de los movimientos de extensión de cadera, flexión de rodilla y en rotación interna de cadera con extensión de rodilla mediante la dinamometría manual. Esta se realiza inmediatamente antes y después de la intervención y, también, una semana después de esta última.

La finalización prevista del análisis de los datos y elaboración de las conclusiones y de los textos, gráficos e ilustraciones se estima para el 29 de diciembre de 2023.

Presupuesto

Tabla 3. Planificación de costes del proyecto

PRODUCTO	COSTE	UNIDAD	TOTAL	WEB
MATERIAL				
Paquete de folios	3,49€	1	3,49€	https://www.carrefour.es/paquete-500-hojas-80-gr-din-a4/2000880435/p?skuld=7170010000&selecte dSize=
Rollo de papel de camilla	4,49€	2	8,98€	https://www.quirumed.com/es/rollo-de-papel-para-camilla-eco-40-gr-m2-60-m.html?gclid=CjwKCAjwo8-SBhAlEiwAopc9W m2YVv8SQcDmVuizoM2Ojw-rxh89umF6jyfeSDjS01waspsz8_4xoCcR8QAvD-BwE
RehabMedic Cold Spray (400ml)	4,60€	3	13,8€	https://www.rehabmedic.com/cold-spray-400-ml.html
Dinamómetro manual MicroFET2	1.099,89€	2	2.199,78€	https://kinemarket.com/es/dinamometro-de-evaluacion-musculo-esqueletica-microfet2-inalambrico
Cinturón de estabilizador (cincha)	39,41€	2	78,82€	https://www.rehabmedic.com/cinturon-de-estabilizacion.html
Camilla portátil	334,95€	2	669,9€	https://www.rehabmedic.com/camilla-ecopostural-plegable-aluminio-c3408.html
RECURSOS HUMANOS				
Fisioterapeuta	525€/mes	2	12.600€	
OTROS GASTOS				
Impresiones	0,02 € (x90)	90	1,8€	https://mistercopy.es/imprimir/blanco-y-negro-8.html
Imprevistos	250€	1	250€	
TOTAL			15.851,52€	

Se contará con la presencia de dos fisioterapeutas subcontratados para agilizar la valoración y los tratamientos y para que el tiempo de realización del estudio sea en menor tiempo y no tan costoso para un solo fisioterapeuta. El sueldo de estos fisioterapeutas será un sueldo medio a jornada reducida, lo que se calculan unos 525€/mes, que es el sueldo medio mínimo de media jornada de un trabajador de España. Teniendo en cuenta lo anterior y contando con que el proyecto tendrá una duración de aproximadamente 12 meses, el coste total contando con la presencia de dos fisioterapeutas será de 12.600€.

Para realizar la medición de la fuerza, se hará mediante un dinamómetro manual, concretamente el MicroFET2. Se necesitarán dos dinamómetros, principalmente por dos motivos: cada fisioterapeuta hará uso de un dinamómetro y, además, por si se rompe uno poder seguir valorando sin tener que interrumpir el proceso. Y, por consiguiente, se dispondrán de dos cinturones fijadores o cinchas.

Teniendo en cuenta el material necesario para llevar a cabo este estudio, el sueldo de los fisioterapeutas y las impresiones e imprevistos, se prevé que el coste total de este estudio es de 15.851,52€.

Limitaciones y prospectiva

La principal limitación de este proyecto de investigación es el número reducido de voluntarios, puesto que he establecido unos criterios de inclusión y exclusivo bastante estrictos por tal de que ambos grupos sean lo más homogéneo posible. Además, hay que tener en cuenta que la población diana son gimnastas actualmente activas de entre 18 y 30 años y la vida deportiva de la gimnasta rítmica es relativamente corta.

Asimismo, establecer dos grupos homogéneos puede resultar complejo, puesto que encontrar ese número tan elevado de gimnastas con la presencia de puntos gatillo latente en la musculatura isquiotibial es difícil.

Otra limitación que presenta este estudio es su naturaleza, puesto que no es posible el cegamiento por parte del fisioterapeuta que lleva a cabo las intervenciones.

La falta de experiencia de los investigadores que realizan la valoración con el uso del dinamómetro manual podría suponer un sesgo en el estudio, así como el hecho de valorar la fuerza en deportistas capaces de generar niveles de fuerzas muy elevados. Ambos factores quedan minimizados por la utilización del cinturón fijador para fijar el dinamómetro manual y no depender de la fuerza del investigador.

Si se aplicara este estudio, podríamos ver que resultados se obtienen por tal de poder detectar la presencia de puntos gatillos latente para prevenirlos y/o tratarlos, evitando así la aparición

de cambios en la fuerza. Por lo que, si se confirma la hipótesis planteada, es un abordaje muy sencillo para reducir el riesgo de lesión.

En caso de que se confirmara que los puntos gatillo reducen la fuerza de la musculatura isquiotibial, otra línea de investigación se podría dirigir hacia cuáles serían los mejores tratamientos. De la misma manera, sería interesante estudiar si la fuerza se afecta por igual en los isquiotibiales que en cualquier otro músculo del cuerpo.

En gimnastas habrá más PG en el semitendinoso, puesto que este se involucra más en el estiramiento; en el fútbol, por ejemplo, que es un deporte con cambios de velocidad, tiene una mayor implicación el bíceps femoral (20). Por lo que se aconseja realizar futuros estudios para poder extrapolar los resultados a otro tipo de población y comprobar así si la presencia de puntos gatillo afecta de la misma manera en gimnastas que en futbolistas, atletas, basquetbolistas, etc.

Dado que hay carencias de estudios en este campo y la escasa investigación sobre este tema, este estudio podría servir para animar a realizar futuras investigaciones.

Referencias bibliográficas

1. Simons DG, Travell JG SL. Travell and Simons' myofascial pain and dysfunction: the trigger point manual. Volume 2, 2nd ed. Panamericana; 2004.
2. Worrell W, Winegardner T, Smith & L. Effect of Hamstring Stretching on Hamstring Muscle Performance. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*; 1994.
3. Caine D, Nassar L. *Medicine and sport science. Gymnastics injuries*. 2005;48.
4. Comité Ejecutivo de la FIG. 2022-2024 Código de puntuación. Gimnasia Rítmica. 2021.
5. Vernetta M, Montosa I, López-Bedoya J. Analysis of sports injuries in young athletes of competitive rhythmic gymnastics in the infantile category. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*. 2016.
6. Simons DG, Travell JG SL. Travell and Simons' myofascial pain and dysfunction: the trigger point manual. Volume 1, 2nd ed. Baltimore, MD: Williams & Wilkins; 1999.
7. Barbara L, Peter P. Latent myofascial trigger points: their effects on muscle activation and movement efficiency. Australia; 2004.
8. Lucas KR, Polus BI, Rich PA. Latent myofascial trigger points: Their effects on muscle activation and movement efficiency. *J Bodyw Mov Ther*. 2004 Jul;8(3):160–6.
9. Del Moral M, Salvat O. *Fisioterapia Invasiva del Síndrome de Dolor Miofascial. Manual de punción seca de puntos gatillo*. Madrid, España: Panamericana; 2017.
10. Reyna RB. Estudio de las lesiones deportivas en atletas de alto rendimiento de la provincia Las Tunas en el año 2012. Cuba; 2012.
11. De Smet AA, Best TM. MR imaging of the distribution and location of acute hamstring injuries in athletes. *AJR Am J Roentgenol* [Internet]. 2000;174(2):393–9.
12. Verrall GM, Slavotinek JP, Barnes PG, Fon G, Spriggins A. Clinical risk factors for hamstring muscle strain injury: a prospective study with correlation of injury by magnetic resonance imaging. *Br J Sports Med*. 2001;35: 435-9.
13. Celik D, Mutlu EK. Clinical implication of latent myofascial trigger point topical collection on myofascial pain. *Curr Pain Headache Rep*. 2013 Aug;17(8): 353.
14. Martins J, da Silva JR, da Silva MRB, Bevilaqua-Grossi D. Reliability and validity of the belt-stabilized handheld dynamometer in hip- and knee-strength tests. *J Athl Train* [Internet]. 2017;52(9):809–19.
15. Martínez González-Moro, I. (s.f.). Generalidades sobre la dinamometría isocinética.

16. Thorborg K, Bandholm T, Hölmich P. Hip-and knee-strength assessments using a handheld dynamometer with external belt-fixation are inter-tester reliable. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2013;21(3):550–5.
17. Nadler SF, DePrince ML, Hauesien N, Malanga GA, Stitik TP, Price E. Portable dynamometer anchoring station for measuring strength of the hip extensors and abductors. *Arch Phys Med Rehabil [Internet]*. 2000;81(8):1072–6.
18. Goossens L, Witvrouw E, Vanden Bossche L, De Clercq D. Lower eccentric hamstring strength and single leg hop for distance predict hamstring injury in PETE students. *EJSS (Champaign) [Internet]*. 2015;15(5):436–42.
19. Morihisa R, Eskew J, McNamara A, Young J. Dry Needling in Subjects With Muscular Trigger Points in the Lower Quarter: a Systematic Review. *Int J Sports Phys Ther*. 2016 Feb;11(1):1-14.
20. Fiorentino NM, Blemker SS. Musculotendon variability influences tissue strains experienced by the biceps femoris long head muscle during high-speed running. *J Biomech [Internet]*. 2014;47(13):3325–33.

Anexos

ANEXO I – Hoja de información al sujeto

HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE

Título del estudio: “Afectación de la fuerza en la musculatura isquiotibial causada por puntos gatillo en gimnastas”

Investigador principal: Paula Pérez Navas

Director del estudio: Miguel Ángel Martínez Nogales

Centro: Escuela Superior de Ciencias de la Salud (Fisioterapia) del Tecnocampus

Nos dirigimos a usted con el objetivo de ofrecerle información sobre un ensayo clínico en el que se le invita a participar. Nuestra intención es que usted reciba la información correcta y suficiente para valorar y juzgar si desea o no participar en este ensayo. Este estudio ha sido aprobado por el Comité de Ética de la Investigación y se respeta la Declaración de Helsinki y la Ley de Protección de Datos. Se está realizando en la Escuela Superior de Ciencias de la Salud del Tecnocampus, en Mataró (Maresme).

Nuestra intención es que usted reciba la información correcta y suficiente para que pueda decidir si acepta o no participar en este estudio. Por lo que debe recibir información detallada por el investigador, leer antes este documento y realizar todas las preguntas que precise y considere oportuno para comprender los detalles del mismo; estas serán aclaradas tras la explicación. Si así lo desea, se puede llevar este documento para consultarlo con las personas que considere oportuno.

La participación en este estudio es completamente voluntaria. Usted puede decidir no participar o si acepta hacerlo, puede cambiar de parecer retirando el consentimiento en el momento que considere oportuno, sin dar ningún tipo de explicaciones. Se le asegura que esta decisión no alterará a la relación con su médico ni a la asistencia sanitaria a la que usted tiene derecho.

¿Cuál es el objetivo de este proyecto?

El presente estudio, para el cual solicitamos su solicitud, tiene como objetivos principales, por un lado, analizar en gimnastas de entre 18 y 30 años los efectos sobre la fuerza de la musculatura isquiotibial, dependiendo de si hay presencia o no de puntos gatillo; y por el otro, examinar los posibles cambios

que se puedan producir en la fuerza después de tratar los puntos gatillo de la musculatura isquiotibial en gimnastas que los presenten.

El interés de este trabajo radica en conocer la importancia de la musculatura isquiotibial en deportistas, aportando la evidencia que actualmente encontramos disponible y, poder así, relacionarlo con las lesiones habituales en gimnastas.

¿En qué consiste su participación?

Al aceptar su participación, usted se compromete a:

1. Asistir a las sesiones de tratamiento que tendrán una duración total de 15 semanas.
2. Ser sometida a una valoración antes, después del tratamiento y pasados 3 meses a la finalización de la intervención, con el propósito de evaluar los resultados conseguidos.
3. No participar en otro tipo de tratamiento durante el periodo de la intervención del estudio, puesto que podría influir en los resultados.
4. Informar de forma leal y verdadera los datos sobre su estado físico y de salud que pudieran afectar al programa en el que va a participar.

¿Obtendré algún beneficio por participar?

No se espera que usted obtenga un beneficio directo por participar en el estudio. La investigación pretende descubrir aspectos desconocidos o poco claros sobre la afectación sobre la fuerza de los puntos gatillo. Esta información podrá ser de gran utilidad en un futuro para otras personas.

¿Cómo se protegerá la confidencialidad de mis datos?

El tratamiento, comunicación y cesión de los datos de carácter personal estará bajo la responsabilidad del investigador principal, ante el cual podrá ejercer en todo momento los derechos que establece la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD). De acuerdo a lo que esta establece, usted puede ejercer los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación de datos, para lo cual deberá dirigirse al fisioterapeuta encargado del estudio. Los datos recogidos serán codificados, por lo que su identidad no será revelada a ninguna otra persona, salvo en caso de urgencia médica o requerimiento legal. Sus datos serán recogidos y conservados hasta finalizar el estudio.

¿Existen intereses económicos en este estudio?

Esta investigación es promovida por la investigadora principal, Paula Pérez Navas, para el desarrollo de su Trabajo de Fin de Grado. La investigadora no recibirá retribución específica por la dedicación al estudio. Del mismo modo, los participantes tampoco serán retribuidos.

¿Cómo contactar con el equipo de investigación del estudio?

Usted puede contactar con la investigadora principal Paula Pérez Navas, en el teléfono 692246342, en el correo electrónico pperezn@edu.tecnocampus.cat o en Parc TecnoCampus Mataró-Maresme, Carrer d'Ernest Lluch, 32, 08302 Mataró, Barcelona.

ANEXO II – Consentimiento informado para el sujeto

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL PACIENTE

Yo,, mayor de edad, con DNI en pleno uso de mis facultades, libre y voluntariamente declaro que:

1. Doy mi consentimiento para formar parte del estudio “*Afectación de la fuerza en la musculatura isquiotibial causada por puntos gatillo en gimnastas*”. Y a que Paula Pérez Navas y su director Miguel Ángel Martínez Nogales puedan gestionar mis datos personales y difundir la información que el proyecto genere.
2. He sido informado de manera amplia y satisfactoria y he leído la “Hoja de información al paciente” y he comprendido la información que se me ha facilitado de forma oral y escrita.
3. He informado sobre todos los datos sobre mi estado de salud que pudieran afectar al programa en el que voy a participar.
4. Soy plenamente consciente de las actividades que se llevarán a cabo, así como de sus posibles beneficios e inconvenientes.
5. Comprendo que mi participación es voluntaria y que puedo retirarme del estudio en el momento en que así lo desee, sin tener que dar ninguna explicación y sin que este hecho pueda repercutir en mi relación con los investigadores del estudio.

Así pues, doy libremente mi conformidad al investigador principal a incluirme en su estudio, comprometiéndome a acudir a las sesiones de tratamiento que sean necesarias, así como atender sus recomendaciones y/o sugerencias durante su realización.

Firmado:

Firmado:

Paciente

Investigador principal

En a de de

ANEXO III – Hoja de renuncia

HOJA DE RENUNCIA

Yo,, con DNI declaro que es mi deseo abandonar el estudio en el cual he estado participando. Libre y voluntariamente declaro que:

1. No ha habido ninguna presión ni insistencia a dar mis razones para el abandono, de acuerdo con las normas y los procedimientos de inclusión en el estudio.
2. Lo he hablado con la investigadora principal, Paula Pérez Navas.
3. Comprendo que mi participación era en todo momento voluntaria y es mi deseo abandonar el estudio.
4. Comprendo que puedo retirarme del estudio en el momento en que así lo desee, sin tener que dar ninguna explicación y sin que este hecho pueda repercutir en mi relación con los investigadores del estudio.

Así pues, renuncio a seguir participando en este estudio.

Firmado:

Firmado:

Paciente

Investigador principal

En a de de

ANEXO IV – Fuerza isométrica máxima en extensión de cadera

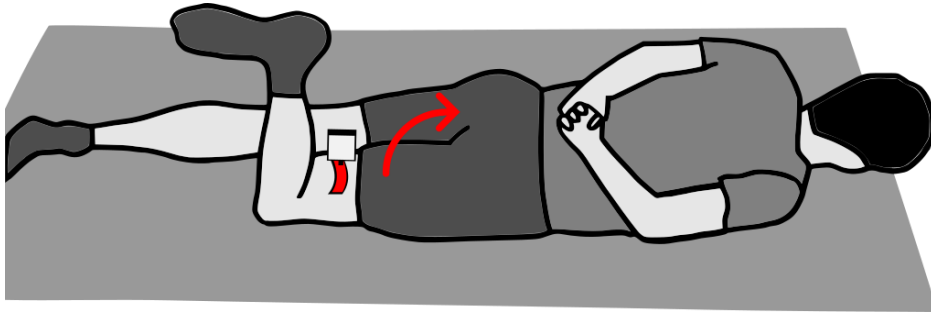


Figura 3. Dinamometría de la fuerza isométrica máxima en extensión de cadera

ANEXO V – Fuerza isométrica máxima en flexión de rodilla

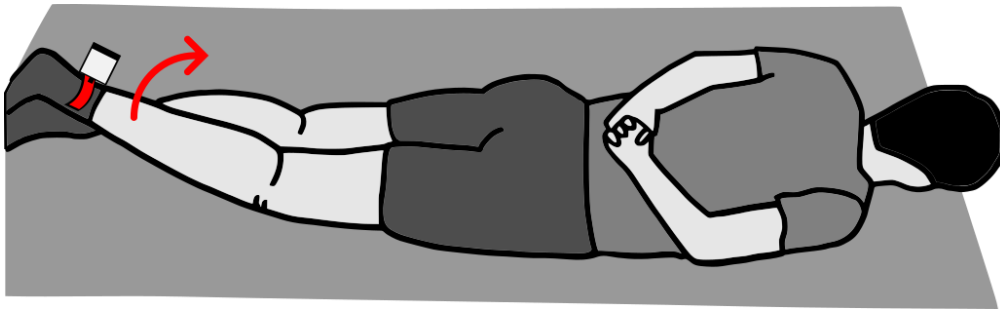


Figura 4. Dinamometría de la fuerza isométrica máxima en flexión de rodilla

ANEXO VI – Fuerza isométrica máxima de rotación interna de cadera

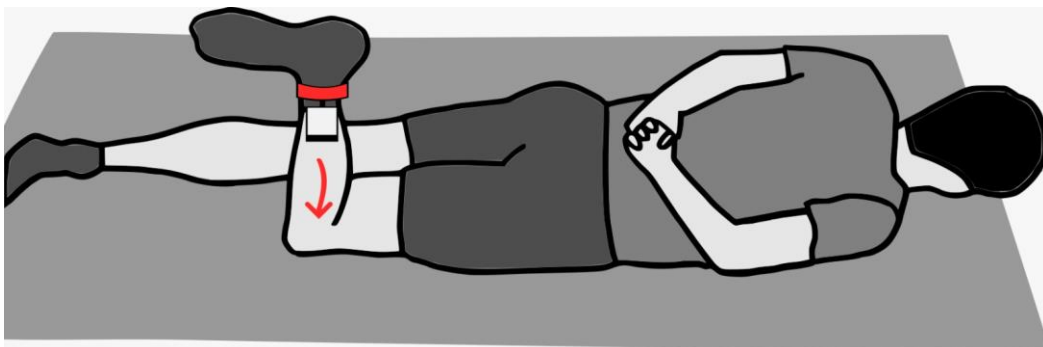


Figura 4. Dinamometría de la fuerza isométrica máxima de rotación interna de cadera

ANEXO VII – Recogida de datos

Datos del sujeto		
Datos	Unidades	Valores
Nombre sujeto		
Edad	Años	
Talla	Cm	
Peso	Kg	
Entrenamiento/semana	Horas	
Descanso	Horas	

Datos de valoración inicial	
Datos	Valores
Nombre sujeto	
Nº puntos gatillo semimembranoso	
Nº puntos gatillo semitendinoso	
Nº puntos gatillo bíceps femoral	
Fuerza en la extensión de cadera pre-intervención (N)	
Fuerza en la flexión de rodilla pre-intervención (N)	
Fuerza en la extensión de rodilla pre-intervención (N)	
Fuerza en la rotación interna de rodilla pre-intervención (N)	
Fuerza en la rotación externa de rodilla pre-intervención (N)	

Datos de valoración final	
Datos	Valores
Nombre sujeto	
Fuerza en la extensión de cadera post-intervención (N)	
Fuerza en la flexión de rodilla post-intervención (N)	
Fuerza en la rotación interna de rodilla post-intervención (N)	
Fuerza en la rotación externa de rodilla post-intervención (N)	

Datos de valoración pasados 3 meses	
Datos	Valores
Nombre sujeto	
Fuerza en la extensión de cadera post-intervención (N)	
Fuerza en la flexión de rodilla post-intervención (N)	
Fuerza en la rotación interna de rodilla post-intervención (N)	
Fuerza en la rotación externa de rodilla post-intervención (N)	